

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Химическая технология СЗ.Б.7

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Галкин В.И. , Бурнаева Л.М.

**Рецензент(ы):**

Миронов В.Ф.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Бурнаева Л.М. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова , Liliya.Burnaeva@kpfu.ru ; директор химического института Галкин В.И. директорат химического института им. А.М. Бутлерова Химический институт им. А.М. Бутлерова , Vladimir.Galkin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Химическая технология" является - знакомство с теоретическими основами химической технологии (физико-химические основы химических процессов, микро- и макрокинетика, теория подобия, критериальные уравнения, расчет химических реакторов), основными составляющими химико-технологических процессов (сырье, энергия, катализ, аппаратура, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы), а также рассмотрение на этой основе конкретных технологий производства некоторых важнейших химических продуктов (серной, азотной и фосфорной кислот, аммиака, мочевины, этилена, полимерных материалов).

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " С3.Б.7 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Дисциплина "Химическая технология" относится к профессиональному циклу (СЗ.). Для освоения данной дисциплины необходимы знания по курсам "Физика", "Экономика", "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Физическая химия", "Высшая математика."

Современная химическая технология является авангардом химии, ее вторжением в жизнь. Через посредство химической технологии химическая наука становится непосредственной производительной силой. Изучение современных производственных процессов с их характерными требованиями к сырью, энергетике, аппаратуре и экономике на основе знаний, полученных ранее в курсах по химии, физике, математике и другим естественным и общественным дисциплинам, дают представление об основных методах перехода от экспериментального изучения процесса к промышленному производству, методам физического и математического моделирования химико-технологических процессов, а также их оптимизации.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	знает основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
ПК-14 (профессиональные компетенции)	понимает основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат;
ПК-15 (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-16 (профессиональные компетенции)	понимает необходимость безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способен проводить оценку возможных рисков;
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способен на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности владеет навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;
ПК-5 (профессиональные компетенции)	знает основные этапы и закономерности развития химической науки, имеет представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков;
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способен ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности и к адаптации в новых условиях;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные законы и методы перехода от лабораторных исследований к реальному производству; физико-химические основы протекания химических реакций, предопределяющие условия их промышленной реализации: химическую термодинамику, микро- и макрокинетика, теоретические и практические аспекты каталитических процессов; принципы организации и технологические схемы производства наиболее важных неорганических и органических продуктов: аммиака, серной, азотной и фосфорной кислот, нефтепродуктов, полимеров;

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах физического и математического моделирования, знать основы теории подобия и составления на их основе критериальных уравнений.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об основных составляющих химико-технологического процесса и их взаимосвязи: сырье, энергия, химические, механические, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы; основами составления материального и энергетического балансов, расчета химических реакторов и ректификационных колонн.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы	6	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса	6	1,2	4	0	0	
3.	Тема 3. Сырье химической промышленности.	6	2	2	0	0	
4.	Тема 4. Энергетика химической промышленности.	6	3	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:	6	3,4	4	0	0	
6.	Тема 6. Катализ в химической промышленности	6	4	2	0	0	
7.	Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия. Критериальные уравнения.	6	5,5,6	6	0	0	
8.	Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.	6	6,7,7	6	0	0	
9.	Тема 9. Тепловые процессы.	6	8,8	4	0	0	устный опрос
10.	Тема 10. Массообменные процессы.	6	9,9	4	0	0	
11.	Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.	6	10	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты	6	10	2	0	0	
13.	Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты	6	11,11	4	0	0	контрольная работа
14.	Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот	6	12	2	0	0	
15.	Тема 15. Технология солей и удобрений	6	12	2	0	0	
16.	Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов	6	13,13	4	0	0	контрольная работа
17.	Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений	6	14, 14	4	0	0	тестирование
18.	Тема 18. Переработка ароматических углеводородов.	6	15,15	4	0	0	устный опрос
20.	Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.	7	1	0	0	4	
21.	Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.	7	2	0	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
22.	Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.	7	3	0	0	4	письменная работа
23.	Тема 23. Определение CO <sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.	7	4	0	0	4	
24.	Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры	7	5	0	0	4	коллоквиум
25.	Тема 25. Анализ воды.	7	6	0	0	4	
26.	Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.	7	7	0	0	4	
27.	Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик	7	8	0	0	4	устный опрос
28.	Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.	7	9	0	0	4	письменная работа
29.	Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения	7	10	0	0	4	письменная работа
30.	Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.	7	11	0	0	4	
31.	Тема 31. Определение вязкости	7	11	0	0	4	
32.	Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки	7	12	0	0	4	письменная работа
33.	Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.	7	13	0	0	4	
34.	Тема 34. Определение содержания асфальтенов	7	14	0	0	4	устный опрос
35.	Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов	7	15	0	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
36.	Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов	7	16	0	4	0	коллоквиум
·	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
·	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			60	4	64	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы, закономерности и методы. ХТ - важная область знаний и практической деятельности. Структура университетского курса ХТ. Идеология перехода от колбы к реактору.

### Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса, его основные составляющие: химические, механические, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы. Определение ХТП и его основных составляющих. Понятие о лимитирующей стадии и принципах управления ХТП.

### Тема 3. Сырье химической промышленности.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Сырье химической промышленности. Основные виды и источники сырья, их классификация. Методы подготовки и обогащения сырья. Принципы ресурсосберегающих технологий и вторичного использования сырья

### Тема 4. Энергетика химической промышленности.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Энергетика химической промышленности. Основные виды и источники энергии, их классификация. Перспективы развития источников энергии. Принципы энергосберегающих технологий и вторичного использования энергии.

### Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Физико-химические основы химической технологии: химическая термодинамика, микро- и макрокинетика. Основные законы химической термодинамики, микро- и макрокинетики, определяющие направление и скорость ХТП. Материальный и энергетический балансы.

### Тема 6. Катализ в химической промышленности

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Катализ в химической промышленности Принципы действия катализаторов. Их важнейшие характеристики. Состав и методы приготовления катализаторов.

### Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия.

#### **Критериальные уравнения.**

#### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия. Критериальные уравнения. Физическое и математическое моделирование. Теоремы подобия. Принципы составления критериальных уравнений. Основные критерии подобия.



