Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
металлургии и
материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

18.03.01 «Химическая технология»
(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических веществ (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 05-06-2025 09:23:35 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование химико-технологического мировоззрения обучающихся для их производственно-технологической и проектноконструкторской профессиональной деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– – знакомство с составом и структурой основных химических производств;
– овладение теорией химических процессов и реакторов;
– обучение современным методам и приемам анализа и синтеза химико-технологических систем;
– освоение способов разработки типовых, наукоемких, энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии;
– овладение навыками технологических расчетов, необходимых в профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия;
– Экология;
– Физическая химия;
– Неорганическая химия;
– Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
– Органическая химия;
– Материаловедение;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Химические реакторы;
– Коллоидная химия;
– Техническая термодинамика и теплотехника.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Теоретические основы углехимических производств;
– Технология электротермических и углехимических производств;
– Теоретические основы электротермических производств;
– Оборудование электротермических и углехимических производств;

– Проектирование цехов электротермических и углехимических производств;
– Химическая технология неорганических веществ;
– Неорганическая химическая технология;
– Процессы и аппараты химической технологии;
– Курсовая научно-исследовательская работа;
– Проектная деятельность 1;
– Проектная деятельность 2;
– Преддипломная практика;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Естественно-научная подготовка	ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.2 Анализирует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	– знать: основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии .. – уметь: анализировать возможность протекания химических реакций..
Профессиональная методология	ОПК-2: Способен использовать математические,	ОПК-2.2 Применяет естественнонаучные методы при	– знать: химические, физико-химические

	физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	решении практических и прикладных задач	и физические свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе.. – уметь: определять параметры наилучшей организации химического процесса..

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***86***	*86*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные направления развития химической технологии (Введение. Роль курса ОХТ в формировании инженера-технолога. Задачи и структура курса. Основные направления развития химической технологии);

Раздел 2 Химическое производство (ХП), как химико-технологическая система (ХТС) (Иерархическая структура ХП (Определение ХТС. Понятие об элементах и потоках. Качественные и количественные критерии оценки эффективности ХП);
Виды моделей (описаний) ХТС. (Химические, графические и математические модели ХТС. Виды технологических связей. Основные концепции при синтезе и анализе ХТС);
Расчет основных показателей ХТС. (Расчёт выхода продукта, степени превращения, селективности и др. Принципы составления материального и теплового балансов));

Раздел 3 Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС (Характеристика и классификация сырья. (Определение характеристик сырья. Подготовка сырья в химической технологии.);
Источники энергии в ХП. (Исследование альтернативных источников получения энергии в ХП. Виды источников энергии.);
Комплексное использование сырья. (Термическая переработка топлива (угля, нефти, сланцев). Обогащение сырья. Исследование возможности комплексного использования сырья и рационального использования энергии.));

Раздел 4 Химические процессы (Классификация. Основные показатели ХТП. (Степень превращения, выход продукта, селективность и т.д.) (Физико-химические закономерности химических процессов. (Применение физико-химических закономерностей в химической технологии. Применение различных физико-химических закономерностей при конструировании реакционных аппаратов, при создании новых процессов и разработке математических моделей для проектирования и управления сложными химико-технологическими комплексами.);
Равновесие и скорость, движущая сила процесса. (Способы выражения равновесия, движущей силы и скорости процесса. Гомогенные процессы. Пути и способы интенсификации.);
Гетерогенные процессы. Виды моделей для описания гетерогенных процессов. (Гетерогенные процессы. Механизм и кинетика. Лимитирующая стадия и ее определение. Кинетические модели гетерогенных процес-сов.)));

Раздел 5 Промышленный катализ (Значение и области применения катализа. (Требования к промышленным катализаторам. Гомогенный катализ. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.);

Линия оптимальных температур (ЛОТ). (Понятие о линии оптимальных температур (ЛОТ)));

Раздел 6 Примеры технологических процессов основного органического синтеза - получение серной кислоты. (Технология серной кислоты. Основные свойства серной кислоты. Применение серной кислоты в промышленности и масштабы ее производства. Виды сырья для производства серной кислоты. Основные способы получения и технологические показатели производства серной кислоты.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные направления развития химической технологии	2	
Раздел 2.	Химическое производство (ХП), как химико-технологическая система (ХТС) (Иерархическая структура ХП	2	
Раздел 3.	Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС	4	
Раздел 4.	Химические процессы (Классификация. Основные показатели ХТП. (Степень превращения, выход продукта, селективность и т.д.)	4	
Раздел 5.	Промышленный катализ	2	
Раздел 6.	Примеры технологических процессов основного органического синтеза - получение серной кислоты.	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчет основных показателей ХТС	3	
Раздел 3.	Стехиометрические	3	

