

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05

(Индекс дисциплины)

**Химическая технология органических и неорганических
веществ**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **54** Химических технологий

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профили подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	432	432	
	Аудиторные занятия	186	159	
	Лекции	88	61	
	Лабораторные занятия	98	98	
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	120	165	
	Промежуточная аттестация	126	108	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6,7,8	8,9,10	
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		12	12	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						4	4	4				
Очно-заочная								5	3	4		
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки

и на основании учебного плана № 1/1/530, 1/2/531

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области о теоретических и практических основ синтеза и превращений основных классов органических и неорганических соединений, находящим применение в различных отраслях промышленности

1.3. Задачи дисциплины

- Раскрытие значения химической технологии для развития народного хозяйства и промышленного производства России
- Формирование базовых теоретических представлений, лежащих в основе синтеза и применения органических и неорганических соединений
- Освоение методов синтеза основных классов неорганических веществ, включая соединения щелочных металлов, меди, стронция, цинка, алюминия, азота, фосфора, мышьяка, серы, хрома, фтора, галогенов, марганца, никеля, железа, кобальта и других элементов а также текстильно-вспомогательных веществ (солей, оксидов, кислот, щелочей и др.) для текстильной, кожевенной и меховой промышленности
- Освоение методов синтеза основных классов органических веществ, включая ациклические, карбоциклические, гетероциклические соединения, а также красителей для текстильной, кожевенной и меховой промышленности
- Приобретение практических навыков реализации важнейших методов синтеза и исследования свойств неорганических, органических веществ, красителей и пигментов
- Ознакомление с современными технологиями синтеза органических и неорганических продуктов в различных отраслях промышленного производства

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<i>второй</i>
Планируемые результаты обучения Знать: Основные понятия и методы классификации, синтеза, свойств и областей применения органических и неорганических веществ и красителей, современные технологии их получения и перспективы применения в различных отраслях промышленности и народного хозяйства Уметь: Объяснять свойства органических и неорганических соединений и их превращения (реакции) с теоретических позиций, исходя из электронного строения и структуры этих соединений, давать оценку технико-экономической и экологической составляющим современных технологий Владеть: Навыками синтеза базовых органических и неорганических веществ, работы на современных измерительных приборах и лабораторном оборудовании и обработки результатов, анализа электронной структуры органических и неорганических соединений		
ПК-20	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	<i>второй</i>

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
Планируемые результаты обучения		
Знать: Современные технологии получения и перспективы применения органических и неорганических веществ в различных отраслях промышленности и народного хозяйства		
Уметь: Использовать передовой опыт в синтезе органических и неорганических соединений		
Владеть: Навыками составления обзора информации по тематике исследования		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Общая химическая технология (ПК-16);
 Моделирование химико-технологических процессов(ПК-16);
 Информатика (ПК-20)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Введение в химическую технологию органических веществ			
Тема 1. Применение органических веществ в текстильной и легкой промышленности	6	10	
Тема 2. Основные сырьевые источники органических соединений	4	8	
Тема 3. Органическая химия и охрана окружающей среды	4	8	
Тема 4. Основные методы выделения и очистки органических веществ	6	10	
Тема 5. Анализ органических соединений	8	10	
Тема 6. Классификация и номенклатура органических соединений	6	10	
Тема 7. Базовые методы исследования структуры и свойств органических соединений	8	10	
Текущий контроль 1 (коллоквиум)	2	2	-
Учебный модуль 2. Синтез и свойства основных классов органических соединений			
Тема 8. Синтез и свойства ациклических соединений (углеводороды и их галогенопроизводные, спирты, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и их производные, Алифатические азотсодержащие соединения, соединения со смешанными функциями, элементоорганические соединения)	10	10	
Тема 9. Синтез и свойства карбоциклических соединений (ациклические и ароматические соединения, бензол и его производные, фенолы, ароматические амины, азо- и диазосоединения, ароматические альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты, многоядерные ароматические соединения)	7	10	
Тема 10. Синтез и свойства гетероциклических органических соединений (пяти- и шестичленные гетероциклические соединения, группа пиридина, группа 1,3,5,-триамина, нуклеиновые кислоты)	6	10	
Тема 11. Классификация, синтез и применение красителей	6	10	
Тема 12. Основные принципы построения технологических процессов синтеза органических продуктов с оценкой их технико-экономической эффективности и экологической безопасности	6	10	
Текущий контроль 2 (тестирование)	2	2	-
Учебный модуль 3. Анализ свойств органических веществ			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 13. Спектроскопические методы исследований и приборная техника (ИК, УФ, ЯМР, ЭПР и др.)	4	6	
Тема 14. Методы термического анализа, хроматографии и СЭМ	4	6	
Тема 15. Практические занятия по изучению свойств органических веществ	8	10	
Текущий контроль 3 (тестирование)	2	2	
Контрольная работа	-	-	
Промежуточная аттестация (экзамен)	45	36	
Учебный модуль 4. Введение в химическую технологию неорганических веществ			
Тема 16. Применение неорганических веществ в текстильной, легкой и других отраслей промышленности	10	4	
Тема 17. Основные сырьевые источники неорганических соединений	4	2	
Тема 18. Неорганическая химия и охрана окружающей среды	4	2	
Текущий контроль 4 (коллоквиум)	2	2	
Учебный модуль 5. Методы анализа неорганических соединений			
Тема 19. Основные методы выделения и очистки неорганических веществ	6	2	
Тема 20. Анализ неорганических соединений	12	10	
Тема 21. Классификация и номенклатура неорганических соединений	6	2	
Тема 22. Базовые методы исследования структуры и свойств неорганических соединений	10	8	
Текущий контроль 5 (коллоквиум)	2	2	-
Учебный модуль 6. Синтез и свойства основных классов неорганических соединений			
Тема 23. Синтез и свойства веществ на основе щелочных металлов и их соединений (оксиды, хлориды, сульфаты, фосфаты, карбонаты, гидриды и боргидриды калия и натрия). Базовые технологические процессы и технологические параметры процессов синтеза. Используемое оборудование.	6	5	
Тема 24. Производство соды и щелочей. Основы процессов аммонизации, карбонизации, кальцинации и др. Технологические схемы и аппаратное оформление. Известковый и электрохимический способы получения гидроксида натрия. Основы процесса каустификации содового раствора. Электролитический способ получения NaOH, проблема хлора и водорода.	8	5	
Тема 25. Синтез и свойства соединений на основе меди, стронция, цинка, бора и алюминия (оксиды, галогениды, сульфаты, титанаты, халькогениды, цинковые пигменты, тетра- и пербораты, борводороды, алюмосиликаты, нитраты и нитриды алюминия, фосфаты). Базовые технологические схемы и параметры процессов синтеза.	6	5	
Тема 26. Производство соляной кислоты. Технологические схемы, оборудование. Производство плавиковой кислоты и фторсодержащих солей. Технологические схемы, аппаратное оформление.	6	8	
Тема 27. Синтез и свойства неорганических соединений свинца, титана, азота, фосфора и их соединений (оксиды, хроматы, галогениды, нитраты, халькогениды, титанаты, оксиды азота, аммиак, карбамид, азотная кислота, нитрат и сульфат аммония, получение элементного фосфора, фосфорная кислота, фосфорный ангидрид, суперфосфаты, преципитат, термические фосфаты, фосфаты аммония). Принципы построения технологических процессов с оценкой их технико-экономической эффективности и экологической безопасности.	11	10	
Тема 28. Производство фосфорной кислоты, фосфорсодержащих солей и удобрений. Характеристика и свойства удобрений, их физиологическая характеристика. Производство простого и двойного суперфосфата, аммофоса, диаммофоса и нитрофоски. Теоретические основы разложения фосфатов азотной кислотой. Комплексная переработка апатитового концентрата с выделением стронция, фосфора, фтора, кальция. Аппаратное оформление производства триполифосфата натрия.	4	3	