## **Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.**

### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики. Основы гидростатики, система дифференциальных уравнений Эйлера. Гидродинамика: уравнения Эйлера и Навье-Стокса, закон Бернулли его применение. Аппараты гидромеханических процессов.

## **Тема 9. Тепловые процессы.**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Тепловые процессы. Основы теплопередачи и ее механизмы: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон охлаждения Ньютона. Режимы теплообмена. Теплообменные аппараты.

## **Тема 10. Массообменные процессы.**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Массообменные процессы. Основы массообмена. Массообменные процессы в ХТ: сорбция и ректификация. Расчет ректификационных колонн. Графический метод Мак-Кэба и Тиле.

## **Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов. Типы химических аппаратов и реакторов. Реакторы периодического и непрерывного действия, идеального смешения и идеального вытеснения. Основное уравнение химического реактора и его решение для реакторов различных типов.

## **Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Современные пути и способы управления производственными предприятиями. Сущность и задачи комплексной механизации и автоматизации химических производств. Задачи профессиональной гигиены и техники безопасности в химических производствах. ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ Виды серусодержащего сырья. Типы печей для обжига сульфидных руд и элементарной серы. Использование отходящих сернистых газов цветной металлургии и тепловых электростанций, серы и сероводорода при переработке сернистых нефтей. Физико-химические основы и схемы контактного производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы. Технологическая схема производства серной кислоты. Пути интенсификации сернокислотного производства.

## **Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси. Очистка газов. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза. Технологическая схема производства аммиака. Синтез мочевины. Физико-химические условия и схема производства. Производство азотной кислоты. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема производства разбавленной азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты. Производство нитрата аммония. Использование тепла реакции. Методы улучшения физических свойств. Технологическая схема.

## **Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Виды и главные месторождения фосфатного сырья. Кислотные, термические и гидротермические процессы переработки природных фосфатов, их сущность и перспективы. Электротермическое производство фосфора. Устройство электропечей. Физико-химические основы получения фосфора из природных фосфатов. Схема получения элементарного фосфора. Кислотные способы переработки фосфатного сырья. Экстракционная фосфорная кислота. Технологическая схема ее получения.

## **Тема 15. Технология солей и удобрений**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация. Основные процессы производства простого и двойного суперфосфатов. Суперфосфатная камера. Производство комплексных удобрений. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др. Производство калийных солей. Основные аппараты для получения хлористого калия из сильвинита.

#### **Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества. ПЕРЕРАБОТКА ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. Хлорирование метановых углеводородов. Устройство хлоратора. Дегидрирование метановых углеводородов. Окисление метановых углеводородов. ПРОИЗВОДСТВО НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. Производство этилена из этана. Физико-химические основы процесса. Производство этилена в трубчатых печах и на установках с движущимся зерненым теплоносителем. Технологическая схема. Пути использования. Ацетилен. Производство ацетилена разложением карбида кальция, методом термоокислительного крекинга (пиролиза) и методом электрокрекинга. Получение ацетилена в плазме. Физико-химические основы процессов. Производство ацетальдегида гидратацией ацетилена. Катализаторы. Технологическая схема. Пути использования.

#### **Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Контактный аппарат. Технологическая схема. Производство формальдегида. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема, применение формальдегида. Синтез углеводородов на основе синтез-газа. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Состав продуктов синтеза, их использование. Оксосинтез. Получение альдегидов на основе взаимодействия окиси углерода и водорода с олефинами (гидроформилирование олефинов). Катализаторы. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема.

#### **Тема 18. Переработка ароматических углеводородов.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Хлорирование бензола. Производство этилбензола. Окисление ароматических углеводородов. Производство химических волокон. Неорганические органические (искусственные и синтетические) волокна. Технологическая схема получения лавсана.

#### **Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с лабораторными работами. Методы газового анализа. Газовые законы. Приборы, используемые в газовом анализе. Решение задач по определению состава газов в смеси.

#### **Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Знакомство с устройством аппарата Орса. Определение содержания углекислого газа, кислорода и оксида углерода.

#### **Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Сжигание чугуна или стали и определение содержания в них углерода.

#### **Тема 23. Определение CO<sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение содержания углекислого газа в топочных газах на автоматическом газоанализаторе ГЭУК-21.

#### **Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Знакомство с приборами по определению температуры (стеклянно-жидкостные термометры), манометрический термометр, термометр сопротивления, термopара. Градуирование термopары.

**Тема 25. Анализ воды.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение общей жесткости воды посредством титрования трилоном Б Определение щелочности, карбонатной и некарбонатной жесткости воды. Определение хлоридов меркурометрическим способом и фосфатов калориметрическим методом.

**Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Умягчение жесткости воды путем замены катионов кальция и магния на натриевые.

**Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Перегонка нефти и определение удельного веса, показателя преломления, дисперсии, молекулярной рефракции и интерцепта рефракции.

**Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение содержания воды методом Дина-Старка.

**Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение температуры вспышки на приборе Мартенс-Пенского

**Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение плотности нефтепродуктов пикнометром и на весах Мора-Вестфалья

**Тема 31. Определение вязкости**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение условной вязкости на вискозиметре Энглера и кинематической вязкости в капиллярном вискозиметре

**Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение анилиновых точек для определения группового состава бензина прямой гонки

**Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов спектрофотометрическим методом.

**Тема 34. Определение содержания асфальтенов**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Выделение асфальтенов н-гептаном или петролейным эфиром из нефти с последующим отделением фильтрованием

**Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Исследование реагентов на деэмульгирующую способность методом бутылочного теста, основанного на сравнении динамики отстоя воды в присутствии реагентов-деэмульгаторов и без них (контрольный опыт)

**Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов**

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Разделы:1) происхождение нефти, ее состав 2) моторные топлива 3) общая схема переработки нефти 4) первичная переработка нефти 5) термический крекинг нефтепродуктов 6) каталитический крекинг 7) гидрокрекинг 8) риформинг 9) очистка нефтепродуктов