	расчеты состава сырья		
Раздел 4.	Расчет материальных балансов	4	
Раздел 4.	Энергетические (тепловые) балансы	3	
Раздел 5.	Расчет равновесных и кинетических параметров процессов	3	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Технический анализ воды	4	
Раздел 3.	Обжиг серного колчедана	4	
Итого:		**8**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе;	24	

	6. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	24	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию.	16	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию.	14	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	4	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**104**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 2.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о

		лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 3.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 4.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 5.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 6.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Экзамен.	ОПК-1; ОПК-2	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут. Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	-	неудовлетворительно

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

- 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных

вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– менее 10 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценка участия в работе на лекционном занятии.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.8 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка

Оценка	Требования к знаниям
	«неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Логос, 2012. – 304 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988 (дата обращения: 04.06.2025);

2 Кутепов, А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А. М. Кутепов. – Москва : Высш.шк., 1985. – 448 с.;

3 Кондауров, Б. П. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / Б. П. Кондауров. – Москва : Academia, 2005. – 333 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL:

https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и

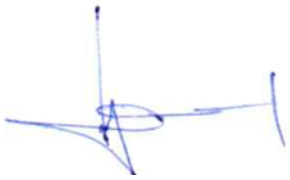
мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную лабораторным оборудованием;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

профессор Ноздрин Игорь Викторович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.
Согласована:



Начальник КХП АО ЕВРАЗ ЗСМК Р.С. Ларин

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. По отношению к идеальному газу справедливым является следующее утверждение:

а) находится под высоким давлением, размер молекул газа значителен;

б) находится под небольшим давлением, объемом молекул газа пренебречь нельзя;

в) находится под высоким давлением, объемом молекул газа можно пренебречь;

г) находится под небольшим давлением, объемом молекул можно пренебречь

2. Математическая запись закона Бойля- Мариотта следующая:

а) $V_1P_1 = V_2P_2$;

б) $V_1T_2 = V_2T_1$;

в) $P_1T_2 = P_2T_1$;

г) $PV = nRT$.

3. Математическая запись закона Гей-Люссака следующая:

а) $P_1T_2 = P_2T_1$;

б) $V_1T_2 = V_2T_1$;

в) $P_1T_1 = P_2T_2$.

г) $V_1P_1 = V_2P_2$

4. Укажите математическую запись объединенного уравнения состояния идеального газа:

а) $PV = \frac{1}{3} N_A m \bar{U}^2$;

б) $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$;

в) $\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$;

г) $V_1P_1 = V_2P_2$

5. Универсальная газовая постоянная равна:

а) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$;

б) 8,314 Дж · моль $^{-1}$ · К $^{-1}$;

в) 22,4 дм^3;

г) $1{,}38 \cdot 10^{-23}$Дж·К $^{-1}$

6. Формулировка «работа расширения 1 моля газа при нагревании его на 1^0C» характеризует физический смысл:

а) числа Авогадро;

в) универсальной газовой постоянной;

б) молярного объема;

г) константы Больцмана

7. Среднюю кинетическую энергию молекулы газа можно найти по формуле:

а) $\bar{E} = \frac{3}{2}T$;

б) $\bar{E} = \frac{2}{3}kT$;

в) $\bar{E} = \frac{3}{2}kT$;

г) $\bar{E} = kT$

8. Форма агрегатного состояния вещества плазма характеризуется:

а) низкой температурой;

в) электронейтральностью;

б) отсутствием электропроводности;

г) отсутствием свечения

9. Свойства электропроводность, свечение, электронейтральность характеризуют агрегатное состояние:

а) газообразное;

в) жидкое;

б) плазменное;

г) твердое

10. Поскольку жидкое состояние вещества является промежуточным между газообразным и твердым для него справедливо следующее утверждение:

а) жидкость с газами сближает анизотропность и текучесть, а с твердыми телами высокая плотность и малая сжимаемость;

б) жидкость с газами сближает изотропность и текучесть, а с твердыми телами высокая плотность и малая сжимаемость;

в) жидкость с газами сближает изотропность и текучесть, а с твердыми телами высокая плотность и сжимаемость;

г) жидкость с газами сближает изотропность и отсутствие текучести, а с твердыми телами высокая плотность и малая сжимаемость

11. Укажите свойство, которое характерно как для жидкостей, так и для газов:

а) анизотропность;

б) изотропность;

в) высокая плотность;

г) малая сжимаемость

12. Укажите свойство, которое характерно как для жидкостей, так и для твердых веществ:

а) текучесть;

б) изотропность;

в) низкая плотность;

г) малая сжимаемость

13. Высокая степень упорядоченности частиц, упругость и не сжимаемость характерны для агрегатного состояния вещества:

а) жидкого;

в) газообразного;

б) плазменного;

г) твердого

14. Аморфное состояние твердого вещества характеризуется:

а) четкой температурой плавления;

б) высокой степенью упорядоченности частиц;

в) отсутствием четкой температуры плавления;

г) скачкообразным изменением агрегатного состояния

15. Твердые вещества, хорошо растворимые в воде, обладающие большой теплотой парообразования и хорошо проводящие электрический ток имеют кристаллическую решетку:

а) молекулярную;

б) ионную;

в) атомную;

г) металлическую

16. Если вещество нерастворимо или малорастворимо в воде, обладает малой твердостью, почти не проводит электрический ток, обладает низкой температурой плавления, то для него характерна следующая кристаллическая решетка:

а) ионная;

б) молекулярная;

в) атомная;

г) металлическая

17. Коррозия сплава железа будет протекать наиболее медленно:

а) в морской воде;
в) в растворе HCI;
б) во влажном воздухе;
г) в сухом воздухе

18. Чтобы избежать коррозии железные детали нужно скрепить заклепками:
а) свинцовыми;
б) медными;
в) оловянными;
г) алюминиевыми

19. В случае коррозии железо будет являться анодом при контакте со всеми металлами в ряду:
а) Ni, Zn, AI;
б) Co, Ni,Cu;
в) Zn, Cr, Pb;
г) Ni, AI, Co

20. При прокладке водопровода наиболее эффективно использовать следующие методы защиты:
а) электрохимический;
в) ингибиторный;
б) лакокрасочное покрытие;
г) протекторный

21. При контакте сплава с агрессивной средой, содержащей кислоту, наиболее эффективным способом защиты от коррозии является:
а) электрохимический;
в) использование ингибиторов;
б) лакокрасочное покрытие;
г) протекторный

22.Поверхностные явления – это процессы, протекающие самопроизвольно:
а) на границе газ – газ;
в) на границе раздела фаз;
б) в гомогенных системах;
г) в жидкостях

23. Для поверхностного слоя справедливо следующее утверждение:
а) содержит большое число активных молекул;
б) обладает небольшой вязкостью;

в) не отличается по свойствам от внутренних слоев жидкости
г) обладает избыточной свободной поверхностной энергией

24. С уменьшением площади поверхности раздела фаз свободная поверхностная энергия:
а) увеличивается;
в) уменьшается;
б) не изменяется;
г) достигает максимального значения

25. Для поверхностного натяжения не верным является утверждение:
а) характеризует избыток поверхностной энергии, приходящийся на 1м^2 межфазной поверхности;
б) равно термодинамически обратимой, изотермической работе, которую надо совершить, чтобы увеличить площадь межфазной поверхности на единицу;
в) имеет размерность Дж/м^2;
г) равно термодинамически обратимой, изотермической работе, которую надо совершить, чтобы уменьшить площадь межфазной поверхности на единицу

26. Поверхностная активность – это способность:
а) растворителя повышать поверхностное натяжение раствора;
б) растворенного вещества изменять поверхностное натяжение растворителя;
в) растворителя изменять поверхностное натяжение раствора;
г) растворителя понижать поверхностное натяжение раствора

27. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – это вещества, которые:
а) повышают поверхностное натяжение растворителя;
б) не изменяют поверхностное натяжение растворителя;
в) понижают поверхностное натяжение растворителя;
г) уменьшают вязкость растворителя

28. ПАВ – это вещества, у которых поверхностная активность (g):
а) $g > 0$;
б) $g < 0$;
в) $g = 0$;
г) $g = 1$

29. Для понятия адсорбция справедливо следующее утверждение:
а) это поглощение вещества на поверхности твердого тела;
б) это поглощение вещества всем объемом твердого вещества;

в) этот процесс не протекает самопроизвольно;
г) это чисто физический процесс

30. Процесс обратный адсорбции носит название:
а) конденсации;
б) абсорбции;
в) смачивания;
г) десорбции

31. Состояние адсорбционного равновесия характеризуется:
а) минимальной скоростью адсорбции;
б) максимальной скоростью адсорбции;
в) равенством скоростей адсорбции и десорбции;
г) равенством скоростей абсорбции и адсорбции

32. Изотерма адсорбции отражает зависимость количества адсорбированного вещества от:
а) температуры;
в) концентрации растворенного вещества;
б) площади поверхности адсорбента;
г) концентрации растворителя

33. Химическая адсорбция – это:
а) химические процессы в объеме адсорбента;
б) химическое взаимодействие сорбента с сорбатом;
в) накопление адсорбента на поверхности адсорбата;
г) увеличение концентрации вещества на границе раздела фаз