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль 6 (Коллоквиум)	2	2	-
Промежуточная аттестация (экзамен)	45	36	
Учебный модуль 7. Получение и анализ неорганических пигментов			
Тема 29 Классификация, синтез и применение красящих пигментов неорганической природы (оксиды и соли металлов, комплексные соединения, бронзовые и алюминиевые порошки и др.).	12	12	
Тема 30. Характеристика электротермических процессов. Производство фосфора и обесфторенных фосфатов. Технологическая схема производства желтого фосфора.	4	4	
Тема 31. Санитарно-техническая характеристика неорганических веществ и промышленная безопасность.	2	2	
Текущий контроль 7 (Коллоквиум)	2	2	-
Учебный модуль 8. Получение и анализ интерференционных пигментов			
Тема 32. Способы получения подложки для интерференционных пигментов	12	12	
Тема 33. Реакция гидролиза высокоактивных солей металлов (четырёххлористый титан, трёххлористое олово). Способы управления реакцией гидролиза	14	14	
Тема 34. Влияние условий проведения реакции гидролиза на свойства неорганических интерференционных пигментов	8	8	
Текущий контроль 8 (Коллоквиум)	2	2	-
Учебный модуль 9. Методы изучения структуры и свойств неорганических пигментов			
Тема 35. Спектроскопические методы исследований и приборная техника (ИК, УФ, ЯМР, ЭПР и др.)	16	16	
Тема 36. Методы термического анализа, хроматографии, электронной микроскопии, микроанализа, качественного и количественного анализа и др.	16	16	
Тема 37. Практические занятия по изучению свойств неорганических веществ	18	18	
Текущий контроль 9 (Тестирование)	2	2	
Контрольная работа			
Промежуточная аттестация (экзамен)	36	36	
ВСЕГО	432	432	

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	3	8	3		
2	6	3	8	3		
3	6	3	8	3		
4	6	3	8	3		
5	6	2	8	2		
6	6	2	8	2		
7	6	2	8	2		
8	6	2	8	2		
9	6	2	8	2		
10	6	2	8	2		
11	6	2	8	2		
12	6	2	8	2		
13	6	2	8	2		

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	3	8	3		
14	6	2	8	2		
15	6	2	8	2		
16	7	3	9	2		
17	7	3	9	1		
18	7	2	9	1		
19	7	3	9	1		
20	7	3	9	1		
21	7	2	9	1		
22	7	3	9	2		
23	7	2	9	1		
24	7	3	9	1		
25	7	2	9	1		
26	7	3	9	2		
27	7	2	9	1		
28	7	3	9	2		
29	8	2	10	1		
30	8	2	10	1		
31	8	2	10	1		
32	8	2	10	1		
33	8	2	10	1		
34	8	2	10	1		
35	8	3	10	2		
36	8	3	10	1		
37	8	2	10	1		
ВСЕГО:		88		61		