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Энергетика химической промышленности.	6	3	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
9.	Тема 9. Тепловые процессы.	6	8,8	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
13.	Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты	6	11,11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
16.	Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов	6	13,13	подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
17.	Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений	6	14, 14	подготовка к тестированию	8	тестирование
22.	Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.	7	3	подготовка к письменной работе	4	письменная работа
24.	Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры	7	5	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
27.	Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик	7	8	подготовка к устному опросу по определению оптических характеристик (показатель преломления, плотность)	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
28.	Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.	7	9	подготовка к письменной работе	4	письменная работа
29.	Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения	7	10	подготовка к выполнению лабораторной работы	4	письменная работа
32.	Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки	7	12	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
34.	Тема 34. Определение содержания асфальтенов	7	14	подготовка к выполнению лабораторной работы	6	оформленная лабораторная работа
36.	Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов	7	16	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
	Итого				88	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Демонстрационный материал по химическим производствам, экспресс-опросы во время лекций, направленные на повышение активной работы студентов во время лекций и обратной связи с аудиторией, разбор конкретных ситуаций, обеспечивающий безопасную работу в лабораторных условиях и на производстве, решение тестовых заданий по теме курса (см.следующий раздел), посещение химических производств (ОАО "Оргсинтез"), технологической лаборатории института органической и физической химии

Вопросы для самостоятельной работы:(18 часов)

- 1.Основы физико-химической классификации химико-технологических процессов.
- 2.Схемы движения материальных и энергетических потоков. Материальные и энергетические балансы.
- 3.Значение воды в химической промышленности.
- 4.Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
- 5.Важнейшие конструкционные материалы, используемые в химической технологии.
6. Общая схема переработки нефти.
- 7.Моторные топлива.
- 8.Термический и каталитический крекинг.
- 9.Химические реакции, протекающие при гидрокрекинге и риформинге.
- 10.Очистка нефтепродуктов.
- 11.Классификация металлов и сплавов.
- 12.Методы получения металлов.
- 13.Основные сорта и применение чугуна.
- 14.Способы производства стали. Ферросплавы.
- 15.Смолисто-асфальтеновые вещества.
- 16.Асфальты и битумы.
- 17.Методы измерения и регулирования температуры.
- 18.Виды термометров.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы**

**Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса**

**Тема 3. Сырье химической промышленности.**

**Тема 4. Энергетика химической промышленности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные виды и источники энергии, их классификация. Перспективы развития источников энергии. Принципы ресурсосберегающих технологий и вторичного использования энергии.

**Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:**

**Тема 6. Катализ в химической промышленности**

**Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия. Критериальные уравнения.**

**Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.**

**Тема 9. Тепловые процессы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основы теплопередачи и ее механизмы: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон охлаждения Ньютона. Режимы теплообмена. Теплообменные аппараты.

**Тема 10. Массообменные процессы.**

**Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.**

**Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты**

**Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты**

контрольная работа , примерные вопросы:

Способы получения азото-водородной смеси. Очистка газов. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Выбор оптимальных условий синтеза. Физико-химические условия и схема производства мочевины. Технологическая схема получения аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислот. Физико-химические основы процесса.

**Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот**

**Тема 15. Технология солей и удобрений**

**Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Хлорирование метановых углеводородов. Устройство хлоратора. Получение этилена в установке с движущимся зерненным теплоносителем. Полиэтилен низкого и высокого давлений. Нарисовать технологические схемы и назвать аппараты, используемые в этих производствах.

**Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений**

тестирование , примерные вопросы:

Производство ацетальдегида различными способами, их преимущества и недостатки. Тестирование.

**Тема 18. Переработка ароматических углеводородов.**

**Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.**

**Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.**

**Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.**

письменная работа , примерные вопросы:

Металлургия. Основные типы металлургических процессов. Методы получения металлов. Чугун и сталь. Процессы выплавки стали различными способами. К.С.Р. (3 часа) Письменная работа по методам получения металлов. Оформленная лабораторная работа по определению содержания углерода в образцах.

**Тема 23. Определение CO<sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.**

**Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры**

коллоквиум , примерные вопросы:

Температурные шкалы. Требования к физическим величинам для измерения температуры. Виды термометров (стеклянно-жидкостные, термометры сопротивления, манометрические, термопары и их виды). К.С.Р (2 часа) Регулирование температуры на лабораторном термостате. подготовка к выполнению лабораторной работы

**Тема 25. Анализ воды.**

**Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.**

**Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик**

устный опрос , примерные вопросы:

Состав и свойства нефтей (углеводородная, неуглеводородная и минеральные части нефти). Групповой анализ по определению содержания парафинов, нафтенов и ароматики. К.С.Р (4 часа). Определение выхода фракций и оптических характеристик: плотности, показателя преломления, удельной рефракции, дисперсии. Г Оформленная лабораторная работа

**Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.**

письменная работа , примерные вопросы:

Качественные испытания на воду. Количественное определение содержания воды по способу Дина и Старка К.С.Р. (3 часа) Оформленная лабораторная работа

**Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения**

письменная работа , примерные вопросы:

Температура вспышки и температура воспламенения. Зависимость этих температур от фракционного состава и давления. Знакомство с приборами по определению данных температур. К.С.Р (2 часа) Оформленная лабораторная работа.

**Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.**

**Тема 31. Определение вязкости**

**Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки**

письменная работа , примерные вопросы:

Групповой анализ с использованием метода анилиновых точек: метод равных объемов и метод максимальных анилиновых точек. К.С.Р (2 часа) Оформленная лабораторная работа

**Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.**

**Тема 34. Определение содержания асфальтенов**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Смолисто-асфальтеновые вещества. Асфальты, битумы и их виды, гудрон. К.С.Р (2 часа) Определение содержания асфальтенов. Оформленная лабораторная работа.

**Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов**

**Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов**

коллоквиум , примерные вопросы:

Термический крекинг, его разновидности. Каталитический крекинг и его преимущества перед термическим. Химические реакции, протекающие при каталитическом крекинге. Гидрокрекинг и его использование в нефтепереработке. Каталитический риформинг и химические процессы, протекающие при риформинге. Алкилирование и коксование. Очистка нефтепродуктов.

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Текущий контроль проводится путем письменных ответов (10-15 минут) по прохождению темы (см. приложение).

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ К ЗАЧЕТУ

1. Аппараты, используемые для очистки обжигового газа от пыли в производстве серной кислоты:

1. Циклон и вакуум-фильтры. 2. Электро- и вакуум-фильтры. 3. Циклон и электрофильтры. 4. Фильтры с асбестом.