34. Для понятия хемосорбция справедлива утверждение:
а) вызывается силами межмолекулярного взаимодействия;
б) не требует энергии активации;
в) идет с измеряемой скоростью при относительно высокой температуре и характеризуется энергией активации;
г) адсорбируемая молекула и адсорбент могут рассматриваться как две независимые системы

35. С повышением температуры физическая адсорбция:
а) не изменяется;
б) увеличивается;
б) уменьшается;
г) достигает максимальной величины

36. Для адсорбции на границе раздела «твердое тело – газ» справедливо следующее утверждение:
а) происходит на любом участке твердой поверхности;

б) всегда кинетически необратима;
в) сопровождается капиллярной конденсацией на твердых адсорбентах;
г) не сопровождается абсорбционными процессами

37. Смачивание – это самопроизвольный физико-химический процесс:
а) увеличения площади контакта газа с поверхностью твердого тела;
б) увеличения площади контакта жидкости с поверхностью твердого тела;
в) увеличения свободной поверхностной энергии;
г) увеличения поверхностного натяжения

38. Если жидкость смачивает данную поверхность, то:
а) $\theta = 90^0C$;
б) $\theta > 90^0C$;
в) $\theta = 45^0C$;
г) $\theta < 90^0C$

39. К особенностям ионной адсорбции можно отнести:
а) происходит на не полярных адсорбентах;
б) является избирательной;
в) не сопровождается образованием двойного электрического слоя;
г) адсорбируются не заряженные частицы

40. Адсорбируемость ионов из раствора:
а) не зависит от величины заряда ионов;
б) не зависит от степени сольватации иона;
в) зависит от радиуса иона;
г) не зависит от радиуса иона

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Основные направления развития химической технологии

1. Какие процессы относятся к механическим процессам.
2. Какие процессы относятся к химическим и физико-химическим процессам.
3. Какие процессы относятся к технологии неорганических веществ.
4. Назовите основные задачи химической технологии.

5. Назовите основные направления развития химической технологии.

6. Способы интенсификации процессов химической технологии.

7. Какие процессы называются периодическими, непрерывными и полунепрерывными.

8. Какие процессы называются фотохимическими.

9. Какие процессы называются биохимическими.

10. Какие процессы называются радиационными.

Раздел 2 Химическое производство (ХП), как химико-технологическая система (ХТС)

1. Дайте определение иерархической структуры химического производства.

2. Дайте определение химико-технологической системы.

2 Чем химический аппарат отличается от агрегата.

3. Что входит в качественные и количественные критерии оценки эффективности химического процесса.

4. Какие используются виды моделей (описаний) ХТС.

5. . Какие используются основные концепции при синтезе и анализе ХТС).

6. Дайте определение выхода продукта, степени превращения, селективности процесса.

7. В чем заключается принцип составления материального баланса.

8. В чем заключается принцип составления теплового баланса.

9. Назовите качественные и количественные критерии оценки эффективности ХП.

Раздел 3 Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС

1. Дайте характеристику и классификация сырья в химической технологии.

2. Способы подготовки сырья в химической технологии.

3. Обогащение сырья.

4 Основные виды источников энергии в ХП.

5. Альтернативные источники энергии в ХП.

6. Виды топлив в химической технологии.

7. Основные способы переработки топлив химических производств.

8. Дайте определение выхода продукта, степени превращения, селективности процесса.

9. Комплексное использование сырья в химической технологии.

10 рациональное использование энергии в химической технологии.

Раздел 4 Химические процессы

1. Классификация химических процессов.
2. Физико-химические закономерности в химической технологии.
3. Характеристика гомогенных и гетерогенных систем.
4 Основные параметры систем в химической технологии.
5. Основные термодинамические функции состояния системы.
6. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов.
7. Сущность основного закона кинетики.
8. Влияние температуры на скорости реакции..
9. Понятие энергии активации процесса.
10 Понятие константой скорости реакции и способы ее расчета.

Раздел 5 Промышленный катализ

1. Дайте определение катализа.
2. Каковы области применения катализа.
3.Сущность положительного катализа.
4.Свойства твёрдых катализаторов.
5. Удельная производительность (интенсивность) катализатора
6. Что понимается под термином отравление катализатора.
7. Что такое температура зажигания катализатора.
8. Что понимается под избирательностью (селективностью) катализа.
9. Что является основной характеристикой катализаторов.
10. От чего зависит скорость гомогенного каталитического процесса.
11. Что является основным недостатком гомогенного катализа.
12. Где применяется гетерогенный катализ.
13. Какие реакции называются автокаталитическими.
14. Какие вещества называются ингибиторами.