3.2. Практические занятия

Не предусмотрены

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Основные приемы очистки красителей и волокон от примесей	6	5	8	5		
6	Основные типы реакций в органическом синтезе	6	4	8	4		
8	Синтез углеводов, спиртов	6	4	8	4		
8	Синтез кетонов, карбоновых кислот, ароматических аминов	6	4	8	4		
5	Распознавание текстильных волокон	6	4	8	4		
6	Омыление жирных кислот	6	4	8	4		
9	Синтез ПАВ, красителей	6	4	8	4		

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
15	Исследование свойств органических веществ с использованием различных методов анализа (по указанию преподавателя)	6	5	8	5		
20	Определение содержания азота в азотных удобрениях	7	4	9	4		
20	Анализ технической серной кислоты	7	4	9	4		
22	Определение влажности солей	7	4	9	4		
27	Синтез и окисление аммиака	7	4	9	4		
23	Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора	7	4	9	4		
22	Использование методов ДТА для анализа процессов разложения сульфата аммония и динатрийфосфата	7	2	9	2		
24	Определение карбонатной жесткости воды	7	4	9	4		
25	Получение и свойства борной кислоты	7	4	9	4		
27	Получение суперфосфата	7	4	9	4		
29	Синтез оксидов титана и цинка	8	6	10	6		
32	Получение подложки для интерференционных пигментов ленточным способом	8	3	10	3		
33,34	Нанесение на подложку из слюды оксидов металлов в реакции гидролиза	8	9	10	9		
35	Определение содержания хлорида калия в техническом образце	8	3	10	3		
37	Применение диоксида титана в текстильной печати	8	3	10	3		
37	Мерсеризация хлопчатобумажного волокна в концентрированном растворе гидроксида натрия	8	3	10	3		
37	Карбонизация шерстяного волокна с применением серной кислоты	8	3	10	3		
ВСЕГО:			98		98		

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,3,4,7,8	Коллоквиум	6,7,8	5	8,9,10	5		
2,5,6,9	Тестирование	6,7,8	4	8,9,10	4		

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	10	8	25		
	7	10	9	7		
	8	19	10	22		
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	6	21	8	101		
	7	21	9	14		
	8	39	10	46		
Подготовка к экзамену	6	45	8	36		
	7	45	9	36		
	8	36	10	36		
Выполнение контрольной работы						
ВСЕГО:		246		273		

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция диалог. Практикуются вопросы к аудитории по ходу лекции.	17	17	
Лабораторные занятия	Работа в лаборатории в режиме преподаватель – студент. Проведение лабораторного эксперимента под руководством преподавателя. Обсуждение полученных результатов	20	34	
	ВСЕГО:	37	51	

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1.	Аудиторная активность:	20	6 семестр

	посещение лекций и лабораторных занятий, прохождение устного собеседования по каждому разделу (теме) дисциплины		<p>Посещение лекций и лабораторных занятий (68 ч) – 1 балл за 1 ч аудиторных занятий, максимум 68 баллов. Ответы по заданиям: по 3 балла – по темам 1, 2, по 2 балла за работы по темам 3-15 - максимум 32 балла. Итого: максимум 100 баллов</p> <p>7 семестр Посещение лекций и лабораторных занятий (68 ч) – 1 балл за 1 ч аудиторных занятий, максимум 68 баллов. Ответы по заданиям: по 5 баллов – по темам 27-28, по 2 балла за работы по темам 16-26 максимум 32 балла. Итого: максимум 100 баллов</p> <p>8 семестр Посещение лекций и лабораторных занятий (50 ч) – 1 балл за 1 ч аудиторных занятий, максимум 50 баллов. Ответы по заданиям: по 7,5 баллов – по темам 29-32, по 4 балла за работы по темам 33-37– максимум 50 баллов. Итого: максимум 100 баллов</p>
2.	Подготовка презентаций, статей по результатам выполненных работ либо участие в студенческой конференции «Дни науки» с публикацией тезисов доклада	30	<p>Представление результатов лабораторных работ на занятии и их обсуждение в группе - максимум 68 баллов. Подготовленный материал устного доклада на студенческой конференции, в том числе тезисов доклада, – максимум 32 балла. Итого: максимум 100 баллов.</p>
3.	Сдача экзамена	50	<p>Ответы на теоретические вопросы экзаменационного билета (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум 50 баллов. Ответ на вопрос по типовому практическому заданию - максимум 50 баллов. Итого: максимум 100 баллов.</p>
Итого (%)		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

А)основная учебная литература

1. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Химическая технология неорганических веществ. Соединения алюминия, свинца, титана и азота [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М., Дашенко Н. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 104 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019327, по паролю.
2. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Химическая технология неорганических веществ. Соединения натрия, калия, меди, стронция, цинка и бора [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М., Дашенко Н. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 123 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019328, по паролю.
3. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Химическая технология неорганических веществ. Соединения фосфора, мышьяка, серы и хрома [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М., Дашенко Н. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 156 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019323, по паролю.
4. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Химическая технология неорганических веществ. Соединения фтора, хлора, брома, йода, марганца, железа, кобальта и никеля [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М., Дашенко Н. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 146 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019326, по паролю.
5. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Часть 1. Химическая технология органических веществ. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 185 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173, по паролю.
6. Дянкова Т.Ю. Химическая технология органических и неорганических веществ. Неорганические пигменты [Электронный ресурс]: учебное пособие / Дянкова Т.Ю. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 109 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019324, по паролю.