2. Соответствует истине:

1.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 3420 \text{ кДж}$

2.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 3420 \text{ кДж}$

3.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 816000 \text{ Дж}$

4.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 - 816000 \text{ Дж}$

3. Условия, необходимые для получения  $\text{SO}_2$  при обжиге колчедана:

1.  $500^\circ\text{C}$ , количество воздуха незначительно превышает теоретическое.

2.  $700^\circ\text{C}$ , количество воздуха в 2-3 раза превышает теоретическое.

3.  $900^\circ\text{C}$ , теоретическое количество кислорода.

4. Отвод теплоты, количество воздуха в 1,6 раза превышает теоретическое,  $900^\circ\text{C}$

4. Циклон-аппарат в производстве серной кислоты используется:

1. Для освобождения обжигового газа от  $\text{SO}_3$ . 2. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от  $\text{As}_2\text{O}_3$ . 3. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от пыли. 4. Для освобождения  $\text{SO}_3$  от примесей.

5. Соответствует истине:

1.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

2.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

3.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

4.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

6. Катализатор, используемый промышленностью для окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  :

1. Pt. 2.  $\text{V}_2\text{O}_5$ . 3. Pd с Pt. 4. Железо пористое

7. Контактный узел производства серной кислоты включает:

1. Контактный аппарат. 2. Теплообменник, трубопроводы. 3. Контактный аппарат, трубопроводы, теплообменники. 4. Контактный аппарат и теплообменники.

8. Для поглощения оксида серы (VI) используется:

1. Вода. 2. Концентрированная серная кислота. 3. Разбавленная серная кислота.

9. Купоросное масло содержит:

1. 92.5%  $\text{SO}_3$ . 2. 70%  $\text{SO}_3$ . 3. 50%  $\text{SO}_3$ .

10. Основные аппараты при поглощении серного ангидрида в поглотительном отделении завода:

1. Холодильники, поглотительные башни, сборники, насосы.

2. Поглотительные башни, сборники, газоотделители.

3. Поглотительные башни, вакуум-фильтры, котел-утилизатор.

11. При "короткой" схеме производства серной кислоты отсутствуют:

1. Обжиг колчедана. 2. Поглощение  $\text{SO}_2$  водой. 3. Специальная очистка.

4. Охлаждение в контактном аппарате.

12. Основное сырье для получения серной кислоты:

1. Сернокислый алюминий. 2. Серный колчедан. 3. Сера

13. Аппараты, используемые в поглотительном отделении завода производства серной кислоты:

1. Абсорберы. 2. Адсорберы. 3. Контактный аппарат.



14. Производство серной кислоты является процессом:

1. Одностадийным. 2. Двухстадийным. 3. Трехстадийным.

15. Для обжига колчедана широко используются:

1. Печи со взвешенным (кипящим) слоем. 2. Трубчатая печь. 3. Контактный аппарат. 4. Печь пылевидного обжига.

16. Наиболее экономичные способы получения водорода для синтеза аммиака:

1. Конверсия метана и электролиз воды. 2. Крекинг метана и электролиз хлорида натрия. 3. Разделение коксового газа, электролиз воды и крекинг метана. 4. Конверсия метана и оксида углерода (II).

17. Метод выделения водорода из коксового газа, используемый в промышленности:

1. Ректификация после предварительного охлаждения коксового до 190° С.  
2. Конденсация водорода при глубоком охлаждении. 3. Фракционная конденсация водорода при постепенном охлаждении газовой смеси.  
4. Фракционная конденсация всех составных частей кроме водорода, при постепенном охлаждении газовой смеси или ректификации после сжижения.

18. Для ускорения процесса конверсии метана и исключения сажеобразования необходимо:

1. Повысить давление и температуру. 2. Использовать никелевый катализатор и избыток водяного пара. 3. Использовать никелевый катализатор и избыток метана. 4. Проводить процесс при пониженном давлении, избытке метана и температуре 1350° С.

19. Оптимальные условия синтеза аммиака:

1. 400-500° С, катализатор - пористое железо, давление - 35 МПа. 2. 300° С, катализатор - оксид алюминия, давление - 105 Па. 3. 300° С, катализатор - пористое железо, давление - 107 Па.

20. Примеси, присутствующие в азотоводородной смеси, являются обратимыми каталитическими ядами:

1. H<sub>2</sub>S, смазочное масло и СО. 2. СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О и О<sub>2</sub>. 3. H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> и PH<sub>3</sub>. 4. PH<sub>3</sub>, смазочное масло и СО<sub>2</sub>.

21. Термин "циркуляционный газ" это:

1. Азотоводородная смесь с остатком аммиака, возвращаемая в систему.  
2. Аммиак с незначительной примесью N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. 3. N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>. 4. Аммиак.

22. Примеси, присутствующие в азотоводородной смеси, являются необратимыми каталитическими ядами:

1. H<sub>2</sub>S, СО. 2. СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О и О<sub>2</sub>. 3. H<sub>2</sub>S, PH<sub>3</sub>. 4. PH<sub>3</sub>, СО<sub>2</sub>.

23. Универсальные аппараты, используемые в производстве аммиака:

1. Водяной конденсатор, колонна синтеза, испаритель. 2. Холодильник, компрессор, фильтр.  
3. Аммиачный холодильник, колонна синтеза, теплообменник, компрессор.

24. Соответствует истине:

1.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 907 \text{ кДж}$ .  
2.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 907 \text{ кДж}$ .  
3.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} - 907 \text{ кДж}$ .  
4.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 907 \text{ кДж}$ .

25. Катализаторы, используемые при окислении аммиака до оксида азота (II):

1. Палладий с родием. 2. Палладий с иридием. 3. Сплав платины с родием или платины с родием и палладием..

26. Уменьшение времени контактирования NH<sub>3</sub> с O<sub>2</sub> в присутствии катализатора вызывает:

1. Неполное окисление NH<sub>3</sub>. 2. Сгорание NH<sub>3</sub> до N<sub>2</sub>. 3. Образование димера оксида азота (II).  
4. Ничего не изменится.