Раздел 6 Примеры технологических процессов основного органического синтеза - получение серной кислоты.

1. Сформулируйте основные области применения серной кислоты.
2. Каковы физические и химические свойства серной кислоты.
3.Назовите возможные способы получения серной кислоты.
4.Какими показателями концентрации определяются требования к технической серной кислоте. С чем это связано.
5. Виды сырьевых материалов для производства серной кислоты.
6. Производство серной кислоты как способ утилизации серы из отходящих газов металлургических и химических процессов.

.

7. Башенный способ производства серной кислоты.

8. Основные особенности нитрозного способа получения серной кислоты.

9. Контактный способ производства серной кислоты.

10. Виды сырья для контактного способа производства серной кислоты.

11. Основная каталитическая реакция контактного способа производства серной кислоты и ее характерные особенности.

12. Типы катализаторов для контактного способа производства серной кислоты.

13. Особенности одинарного и двойного контактирования при производстве серной кислоты.

14. Технологическая схема производства серной кислоты по методу двойного контактирования – двойной абсорбции.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Задания для оценки освоения практической и самостоятельной работ

1. Определить производительность реактора в сутки, если из него каждые 10 мин. выгружают 250 кг готового продута.

2. Определить годовую производительность колонны синтеза аммиака в расчете на 100%-ый аммиак, если каждый час на установке вырабатывается 30 т 99%-ого аммиака.

3. В колонну для синтеза твердого парафина загружают 40 т парафина. Он занимает 75 % объема колонны (высотой 10 м, диаметром 2,5 м). Время синтеза 18 час. Рассчитать производительность колонны и интенсивность процесса.

4. Рассчитать интенсивность полимеризатора объемом 20 м^3 производительностью 2160 кг продукта в сутки.

5. Подсчитать, какова должна быть производительность аммиачного завода ($3H_2 + N_2 = 2NH_3$), если водородный цех при нем имеет 15 генераторов производительностью каждый 350 м^3 водорода в 1 час, если чистота водорода 98 % и производственные потери водорода составляют 2 %.

6. Производительность аммиачного завода 34 т NH_3 в сутки. Какой минимальной емкости должны быть газгольдеры для водорода и азота для того, чтобы последних было не менее двухчасового запаса?

7. Для получения 1 т метилового спирта израсходовали 12065 м^3 синтез-газа ($CO : H_2 = 1 : 2$). Определить выход продукта, если за один проход через реактор превращается 20 % синтез-газа.

8. Рассчитать выход этилового спирта, если практический расходный коэффициент равен 0,65 т этилена на 1 т спирта.

9. Определить расходные коэффициенты в производстве карбида кальция, содержащего 90 % CaC_2. Сырье: антрацит с содержанием углерода 96 % и известь негашеная, содержащая 85 % CaO.

10. Определить расходные коэффициенты сырья для получения 1 т фосфата аммония. Сырье содержит 55 % фосфорной кислоты и 98 % аммиака.

11. Влажность хранящейся на складе аммиачной селитры уменьшилась с 12,3 % до 7,4 %. Определить, на сколько изменился при этом вес селитры, если вначале он был равен 18 т.

12. На кристаллизацию поступает 5000 кг 96-процентного раствора (плава) аммиачной селитры. Готовый продукт (аммиачная селитра) содержит 99,8 % NH_4NO_3 и 0,2 % влаги. Составить материальный баланс процесса кристаллизации.

13. Раствор сернокислой меди $CuSO_4$ в процессе кристаллизации охлаждается со 100 до 20 ºС. Определить количество полученного при этом медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ из 1 т начального раствора $CuSO_4$, если растворимость сернокислой меди при 100 ºС равна 75 г, а при 20 ºС равна 20,7 г на 100 г воды.

14. Рассол, содержащий 21,5 % KCl и 16,9 % $NaCl$, подвергают кристаллизации. Состав маточного раствора, выходящего из кристаллизатора: 12,5 % KCl и 18,5 % $NaCl$. Подсчитать:

а) количество маточного раствора, получаемого из 1 т первоначального рассола;

б) количество выкристаллизовавшегося KCl (в %).

15. Рассол в количестве 9,5 т упаривают от начальной

концентрации растворенного в нем вещества, равной 20 %, до конечной концентрации – 65 %. Составить материальный баланс процесса упаривания с учетом производственных потерь 0,2 %.

16. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сутки. Степень окисления серы 0,95 (остальная сера возгоняется и сгорает вне печи). Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1{,}5$. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч.

17. Составить материальный баланс контактного аппарата для каталитического окисления SO_2 в SO_3 производительностью 10000 м^3/ч исходного газа следующего состава [% (об.)]: SO_2 - 8,5; O_2 - 12,5; N_2 - 79. Степень окисления SO_2 в SO_3 составляет 98 %.