б) дополнительная учебная литература

1. Самченко С.В. Технология пигментов и красителей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Самченко С.В., Земскова О.В., Козлова И.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 151 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39665.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Химическая технология органических веществ. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.Х. Нуртдинов [и др.].— Электрон.текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010.— 164 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63541.html>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Киселев А.М. Экотехнологии отделки текстильных материалов: монография /А.М. Киселев, В. А. Епишкина, Р. Н. Целмс, А. А. Буринская, СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2016. – 336 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3316.
4. Киселев А.М., Ковжин Л.А., Дашенко Н.В. Синтез и применение красителей для колорирования текстильных материалов. Учебное пособие. СПб, СПГУТД, 2010. – 75 с. Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=785
5. Технология пигментов и красителей [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата направления подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов/ — Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 23 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36181.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю
2. Караулова И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru/>).
2. Электронные библиотечные ресурсы СПГУПТД. (<http://publish.sutd.ru/>).

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

1. 1. Windows 10,

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

1. Лекционная аудитория, компьютер с проекционным оборудованием для проведения презентаций.
- 2... Основной объем лабораторных и практических занятий проходит в лаборатории кафедры ХТ и ДТ, оснащенной лабораторным оборудованием:
 лабораторные столы,
 лабораторная стеклянная и фарфоровая посуда.
 электроплитки, термостаты, водяные бани, термометры, сушильные шкафы;
 -спектрофотокориметр;
 -спектрофотометр;
 -вытяжные шкафы;
 красители и полупродукты для синтеза красителей, химические реактивы.

8.6. Иные сведения и материалы

Текстильные материалы: пряжа и нити, текстильные полотна, волокна и пленки, а также химматериалы, в том числе красители и промежуточные продукты.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают изучение теоретических разделов с привлечением наглядных пособий, отражающих передовой отечественный и зарубежный опыт по вопросам химической технологии органических и неорганических веществ.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение разделов рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; - составление конспекта лекций, предполагающее в краткой форме в логической последовательности изложение теоретических аспектов и практических методов получения органических и неорганических веществ для различных отраслей промышленности.
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др., предполагают проведение учебного эксперимента (самостоятельно, либо под руководством преподавателя); наблюдение за процессом и др.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает методы синтеза соединений различных классов, исследует показатели качества полученных соединений с использованием методов физико-химического и спектрального анализа.</p> <p>Делает выводы о соответствии полученных органических и неорганических соединений справочным данным</p> <p>Обязательно следует предварительно изучить методические материалы по выполнению лабораторных работ, представленных в учебном пособии, выдаваемом студенту на весь учебный семестр</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа направлена на расширение, углубление и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и других источников информации; при подготовке к защитах лабораторных работ; к текущему контролю по дисциплине.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и отчеты о выполнении лабораторных работ, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя. Самостоятельная работа выполняется индивидуально.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-16/второй этап...	Излагает теоретические основы и технологические процессы синтеза основных классов органических и неорганических соединений. Обосновывает выбор критериев и факторов оптимизации технологических процессов, Составляет схемы синтеза химических соединений с учетом условий его проведения и целевого назначения конечного продукта Анализирует электронную структуру химических веществ. Проводит выбор параметров процесса, оборудования, оценивает уровень свойств объектов с учётом погрешности опыта	Вопросы для устного собеседования Практические задания Практическое задание	<i>Перечень вопросов (48 вопросов)</i> <i>Комплект заданий (3 штуки)</i> <i>Комплект заданий (3 штуки)</i>
ПК-20/второй этап	Озвучивает научно-техническую информацию о новых методах повышения выхода основного продукта, каталитических и некаталитических методах синтеза, внедрении биотехнологий, т.н. принципов «зеленой» химии Рекомендует новые препараты, оборудование и технологии для наиболее эффективного пути синтеза простых и сложных органических и неорганических веществ Выбирает эффективные технологические приёмы и формулирует задачи по исследуемой проблеме	Вопросы для устного собеседования Практическое задание Практическое задание	<i>Перечень вопросов (48 вопросов)</i> <i>Комплект заданий (3 штуки)</i> <i>Комплект заданий (3 штуки)</i>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Устное собеседование
86 - 100	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
75 – 85	4 (хорошо)	Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но допущены в ответах небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом при неполных, слабо аргументированных ответах. Присутствуют неточности в ответах, пробелы в знаниях по некоторым темам, существенные ошибки, которые могут быть найдены и частично устранены в результате собеседования Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