27. Условия, оптимальные для окисления оксида азота (II) в оксид азота (IV):

1. Температура  $600^{\circ}\text{C}$ , избыток кислорода. 2. Температура ниже  $200^{\circ}\text{C}$ , избыток кислорода, повышенное давление. 3. Температура выше  $600^{\circ}\text{C}$ , избыток кислорода и повышенное давление. 4. Температура ниже  $200^{\circ}\text{C}$ , избыток кислорода, пониженное давление.

28. Нитроолеум - это:

1. Смесь азотной кислоты и серной. 2. Серная кислота, насыщенная оксидами азота. 3. Азотная кислота, насыщенная димером оксида азота ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ). 4. Раствор оксидов азота в азотной кислоте.

29. Оптимальные условия взаимодействия  $\text{NO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_4$  с водой:

1. Повышение температуры и давления. 2. Понижение температуры и повышение давления. 3. Понижение температуры и давления. 4. Избыток воды и повышение температуры.

30. Концентрирование азотной кислоты производят в присутствии:

1. Купоросное масло. 2. Раствор хлорида кальция. 3. Безводный сульфат натрия. 4. Безводный сульфат магния.

31. Абсорбция двуокиси азота водой:

1. Обратимый процесс. 2. Необратимый процесс. 3. Хемосорбционный процесс

32. Аппараты для концентрирования азотной кислоты:

1. Конденсатор, концентрационная колонна, холодильник, испаритель. 2. Абсорбер, контактный аппарат, фильтр. 3. Фильтр, воздушный компрессор, конденсатор.

33. Способы получения фосфорной кислоты:

1. Электролитический. 2. Электротермический. 3. Экстракционный.

34. Атмосфера на территории фосфорных производств загрязнена:

1.  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , пыль. 2.  $\text{HF}$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . 3. Пыль,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ . 4.  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , пыль.

35. Аппараты, используемые в производстве  $\text{H}_3\text{PO}_4$  экстракционным способом:

1. Грохот, дозатор, экстрактор. 2. Дозатор, вакуум-фильтр, камера вызревания. 3. Колонна синтеза, экстрактор, грохот. 4. Транспортер, экстрактор, вакуум-фильтр.

36. При электротермическом способе можно получить  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :

1. 36%. 2. 70%. 3. Любой концентрации.

37. Экстракционная  $\text{H}_3\text{PO}_4$  получается следующей концентрации:

1. 50%. 2. 36%. 3. 70%.

38. К простым удобрениям относятся:

1. Нитрат калия. 2. Мочевина. 3. Гипс.

39. Сырье для получения фосфорных удобрений:

1. Сильвинит. 2. Апатит. 3. Фосфорит.

40. Аммиачную селитру получают:

1. Взаимодействием аммиака с серной кислотой.  
2. Взаимодействием аммиака с азотной кислотой.  
3. Взаимодействием аммиака с углекислым газом с последующей дегидратацией.

41. Целесообразнее нейтрализовать фосфорную кислоту в суперфосфате:

1. Фосфоритная мука. 2. Аммиак. 3. Раствор щелочи. 4. Известняк или мел.

42. Простой суперфосфат содержит:

1. Монофосфат кальция. 2. Сульфат кальция. 3. Фосфат калия. 4. Монофосфат кальция + сульфат кальция.

4. Монофосфат кальция + сульфат кальция.

43. В состав двойного суперфосфата входят:

1. Фосфат железа. 2. Кремнезем. 3. Монофосфат кальция.

44. Двойной суперфосфат получают по следующему уравнению:

1.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ .
2.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
3.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .
4.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .
45. Преципитат получают:
  1.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , известняк. 2.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , фосфорит. 3.  $\text{HCl}$ , апатит. 4.  $\text{HNO}_3$ , фосфорит.
46. Для получения калийных удобрений широко используется:
  1. Карналлит ( $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ). 2. Сильвинит ( $\text{KCl} + \text{NaCl}$ ). 3. Каннит ( $\text{KCl} + \text{MgSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ). 4. Лангбейнит ( $\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MgSO}_4$ ).
47. Способ отделения  $\text{KCl}$  от  $\text{NaCl}$  при получении его из сильвинита: 1. Гравитационное обогащение. 2. Экстракция. 3. Флотация и избирательное растворение при нагревании. 4. Адсорбция.
48. В состав смешанного удобрения - КАС - входят:
  1. Мочевина - суперфосфат. 2. Аммиак - мочевины. 3. Аммиачная селитра - мочевины.
49. Условия получения формальдегида из метилового спирта:
  1. При наличии катализатора и температуре  $550-600^\circ\text{C}$ . 2. При наличии катализатора и температуре  $600-700^\circ\text{C}$ . 3. При отсутствии катализатора и  $600-700^\circ\text{C}$ . 4. При отсутствии катализатора и температуре  $300-400^\circ\text{C}$ .
50. Происходит циркуляция непрореагировавших веществ в производстве метанола:
  1. Нет. 2. Да. 3. В зависимости от технологической схемы. 4. В исключительных случаях.
51. Катализатор, используемый при одностадийном получении метилового спирта:
  1. Цинк-хромовый и медь-цинк-алюминий. 2. Фосфорная кислота. 3. Хром - никель. 4. Медь-цинк-хром и хром-никель.
52. Условия, необходимые для производства метанола:
  1. Сложный катализатор, температура  $300-400^\circ\text{C}$ , давление 20-30 МПа. 2. Простой катализатор, температура  $600^\circ\text{C}$ , давление 10-30 МПа. 3. Простой катализатор, температура  $250^\circ\text{C}$ , давление 10-20 МПа.
53. Экономически выгодный способ получения ацетилена:
  1. Из карбида кальция. 2. Электрокрекинг метана. 3. Термоокислительный крекинг метана. 4. Дегидрирование этилена.
54. Катализатор, используемый для получения уксусной кислоты из уксусного альдегида:
  1. Сульфат ртути. 2. Ацетат марганца. 3. Фосфорная кислота. 4. Хлорид меди.
55. Катализатор, применяемый при прямой гидратации этилена:
  1. Цинкохромомедный. 2. Железохромовый. 3. Фосфорная кислота, нанесенная на глазурированный алюмосиликат. 4. Фосфорная кислота, нанесенная на пористый алюмосиликат.
56. Последовательность аппаратов при производстве этилового спирта прямой гидратацией этилена:
  1. Компрессор, ленточный транспортер, отстойник, гидролизный аппарат.
  2. Конденсатор, дроссельный вентиль, нейтрализатор, сепаратор, ректификационная колонна. 3. Компрессор, теплообменник, трубчатая печь, реактор, сборник-сепаратор, холодильник, промывная колонна, ректификационная колонна.
57. Продукты хлорирования метана в одну стадию:
  1. Хлороформ. 2. Хлористый этил. 3. Хлористый метилен. 4. 1,1,2-трихлорэтан.
58. Продукты хлорирования ароматических углеводородов:
  1. Хлорбензол. 2. Хлораль. 3. Хлороформ. 4. Гексахлорциклогексан.
59. Монохлорбензол получают в присутствии катализатора:
  1.  $\text{FeCl}_3$ . 2.  $\text{AlCl}_3$ . 3.  $\text{CuCl}_2$ . 4.  $\text{NaCl}$ .
60. Перспективный способ получения ацетальдегида:
  1. Окислением пропилена. 2. Окислением этанола на палладиевом катализаторе.