18. Рассчитать тепловой эффект (кДж/моль) конверсии этилена $C_2H_4 + 2H_2O \rightleftarrows 2CO + 4H_2$, если известны теплоты образования (кДж/моль): $\Delta_f H^0$ (298 К, C_2H_4) = 52,30;

$\Delta_f H^0$ (298 К, CO) = - 110,525;

$\Delta_f H^0$ (298 К, H_2O) = - 241,818.

19. Определить количество теплоты, образующееся при сгорании 1 м3 и 1 кг этана. Теплота сгорания этана в стандартных условиях 1559880 кДж/моль.

20. Вывести общую формулу для определения теплотворной способности цинковой обманки (ZnS), содержащей n % серы. Молярная масса ZnS - 97,4; S - 32. Теплоты образования (кДж/моль): $\Delta_f H^0$ (298 К, ZnO) = - 349;

$\Delta_f H^0$ (298 К, ZnS) = - 201; $\Delta_f H^0$ (298 К, SO_2) = - 297.

21. Определить количество теплоты, выделяющейся при обжиге 1 т FeS_2, содержащего 38 % серы, если степень выгорания серы из колчедана 0,96. Чистый колчедан содержит 53,35 % S и при сжигании дает 341320 кДж/моль.

22. Составить тепловой баланс реактора для получения 1000 м^3

водорода конверсией метана по реакции

$CH_4 + H_2O \rightleftarrows CO + 3H_2 - 206200$ кДж. Потери теплоты в окружающую среду 6 % от прихода теплоты. Отношение $CH_4 : H_2O = 1:2$. Температура поступающих в реактор реагентов 150 ºС, температура в зоне реакции 900 ºС. Теплоемкости участников реакции (кДж/кмоль·град):

	CH_4	H_2O	CO	H_2
100 ºС	36,72	33,29	28,97	29,10
900 ºС	-	38,14	31,36	29,90

.

23. Составить тепловой баланс печи для обжига серы производительностью 60 т/сутк. Степень окисления серы 0,93. Воздушная смесь содержит [% (об.)]: $O_2 - 35$; $N_2 - 65$. Температура входящего газа 250 ºС, выходящего 450 ºС. Тепловой эффект реакции равен 289000 кДж. Средние теплоемкости участников реакции равны (кДж/м³·град): $SO_2 - 2{,}082$; $O_2 - 1{,}402$; $N_2 - 1{,}343$. Теплоемкость серы – 0,83 кДж/ кг·град. Потери теплоты в окружающую среду составляют 5 % от ее прихода.

24. Определить, какое количество воды может испариться при нейтрализации 212,5 кг аммиака 52,5 % азотной кислотой при 25 ºС по следующим данным: энтальпия парообразования воды $\Delta H = -2684$ кДж/кг; теплоты образования (кДж/кмоль): $\Delta_f H^0$ (298 К, NH_3) = - 46190;

$\Delta_f H^0$ (298 К, HNO_3) = - 713200;

$\Delta_f H^0$ (298 К, NH_4NO_3) = - 1235800. Теплоемкости реагентов (кДж/кмоль·град): NH_3 - 35650; HNO_3 - 284700; NH_4NO_3 - 324500. Потери в окружающую среду равны 4 % от общего прихода теплоты.

25. При обжиге шихты, содержащей 10 т известняка и кокс, определить: 1) расход кокса состава [% (масс.)]: C - 91; золы – 7; влаги – 2; 2) состав обжиговых газов в % (об.); 3) тепловой эффект реакции обжига. Степень диссоциации при обжиге известняка 95 %. Воздух подается с избытком $\alpha = 1{,}4$. Теплоты образования, кДж/кмоль:

$\Delta_f H^0$ (298 К, $CaCO_3$) = - 1206000;

$\Delta_f H^0$ (298 К, CaO) = - 635100;

$\Delta_f H^0$ (298 К, CO_2) = - 393510. Теплотворная способность чистого углерода 32784 кДж/кг.

26. При конверсии оксида углерода (II) с водяным паром константа равновесия $k_c = 1$. Определить равновесный состав газа, если в исходной смеси на 1 моль *CO* приходится 2 моль H_2O.

27. Исходная смесь для окисления хлороводорода содержит (% об.): $HCl - 35{,}5$; воздуха – 64,5. Процесс окисления протекает при давлении 0,1 МПа и температуре 370 ºС на оксидном хромовом катализаторе. По окончании реакции в газе содержится 13,2 % хлора. Рассчитать равновесный состав газовой фазы и значение константы равновесия k_p

28. Процесс окисления оксида азота (II) до диоксида сопровождается образованием димера N_2O_4. Рассчитать степень полимеризации NO_2 для газовой смеси, содержащей 5 % (об.) NO_2 в исходном газе, если давление газа составляет 0,1 МПа, а температура 40 ºС. Значение константы равновесия $k_p = 0{,}435$ для реакции полимеризации $2NO_2 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} N_2O_4$.