40 – 50		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, существенные ошибки, устранение которых в результате собеседования затруднено. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
17 – 39	2 (неудовлет- во- рительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
1	Основные этапы истории развития органического синтеза	1
2	Значение органической химии для нефтехимической, текстильной и легкой промышленности	1
3	Основные сырьевые источники органических соединений, экологические проблемы органической химии	2,3
4	Методы выделения и очистки органических веществ, анализ органических соединений	4
5	Классификация органических соединений	6
6	Номенклатура органических соединений	6
7	Развитие теоретических представлений в органической химии	7
8	Основные положения квантовой механики	7
9	Типы связей в химических соединениях	7
10	Образование ковалентных связей атомом углерода и свойства ковалентной связи	7
11	Понятие о теории резонанса, индукционные и мезомерные эффекты	7
12	Обобщенная теория кислот и оснований. Классификация органических реагентов и реакций	7
13	Понятие об оптической изомерии	7
14	Синтез и свойства углеводов и их галогенопроизводных	8
15	Синтез и свойства одно- и многоатомных спиртов	8
16	Синтез и свойства альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их производных (на конкретных примерах)	8
17	Получение и свойства сложных эфиров. Мыла и жиры.	8
18	Получение и свойства нитросоединений и алифатических аминов	8
19	Синтез и свойства аминокислот, пептидов и белков. Получение и свойства полиамидных волокон	8
20	Синтез и свойства углеводов (моно-ди- и полисахариды)	8
21	Получение и свойства элементоорганических соединений (соединения металлов 1-1У групп и переходных металлов, элементоорганические соединения У группы)	8
22	Бензол и его нитро- и сульфопроизводные, получение и свойства	9
23	Получение и свойства одно- и многоатомных фенолов	9
24	Получение и свойства ароматических аминов	9
25	Азо- и diaзосоединения, получение и свойства азокрасителей	9
26	Особенности синтеза и свойств ароматических альдегидов, кетонов и карбоновых кислот (на конкретных примерах)	9
27	Получение и свойства ароматических соединений с конденсированными бензольными ядрами	9
28	Пятичленные гетероциклические соединения (фуран, пиррол, тиофен, группа индола)	10
29	Получение и свойства соединений групп пиридина и 1,3,5-триазина	10
30	Химическая и техническая классификация красителей	11
31	Условия синтеза красителей (ализарин, кислотный-сине-черный, флуоресцеин, дисперсный синий К и др.)	12
32	Применение красителей для крашения и печатания текстильных, кожевенных и меховых материалов (на конкретных примерах)	12
33	Спектроскопические методы анализа органических соединений (люминесцентные спектры,	13

	УФ, ИК и др.)	
34	Методы ДТА и ТГА при анализе органических соединений	14
35	Метод газовой хроматографии при анализе органических соединений	14
36	Элементный анализ органических соединений	14
37	Методы сканирующей электронной микроскопии при исследовании строения и свойств органических соединений	14
38	Оценка колористических и прочностных показателей окрасок	15
39	Основные этапы истории развития неорганического синтеза	16
40	Значение неорганической химии для различных отраслей народного хозяйства	16
41	Основные сырьевые источники неорганических соединений	17
42	Экологические проблемы производства неорганических веществ	18
43	Методы выделения неорганических веществ	19
44	Методы очистки неорганических веществ	19
45	Анализ неорганических соединений	20
46	Классификация неорганических соединений	21
47	Номенклатура неорганических соединений	21
48	Методы исследования структуры неорганических соединений	22
49	Методы исследования свойств неорганических соединений	23
50	Развитие теоретических представлений в общей и неорганической химии	23
51	Обобщенная теория кислот и оснований.	21
52	Классификация неорганических реагентов и реакций	21
53	Понятие об оптической изомерии	22
54	Соединения калия и натрия, их получение	23
55	Соединения калия и натрия, их свойства	23
56	Соединения калия и натрия, их применение в различных отраслях промышленности	24
57	Производство соды и щелочей. Технологические схемы и аппаратное оформление.	24
58	Основы процессов аммонизации, карбонизации, кальцинации, регенерации аммиака, получения извести и диоксида углерода.	24
59	Известковый способ получения гидроксида натрия. Технологические схемы и оборудование.	24
60	Теоретические основы процесса каустификации содового раствора.	24
61	Отходы производства гидроксида натрия	24
62	Электролитический способ получения гидроксида натрия.	24
63	Соединения меди, стронция, цинка: их получение, свойства и области применения	25
64	Соединения меди, стронция, цинка: их свойства	25
65	Соединения меди, стронция, цинка: их области применения	25
66	Соединения алюминия и бора, их характеристика, особенности синтеза и возможности практического использования	25
67	Соединения алюминия и бора, особенности синтеза	25
68	Соединения алюминия и бора, их практическое использование	25
69	Производство серной кислоты. Виды сырья, современные катализаторы, перспективы развития сернокислотной промышленности	26
70	Производство соляной кислоты: оборудование	26
71	Производство плавиковой кислоты и фторсодержащих солей. Описание процесса и используемого оборудования.	26
72	Производство соляной кислоты: технология	26
73	Оксиды азота. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
74	Аммиак. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
75	Карбамид. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
76	Азотная кислота. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
77	Нитрат аммония. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
78	Сульфат аммония. Свойства, получение, технология производства, оборудование. Применение.	27
79	Оксиды фосфора. Характеристика производства и применения.	27
80	Комплексная переработка апатитового концентрата с выделением стронция, фтора, фосфора и кальция	27
81	Производство триполифосфата натрия. Технологические схемы, аппаратное оформление	27
82	Фосфорные кислоты. Характеристика производства и применения.	28
83	Фосфорные удобрения. Характеристика производства и применения.	28
84	Термические фосфаты. Характеристика производства и применения.	28
85	Фосфаты аммония. Характеристика производства и применения.	28
86	Производство фосфорной кислоты, фосфорсодержащих солей и удобрений	28
87	Характеристика удобрений, их физиологические свойства.	28
88	Производство простого и двойного суперфосфата, аммофоса и диаммофоса.	28
89	Производство нитрофоски.	28