3. Дегидрированием этанола. 4. Гидратацией ацетилена.
61. Катализаторы, используемые при получении ацетальдегида из этилена:
1.  $ZnCl_2$ . 2.  $HgCl_2$ . 3.  $PdCl_2$ . 4.  $AlCl_3$ .
62. Промышленный способ получения уксусной кислоты:
1. Сухая перегонка древесины. 2. Окислительное брожение этанола с участием микроорганизмов. 3. Окисление ацетальдегида.
63. Аппараты для получения этилена и пропилена:
1. Трубчатая печь. 2. Электролизер. 3. Установка с движущимся зерненным теплоносителем.
64. Реакция гидроформилирования:
1. Взаимодействие алканов с  $CO$ . 2. Взаимодействие олефинов с водородом.
  3. Взаимодействие олефинов с окисью углерода и водородом.
65. Катализаторы, используемые при оксосинтезе:
1. Карбонил кобальта. 2. Карбонил железа. 3. Железо.
66. Доступное сырье для получения лавсана:
1. Бензойная кислота. 2. Теревталевая кислота. 3. Салициловая кислота
67. Основная стадия получения лавсана:
1. Поликонденсация дигликольтерефталата. 2. Полимеризация гликоля.
  3. Окисление дигликольтерефталата.
68. Последовательность аппаратов при получении полиэтилена высокого давления:
1. Холодильник, смазкоотделитель, ванна, реактор, компрессор.
  2. Фильтр, компрессор, холодильник, смазкоотделитель, реактор, ванна.
  3. Компрессор, газоотделитель, реактор, ванна.
69. Последовательность аппаратов при получении полиэтилена низкого давления:
1. Мерник, смеситель, реактор, сепаратор, сборник.
  2. Смеситель, сепаратор, мерник, реактор, ванна.
  3. Реактор, холодильник, компрессор, сборник.
70. Последовательность аппаратов при получении уксусной кислоты:
1. Окислительная колонна, теплообменник, сепаратор, ректификационная колонна.
  2. Смеситель, холодильник, реактор, сепаратор, сборник.
  3. Теплообменник, компрессор, реактор, ректификационная колонна.

## КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### Билет 1.

1. Назовите технологическую схему, изображенную на рис.23, и аппараты 1, 7, которые используются в данном процессе. Объясните назначение каждого аппарата. Где применяется целевой продукт, получаемый в этом процессе?
2. Какие способы получения водорода для синтеза аммиака наиболее экономичны и почему?  
/. Конверсия метана и электролиз воды. 2. Крекинг метана и электролиз раствора хлорида. 2. Крекинг метана и электролиз раствора хлорида натрия. 3. Электролиз воды и крекинг метана.
4. Конверсия метана, оксида углерода (II) и разделение коксового газа.
3. Какая из приведенных реакций отвечает истине?
  1.  $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O + 907 \text{ кДж}$ .
  2.  $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O - 907 \text{ кДж}$ .
  3.  $4NH_3 + 5O_2 \sim 4NO + 6H_2O - 907 \text{ кДж}$ .
  4.  $NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O + 907 \text{ кДж}$ .

### Билет 2.

1. Какой технологический процесс изображен на рис.24. Назовите аппараты 2, 3 и поясните их назначение. Можно ли сократить технологическую схему за счет удаления аппарата 1? Напишите уравнения реакции, протекающей в аппарате 2.

2. Какие вещества, присутствующие в азотоводородной смеси, являются обратимыми каталитическими ядами?

1. H<sub>2</sub>S, смазочное масло и CO. 2. CO, COH H<sub>2</sub>O и O<sub>2</sub>. 3. H<sub>2</sub>St CH<sub>4</sub> и PH<sub>3</sub>. 4. PH<sub>3</sub>t смазочное масло и CO<sub>2</sub>.

3. Какой аппарат используется для поглощения нитрозных газов при получении разбавленной азотной кислоты?

1. Традиционный абсорбер с насадкой. 2. Поглотительная колонна с ситчатыми тарелками. 3. Поглотительная колонна с провальными тарелками. 4. Поглотительная колонна с колпачковыми тарелками.

Билет 3.

1. Назовите технологическую схему (рис.24) и аппараты 1, 4, объясните их назначение. Какая стадия отсутствует в этой схеме? Какой процесс протекает в аппарате 5?

2. Что понимается под термином "циркуляционный газ"?

/. Азотоводородная смесь с остатком аммиака, возвращаемая в систему. 2. Аммиак с незначительной примесью N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. 3. N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>. 4. Аммиак,

3. Каковы оптимальные условия взаимодействия N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> с водой?

1. Повышение температуры и давления. 2. Понижение температуры и повышение давления, 3. Понижение температуры и давления. 4. Избыток воды и повышение температуры.

Билет 4.

1. Назовите аппараты 1, 5 и технологическую схему, изображенную на рис. 25. Возможен ли процесс при отсутствии аппарата 1? Напишите уравнения реакций, протекающих в этих аппаратах.

2. Какой катализатор используется промышленностью для окисления SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub>?

1. Pt. 2. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 3. PdPt. 4. Железо пористое.

3. Какой продукт называется нитроолеумом?