29. Равновесная степень диссоциации фосгена при 527 ºС и давлении 0,1 МПа составляет 0,75. Определить k_p и k_c в этих условиях.

30. В лабораторном реакторе объемом 6 л находится 9,2 г N_2O_4 при температуре 111 ºС и давлении 0,1 МПа. Определить константы равновесия реакции $N_2O_4 \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{}} 2NO_2$.

4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Понятие технологии; химико-технологический процесс, способ производства, технико-экономические показатели ХТП.
2. Классификация ХТП.
3. Иерархическая структура ХП.
4. Равновесие в ХТП; константа равновесия.

5. Влияние параметров технологического режима на равновесие.
6. Скорость обратимых и необратимых химических процессов.
7. Способы увеличения скорости.
8. Гетерогенные процессы; стадии гетерогенных процессов.
9. Способы определения лимитирующей стадии.
10. Скорость гетерогенных процессов, способы ее увеличения.
11. Каталитические процессы.
12. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС.
13. Причины ускорения реакций в присутствии катализатора, технические характеристики катализаторов.
14. Гомогенный катализ, основные механизмы гомогенного катализа.
15. Гетерогенный катализ.
16. Стадии гетерогенно-каталитических процессов.
17. Промышленные твердые катализаторы; состав, свойства. Способы приготовления.
18. Химические реактора; требования к реакторам, модели идеальных реакторов.
19. Степень превращения, выход продукта, селективность.
20. Промышленный катализ.

6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1. Рассчитать расходный коэффициент по природному газу, содержащему 97% объёмных долей метана, в производстве уксусной кислоты из ацетальдегида. Выход ацетилена из метана Еац = 15%, выход ацетальдегида из ацетилена Еацд=60 %, а выход уксусной кислоты из ацетальдегида из ацетилена Еук = 90%. Молекулярные массы веществ: C_2H_2 – 26; CH_3CHO - 44; CH_4 – 16.

2. Анализ показал, что апатито-нефелиновая руда содержит 21,35 % массовых долей P_2O_5 и 7,56% массовых долей Al_2O_3. Рассчитать отдельно содержание в руде апатита $3Ca_3(PO_4)\cdot CaCl_2\cdot 2CaF_2$ и нефелина. Молекулярные массы: Мап =1197, Мнеф=498, MP_2O_5 =142, MAl_2O_3=102.

3. Какое количество растворов серной кислоты с концентрациями 92% массовых долей и 48% массовых долей по H_2SO_4 нужно смешать, чтобы получить 1000 кг 83%-ной $_{H2SO4.}$

4. Определить степень превращения хβ и состав реакционной смеси для реакции A+2B=2R + S, если хА = 0,6, СА0 = 1 моль/м^3, СВ0= 1,2 кмоль/м^3.

5. Кетен получают пиролизом ацетона согласно реакции

$$CH–CO–CH3 \rightarrow CH_2 = C=O+CH_4$$

Рассчитать концентрацию кетена и степень превращения ацетона, если в конце процесса его содержание в реакционной смеси составляет 0,05 молярной доли.

6. Для реакции гидрирования бензола $C_6H_6 + 3H_2 = C_6H_{12}$, проводимой при мольном соотношении реагентов $H_2:C_6H_6=10:1$, степень превращения бензола $X_{бенз} = 0,95$. Рассчитать сольный состав смеси, если исходное количество бензола $N_{0\ бенз} = 10$ моль.

7. Для параллельных реакций $2A \rightarrow R$ и $A \rightarrow 4S$, протекающих при постоянном объёме, определить степень превращения реагента А, выход и селективность по целевому продукту R, если по окончании реакции концентрации веществ, кмоль/м^3: $C_A=2$, $C_R= 3$, $C_s=4$.

8. Аккумуляторную кислоту (концентрация H_2SO_4 92,5% нужно разбавить водой до содержания в ней 38% H_2SO_4. Сколько нужно взять воды для получения 180 кг разбавленной кислоты?

9. Сколько нужно взять купоросного масла (96% H_2SO_4) и серной кислоты с концентрацией H_2SO_4 64%, чтобы получить 2800 кг 83%-ной H_2SO_4?

10. Сколько нужно взять растворов поваренной соли с концентрациями 310 и 230 г/л, чтобы получить 250 л раствора с концентрацией 280 г/л?