90	Теоретические основы разложения фосфатов азотной кислотой.	28
91	Санитарно-техническая характеристика неорганических веществ и промышленная безопасность.	31
92	Характеристика отходов и возможности их применения	31
93	Проблемы выделения и использования хлора и водорода	31
94	Получение интерференционных пигментов	32
95	Свойства интерференционных пигментов	33
96	Реакция гидролиза при получении диоксида титана	34

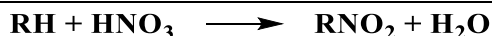
Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

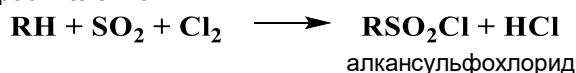
№ п / п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Обоснуйте выбор критериев и факторов оптимизации технологических процессов синтеза ацетальдегида	Для повышения выхода ацетальдегида необходима оптимизация теплового режима процесса, применение большого избытка водяного пара и поддержание неполной конверсии ацетилена в реакторе, что ускоряет гидратацию и замедляет побочную реакцию кротоновой конденсации ацетальдегида. При обычном соотношении водяного пара и ацетилена равном (7 - 10) : 1 и степени конверсии ацетилена 40 – 50 % выход ацетальдегида составляет 80 % с побочным образованием 6 – 7 % кротонового альдегида, 0,5 – 1 % уксусной кислоты и 0,3 % ацетона.
2	Составьте схему синтеза гликолей с учетом условий его проведения и целевого назначения конечного продукта	<p>Процесс проводится при температуре 160 – 200 °С под давлением без катализатора. Исходная смесь готовится из свежего и оборотного водного конденсата и этиленоксида с 15-ти кратным избытком воды. Смесь подается в смеситель и паровой подогреватель, где нагревается до 130 – 150 °С и поступает в реактор. Кроме этиленгликоля, ди- и триэтиленгликолей побочно образуется ацетальдегид и продукты его уплотнения. После выхода из реактора жидкость с температурой 200 °С дроселируется до атмосферного давления с испарением водной фазы и охлаждением до 105 – 110 °С. Далее смесь поступает в аппарат, являющийся первой ступенью многокорпусной выпарной установки (5 стадий). Выходящую из последней выпарной установки кубовую жидкость подвергают вакуумной ректификации в колонне, откуда смесь гликолей поступает в вакуумную колонну, где отгоняется достаточно чистый диэтиленгликоль, а в кубе остается смесь ди- и триэтиленгликолей. Как ценные продукты, их также разделяют на дополнительной вакуум-ректификационной установке.</p> <p>При синтезе целлозольвов для разделения смесей применяется не вакуумирование, а ректификация. При синтезе этаноламинов рециркулируются аммиак и вода, а этаноламины также разделяются вакуум-ректификацией.</p> <p>Целесообразным является осуществление совместного синтеза этилен- и диэтиленгликоля, целлозольва и карбитола, моно- и диэтанолamines при малом избытке второго реагента. При синтезе полигликолей и НПАВ обработка реакционной массы ограничивается отдувкой этиленоксида и нейтрализацией щелочного катализатора органической кислотой.</p>
3	Выберите параметр процесса жидкофазного хлорирования, оборудованного для его проведения, оцените уровень	<p>Жидкофазное хлорирование проводится путем барботирования газообразного хлора через жидкую реакционную массу, в которой газ растворяется и реакция протекает в растворе. Жидкой средой является сам органический реагент, который, как правило для осуществления реакции берется в избытке. При накапливании в реакционной массе образующихся продуктов ее плотность увеличивается, что служит способом контроля степени превращения. При синтезе жидких полихлорпарафинов и гексахлорсилолов состав и вид жидкой фазы меняются вплоть до образования вязкого или расплавленного продукта, практически не включающего исходного реагента. При получении твердых полихлорпарафинов и хлорированных полимеров для интенсификации гомогенизации смеси используют растворители (тетрахлорэтан, одихлорбензол), некоторые полимеры хлорируют в водных или других суспензиях.</p> <p>В промышленных условиях в процессах хлорирования используется химическое и фотохимическое иницирование. Первый способ имеет конструктивные преимущества, но связан с применением дорогостоящего инициатора. Во втором случае конструкция аппарата усложнена, но отсутствуют затраты на инициатор и получаемые вещества не загрязняются продуктами его разложения. В некоторых случаях, например, на начальных стадиях</p>