/. Смесь азотной и серной кислот.. 2. Серная кислота, насыщенная оксидами азота. 3. Азотная кислота, насыщенная димером оксида азота (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)> 4. Раствор оксида азота в азотной кислоте.

Билет 5.

1. Назовите технологическую схему, изображенную на рис.25, и аппараты 7, 9, 10, которые используются в данном процессе. Объясните назначение каждого аппарата. Напишите уравнения реакций, протекающих в этих аппаратах.

2. Какие аппараты используются для очистки обжигового газа от пыли в производстве серной кислоты?

1. Циклон и вакуум-фильтры. 2. Электро- и вакуум-фильтры. 2. Циклон и электрофильтры. 4. Фильтры с асбестом.

3. Какие условия оптимальны для окисления оксида азота (II) в оксид азота (IV)?

1. Температура 600 X, избыток кислорода. 2. Температура ниже

200 X, избыток кислорода и повышенное давление. 3. Температура выше 600X1, избыток кислорода и повышенное давление. 4. Температура ниже 200 X, пониженное давление и избыток кислорода.

Билет б.

1. Какой технологический процесс изображен на рис.25. Назовите аппа?раты 2, 12, 13 и поясните их назначение. Какой процесс протекает в аппарате 13? Напишите уравнения реакций, протекающих в этих аппаратах.

2. Какие условия необходимы для получения SO<sub>2</sub> при обжиге колче?дана?

1. 500 X, количество воздуха незначительно превышает теоретическое. 2. 700 X, количество воздуха в 2-3 раза превышает теоретическое. 3. 900X1, теоретическое количество O<sub>2</sub>. 4. Отвод теплоты, количество воздуха в 1,6 раза превышает теоретическое, 900 X.

3. Какие изменения вызовет уменьшение времени контактирования аммиака с кислородом в присутствии катализатора?

1. Неполное окисление  $\text{NH}_3$ .
2. Сгорание  $\text{NH}_3$  до  $\text{N}_2$ .
3. Образование димера оксида азота (II).
4. Ничего не изменится.

Билет 7.

1. Назовите технологическую схему и аппараты 15, 16, 25 (рис.25). Можно ли сократить технологическую схему за счет удаления аппарата 16? Какой процесс протекает в аппарате 25?

2. Для чего используется циклон-аппарат в производстве серной кислоты?

/. Для освобождения обжигового газа от  $\text{SO}_3$ . 2. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от  $\text{As}_2\text{O}_3$ . 3. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от пыли. 4. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от примесей.

3. Какой катализатор используется при окислении аммиака до оксида азота (II)?

/. Палладий с родием. 2. Палладий с иридием. 3. Сплав платины с иридием. 4. Сплав платины с родием или платины с родием и палладием.

Билет 8.

1. Назовите аппараты 6, 7, 8 и технологическую схему, изображенную на рис. 26. Что подается в аппарат 6? Объясните этот процесс. Напишите уравнение реакции, протекающей в аппарате 8. Где применяется целевой продукт, получаемый по этой схеме?

2. Какие аппараты включает контактный узел в синтезе серной кислоты?

Л Контактный аппарат. 2. Теплообменник, трубопроводы. 3. Контактный аппарат, трубопроводы, теплообменники. 4. Контактный аппарат и теплообменники.

3. Что является характерной особенностью процесса синтеза аммиака?

1. Циркуляция газовой смеси. 2. Использование пористого железа в качестве катализатора. 3. Получение жидкого и газообразного аммиака. 4. Автотермичность синтеза.

Билет 9.

1. Назовите технологическую схему, изображенную на рис.26, и аппараты 10,11, 14. Объясните назначение этих аппаратов. Для чего подается вода в эти аппараты? Напишите уравнения реакций, протекающих в этих аппаратах.

2. Почему для поглощения оксида серы (VI) используется концентрированная серная кислота?

1. Скорость поглощения оксида серы (VI) повышается. 2. Парциальное давление паров воды и  $\text{SO}_3$  минимальное. 3. Получается продукционная кислота большей концентрации. 4. Не требуется охлаждения продукционной серной кислоты.

3. Какие универсальные аппараты используются в производстве аммиака?

1. Водяной конденсатор, колонна синтеза, испаритель. 2. Холодильник, компрессор, фильтр. 3. Конденсационная колонна и аммиачный испаритель. 4. Колонна синтеза, испаритель и фильтр.

Билет 10.

1. Какой технологический процесс изображен на рис.26? Назовите аппараты 14, 15, 18 и поясните их назначение. Какой процесс протекает в аппарате 18? Напишите уравнения реакций, протекающих в этих аппаратах.

2. Какие основные аппараты применяются при поглощении серного ангидрида в поглотительном отделении завода.

1. Холодильники, поглотительные башни, сборники, насосы, электрофильтры. 2. Поглотительные башни, сборники, газоотделители, насосы. 3. Поглотительные башни, холодильники, сборники, насосы, котел-утилизатор. 4. Поглотительные башни, вакуум-фильтры.

2. Как освободить аммиак от примеси оксида углерода (IV)?

1. Улавливание. 2. Поглощение водой. 3. Поглощение раствором

моноэтаноламина.

Билет 11.

1. Назовите технологическую схему и типовые аппараты 1, 3, 4, используемые в ней (рис.27). Что подается в аппарат 3? Какой другой метод получения данного продукта вам известен? Напишите уравнение реакции.
2. Какие аппараты используются в производстве  $H_3PO_4$  экстракционным способом?
7. Грохот, дозатор, экстрактор. 2. Дозатор, вакуум-фильтр, камера вызревания. 3. Колонна синтеза, экстрактор, грохот. 4. Транспортер, экстрактор, вакуум - фильтр.
3. Какой из видов сырья наиболее широко используется для получения калийных удобрений?  
1. Карналлит ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ). 2. Сильвинит ( $KCl + NaCl$ ). 3. Карналлит ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ). 4. Лангбейнит ( $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ).

Билет 12.

1. Какой технологический процесс изображен на рис.28? Назовите аппараты 2, 3 и поясните их назначение. Что подается в аппарат 2? Напишите уравнение реакции. Где применяется целевой продукт?
2. В присутствии каких веществ производят концентрирование азотной кислоты?  
Л Купоросное масло. 2. Раствор хлорида кальция. 3. Безводный сульфат натрия. 4. Безводный сульфат магния.
3. Каким способом отделяется хлорид калия от хлорида натрия при получении его из сильвинита?  
1. Гравитационное обогащение. 2. Экстракция. 3. Флотация и избирательное растворение при нагревании. 4. Абсорбция.