11. Азотную кислоту концентрацией 58% нужно разбавить водой до концентрации 46 %. сколько нужно взять воды, чтобы получить 2000 кг разбавленной кислоты?

12. Влажность 150 кг каменного угля при хранении на складе изменилась: а) с 8,4 до 3,9%; б) с 0,2 до 4%. как изменилась масса угля?

13. Влажность 200кг серного колчедана при хранении на воздухе изменилась с 3 до 6 % массовых долей. как при этом изменилась масса колчедана?

14. Влажность 300 кг извести при хранении на воздухе изменилась с 2 до 5% массовых долей, как при этом изменилась масса извести?

15. Определить расход бурого угля (70% массовых долей С) водяного пара и воздуха для получения 1000 м^3 генераторного газа, содержащегося в объёмных долях, %: CO-40, H_2 – 18, N_2 – 42. Процесс газификации твёрдого топлива содержит 2 основные реакции:

$C+H_2O=CO+ H_2$ и $2C+O_2= 2CO$.

16. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимойреакции синтеза этанола $C_2H_4+ H_2O\leftrightarrow C_2H_5OH$. Давление процесса P=3 Мпа, константа равновесия K_p = 0,068 $Мпа^{-1}$, мольное соотношение λ = H_2O/C_2H_4 в исходной смеси составляет 1;4;9.

17. Для окисления хлорводорода $4HCl + O_2\leftrightarrow 2Cl_2 + H_2O$ используется смесь, содержащая в объёмных долях,%: O_2 – 32,4; HCl – 67,6. Реакция протекает при P = 0,1Мпа. К моменту равновесия в газе содержится 31,4% объёмной доли хлора. Рассчитать равновесную степень превращения кислорода, состав равновесной смеси и значение константы равновесия.

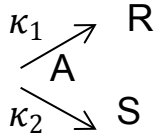
18. Вывести уравнение для расчёта равновесной степени превращения реагента A по известной величине K_c реакции $2A\leftrightarrow R$.

19. Вывести уравнение для расчёта равновесной степени превращения реагента A в газофазной реакции по известным значениям константы равновесия и давления P в системе для реакции $A+B\leftrightarrow R$.

20. Вывести уравнение для расчёта равнвоесного состава компонентов реакции синтеза аммиака по известным значениям константы равновесия K_p и давления P в системе.

21. Протекает газофазная обратимая реакция $A\leftrightarrow R$. В исходном состоянии компонент R отсутствует, а парциальное давление компонента A равно$1{,}275\cdot10^4$Па. Через 10 мин парциальное давление компонента A стало $5{,}2\cdot10^3$Па, а компонента R – $7{,}55\cdot10^3$Па. Рассчитать значение парциального давления компонента A через 20 и 40 мин, если отношение κ_1/κ_{-1}=3.

22. При постоянной температуре протекает параллельная реакция



с константами скоростей κ_1= $10^{-3}c^{-1}$ и $\kappa_2 10^{-2}c^{-1}$. Перед началом реакции C_{A0}=3 кмоль/$м^3$, C_{R0}= C_{s0}=0. Определить скорость и степень превращения реагента A, а также селективность по продукту R в момент времени, равный 30 с.

23. Для последовательной реакции первого порядка $A\rightarrow R\rightarrow S$ с константами скоростей реакции κ_1=$7{,}2\cdot10^{-3}c^{-1}$ и κ_2=$4{,}7\cdot10^{-3}c^{-1}$ рассчитать

максимальную производительность по продукту R, если перерабатывается $4{,}4 \cdot 10^{-2} с^{-1}$ рассчитать максимальную производительность по продукту R, если перерабатывается 4,4 $10^{-2} м^3/с$ реакционной смеси, поступающей с концентрацией $C_{A0} = 1{,}5$ кмоль/$м^3$. Какая при этом будет селективность по промежуточному продукту?

24. При 50 ^oC серная кислота имеет плотность 1600 кг/$м^3$. Определить плотность этой кислоты при 20 ^oC и её концентрацию. Для заданной плотности поправка на 1К соответствует 0,93.

25. Вертикальный цилиндрический сборник диаметром 4м заполнен наполовину 75 %-ной H_2SO_4. Плотность 75%-ной кислоты при 20^0 1669 кг/$м^3$. Определить количество моногидрата в сборнике.

26. Рассчитать диаметр сетки платино-родиевого катализатора для контактного аппарата, обеспечивающего получение 70 т/сут HNO_3. Степень превращения NH_3 в NO составляет 0,97, степень абсорбции 0,99. Окисление аммиака происходит при $1 \cdot 10^5$ Па (1атм). Напряжённость катализатора принять равной 600 кг/($м^2 \cdot$ сут). Содержание аммиака в смеси 11% (об.).