<p>свойств объектов с учётом погрешности опыта</p>	<p>хлорирования парафинов, целесообразно применение термического способа, осуществляемого в жидкой фазе при 120 – 150 °С (наиболее экономичный метод).</p> <p>На ход процесса оказывает влияние соотношение исходных компонентов, температура, концентрация инициатора и интенсивность облучения. При фотохимическом хлорировании температура практически не влияет на скорость реакции. Обычно применяется водяное охлаждение и процесс, например, синтеза гексахлорциклогексана, проводится при 40 – 60 °С.</p> <p>Жидкофазное хлорирование можно осуществить по периодической и непрерывной технологии. В обоих случаях основной аппарат (хлоратор) должен быть снабжен барботером для хлора, холодильником для отвода тепла, газоотделителем на линии отходящего газа (HCl), необходимыми коммуникациями и контрольно-измерительными приборами. В реакторе для фотохимического хлорирования дополнительно имеются излучатели (внутренние ртутно-кварцевые лампы, защищенные плафонами или наружные лампы, освещающие реактор через застекленные «окна» в корпусе).</p> <p>Первый тип реактора предназначен для периодических процессов и представляет собой пустотелую барботажную колонну с выносным охлаждением. Циркуляция реакционной массы через холодильник осуществляется насосом или естественным потоком за счет разности плотностей горячей и охлажденной масс. Данным способом получают полихлорпарафины, при этом при хлорировании полимеров в растворе возможно отведение тепла реакции за счет испарения растворителя, который конденсируется и возвращается в реактор с помощью обратного холодильника.</p> <p>Реактор непрерывного действия с внутренним охлаждением за счет змеевиков или водяной рубашки с обратным холодильником, представляет собой барботажную колонну, в которой жидкость и газ движутся в режиме противотока. Для повышения селективности рекомендуется секционирование колонны с установлением по ее высоте ряда тарелок или каскадов реакторов.</p> <p>При хлорировании низкокипящих веществ (1,1 и 1,2-дихлорэтанола) возможно отведение тепла за счет их испарения в токе HCl и в этом случае нет необходимости во внутреннем охлаждении, функцию которого выполняет обратный холодильник.</p>
<p>4 Пореконструируйте новые процессы, оборудование и технологию для наиболее эффективного пути переработки твердых алканов</p>	<p>Твердые алканы (>C₁₆) – входят в состав нефтяного парафина и церезина в количестве от десятых долей до 5 % в растворенном или взвешенно-кристаллическом состоянии. При низкой температуре растворимость твердых алканов в нефти мала, что является причиной отложения парафинов в скважинах и трубопроводах с затруднением транспорта и эксплуатации нефти. В состав нефтяных парафинов входит смесь алканов разной молекулярной массы и церезинов – нафтеновых углеводородов с боковыми цепями нормального и изостроения. Имея идентичную температуру плавления, церезины отличаются от парафинов большей молекулярной массой, вязкостью и плотностью. Парафины кристаллизуются в пластинчатой форме, церезины – в форме мелких игл.</p> <p>Метановые углеводороды практически нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в эфире, бензоле, толуоле и других ароматических углеводородах. Плотность алканов меньше плотности воды, температуры кипения и плавления возрастают в гомологическом ряду с увеличением молекулярной массы. Среди изомеров углеводороды нормального строения имеют более высокие значения плотности и температуры кипения. Алканы характеризуются высокой теплотворной способностью (ΔH_{сгор} = для CH₄ – 56; для C₄H₁₀ – 50; для C₈H₁₈ – 48 МДж/кг).</p> <p>Алканы относятся к низкорекционным органическим соединениям, но не являются химически инертными реагентами. В определенных условиях они могут вступать в реакции окисления, галогенирования, нитрования, сульфохлорирования, дегидрирования. При этом реакции сопровождаются замещением атомов водорода или разрывом цепи углеродных атомов.</p> <p>Галогенирование. Одна из наиболее характерных реакций алканов. Свободный фтор реагирует с ними со взрывом, хлор – под действием света, температуры (300°С) или в присутствии катализаторов</p> $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3 + \text{HCl}; \quad \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CHCl}_3 + \text{HCl}; \quad \text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CCl}_4 + \text{HCl}_{\text{хлор}}$ <p>Производные низших алканов используются в качестве растворителей, жиров, смол, каучуков и др. Галоидпроизводные алканов применяются для алкилирования ароматических углеводородов по реакции Фриделя-Крафтса</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_4\text{H}_9\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{C}_4\text{H}_9 + \text{HCl}$ <p>Хлорпроизводные алканов используются также для получения спиртов</p> $\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl} + \text{HCl}$ $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl} + \text{KOH} \longrightarrow \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH} + \text{KCl}$ <p>Нитрование. Замещение атома водорода в молекуле алкана на нитрогруппу происходит под действием разбавленной азотной кислоты в условиях жидкофазного нитрования. В промышленных масштабах используется парофазное нитрование при температуре 280 – 500 °С</p>

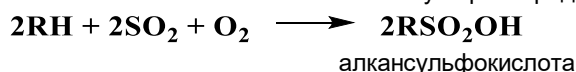


Сульфохлорирование и сульфоокисление

Сульфохлорирование:



Сульфоокисление:



Реакции протекают на свету или в присутствии катализаторов. Они лежат в основе синтеза поверхностно-активных веществ.

5 Выберите эффективные технологические приёмы переработки аренов и сформулируйте задачи по проблеме производства ароматических соединений

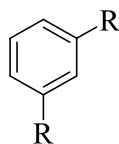
Ароматические углеводороды (арены) представлены в нефти, главным образом, полиметилзамещенными бензола. Содержание моноциклических аренов во фракциях нефти следующее:

- фракция до 200 °С – 5 – 25 %;
- фракция 200 – 350 °С – 15 – 35 %.