Билет 13.

1. Назовите технологическую схему, изображенную на рис. 29 и аппараты 2, 3, 4. Что в них подается? Какой принцип химической технологии реализован в протекающем процессе? Напишите уравнение реакции. Что изображено на рис.29а?
2. Какие аппараты используются при производстве фосфорной кислоты термическим способом?  
Л Электропечь, гидратор, дозаторы, камера сгорания, вакуум-фильтр. 2. Электропечь, шнековый смеситель, реактор. 3. Шнековый смеситель, электропечь, камера сжигания, гидратор. 4. Смеситель, реактор, гидратор, камера сжигания, картонный фильтр.
3. В какой форме находится азот в мочеvine?  
1. Аммиачная 2. Амидная 3. Нитратная.

Билет 14.

1. Назовите аппараты 1, 5 и технологическую схему, изображенную на рис.30. Поясните их назначение. Какой процесс протекает в аппарате 1? Можно ли сократить технологическую схему за счет удаления аппарата 4? Дайте объяснение. Напишите уравнение реакции получения целевого продукта.
2. Из какого сырья получают преципитат?  
Л Фосфорная кислота, известняк. 2. Фосфорная кислота, фосфорит.
3. Соляная кислота, апатит. 4. Азотная кислота, фосфорит.
3. Чем целесообразнее нейтрализовать  $H_3PO_4$  в суперфосфате?  
Л Фосфоритная мука. 2. Аммиак. 3. Раствор щелочи. 4. Известняк или мел.

Билет 15.

1. Назовите аппараты 3, 7, 11, 12 и технологическую схему, изображенную на рис.31. Объясните принцип действия аппаратов. Что является сырьем для получения целевого продукта?
2. Чем может быть загрязнена атмосфера на территории фосфорных производств?  
1.  $SiF_4$ ,  $HCl$ ,  $H_3PO_4$ , пыль. 2.  $HF$ ,  $SiF_4$ ,  $HCl$ ,  $H_3PO_4$ . 3. Пыль,  $SiF_4$ ,  $HF$ ,  $H_2SiF_6$ . 4.  $H_2SiF_6$ , пыль,  $HF$ ,  $H_2SiO_3$ .

1. Какой процесс характерен при получении аммиачной селитры? / Адсорбция 2. Абсорбция 3. Хемосорбция.

Билет 16.

1. Нарисуйте технологическую схему получения лавсана. Какие аппараты используются в этом производстве?
2. Назовите технологическую схему, изображенную на рис. 32, и аппараты 5, 7. Поясните принцип их действия. Какие другие способы получения целевого продукта вам известны. Напишите уравнения реакций.

Билет 17.

1. Нарисуйте технологическую схему получения этилена в установке с движущимся зерненым теплоносителем. Какие аппараты используются в этом производстве?
2. Какой технологический процесс изображен на рис.33? Назовите аппараты 1,4. Какой принцип химической технологии характерен для данного процесса? Где используется целевой продукт? Напишите уравнение реакций.

Билет 18.

1. Нарисуйте технологическую схему получения альдегидов реакцией гидроформилирования, назовите аппараты, используемые в данном производстве. Напишите уравнения реакций.
2. Назовите аппараты 3, 5 и технологическую схему, изображенную на рис. 34. Напишите уравнение реакций.

Билет 19.

1. Нарисуйте технологическую схему получения полиэтилена низкого давления, назовите аппараты, используемые в данном производстве. Напишите уравнения реакций.
2. Назовите технологическую схему, изображенную на рис.35 и аппараты 4, 6. В чем отличие данной технологической схемы от схемы синтеза аммиака? Дайте пояснение. Напишите уравнение реакции. Где используется целевой продукт?

Рефераты: Казаньоргсинтез - флагман химической промышленности России и Татарстана  
Производство полиэтилена высокого давления (экскурсия)

От технологической лаборатории до промышленного производства (экскурсия в ИОФХ им.А.Е.Арбузова)

## 7.1. Основная литература:

1.Харлампици Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс]

Издание: 2-е изд., перераб. Издательство: "Лань", 2013. - 448 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=32826](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=32826)

2.Кузнецова И.М., Харлампици Х. Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 384 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45973](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973)

3.Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). <http://znanium.com/bookread.php?book=468690>

4. Собанов А.А., Бурнаева Л.М., Галкина И.В., Тудрий Е.В. Анализ нефти и нефтепродуктов, Казань, 2011, 55 с

5.Собанов А.А., Бурнаева Л.М., Галкина И.В., Тудрий Е.В.Методические указания к курсу химическая технология (анализ нефти и нефтепродуктов). [Электронный ресурс] 2011. (Для студентов химического факультета) Режим доступа: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=27988](http://kpfu.ru/publication?p_id=27988)



6.Бурнаева Л.М., Галкин В.И., Черкасов Р.А. Химическая технология (технологические схемы), Казань, 2013, 36 с.

## 7.2. Дополнительная литература:

- 1.Медведева Ч. Б. Прикладная химия: химия и технология подготовки нефти: учебное пособие . Казань: Изд-во КНИТУ, 2012.85 с.
- 2.Шайер Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технология, практика. Санкт-Петербург, Изд. Научные основы и технологии, 2012, 641 с.
- 3.Шерышев М.А. Производство изделий из полимерных листов и пленок. Санкт-Петербург, Изд. Научные основы и технологии, 2011, 560 с.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Анализ нефти и нефтепродуктов - <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/070/78070/58988>  
производство изделий из полимерных листов -  
<http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10066>  
производство профильных изделий из ПВХ -  
<http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10068>  
Рециклинг пластмасс:наука, технология, практика -  
<http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10070>  
технология полуфабрикатов полимерных материалов -  
<http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10059>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Химическая технология" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

- лекционная аудитория с интерактивной доской
- ноутбук
- мультимедийный проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия высокомолекулярных и элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Галкин В.И. \_\_\_\_\_

Бурнаева Л.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Миронов В.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.