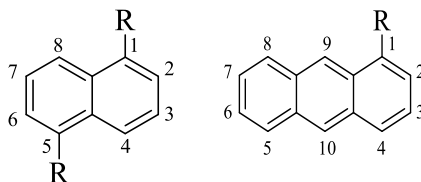
Помимо производных бензола, в керосиново-газойлевой фракции присутствуют нафталин и его гомологи (бициклические конденсированные ароматические углеводороды). Во фракции выше 350 °С содержится небольшое количество полициклических ароматических углеводородов с 3 - 5 конденсированными бензольными кольцами.

Строение аренов, присутствующих во фракциях нефти, отвечает следующим структурным формулам

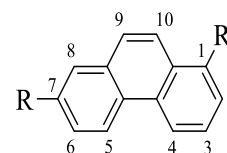
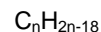
Общая формула



производные бензола



производные нафталина

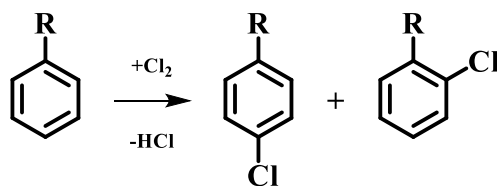


производные антрацена и фенантрена

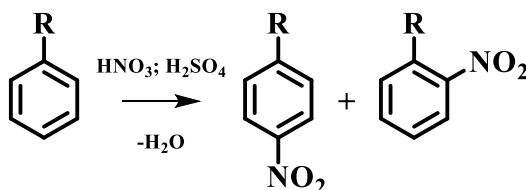
Физические свойства. Моноциклические арены по агрегатному состоянию представляют собой жидкости с различными температурами кипения. Полициклические конденсированные арены являются твердыми веществами с различными температурами плавления. Значения плотности и показателя преломления аренов выше, чем у соответствующих алканов и циклоалканов.

Химические свойства. Известно, что заместители в органических реакциях бывают двух типов: электродонорные (-CH₃; -OH; NH₂; -Cl; -F; -Br; -I), которые способствуют электрофильному замещению в о- и п-положениях бензольного кольца (заместители 1 рода) и электроноакцепторные (-NO₂; -SO₃H; -COH; -COOH), которые способствуют электрофильному замещению в м-положение бензольного кольца (заместители 2 рода).

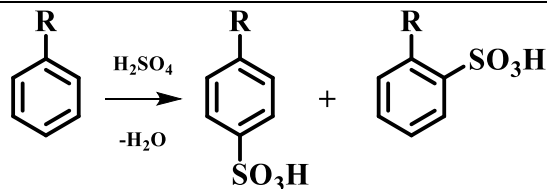
Реакции электрофильного замещения в кольце протекают без затруднений по следующей схеме



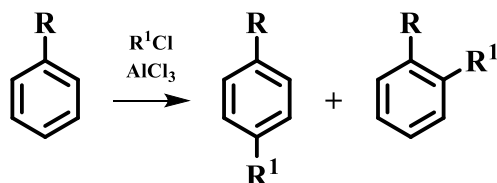
(галогенирование)



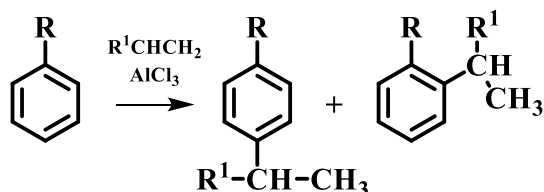
нитрование



сульфирование



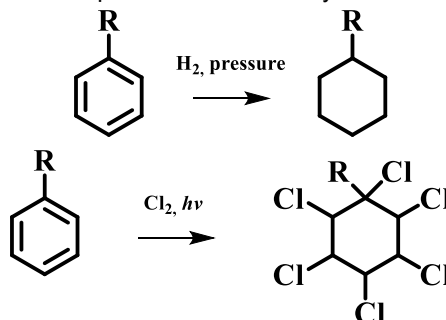
алкилирование



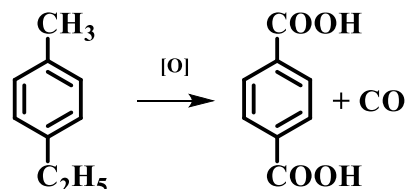
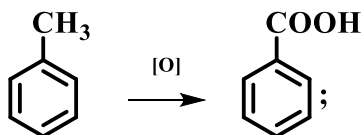
алкилирование

где R = CH₃, R¹ = Alk

Реакции присоединения протекают в жестких условиях по следующей схеме



Реакции окисления. Незамещенные бензолы окисляются трудно в жестких условиях, а алкилбензолы, напротив, легко по α-звену боковой цепи, образуя соответствующие карбоновые кислоты.



Применение аренов в органическом синтезе. Моноциклические арены, нафталин и его производные являются ценным химическим сырьем для нефтехимического и органического синтеза с целью производства синтетических каучуков, пластмасс, синтетических волокон, анилино-красочных, фармацевтических и взрывчатых веществ.

6 Проанализируйте электронную структуру ароматических соединений

Циклические сопряженные системы представляют большой интерес как группа соединений с повышенной термодинамической устойчивостью по сравнению с сопряженными открытыми системами. Эти соединения обладают и другими особыми свойствами, совокупность которых объединяют общим понятием *ароматичность*. К ним относятся способность таких формально ненасыщенных соединений вступать в реакции замещения, а не присоединения, устойчивость к действию окислителей и температуры.

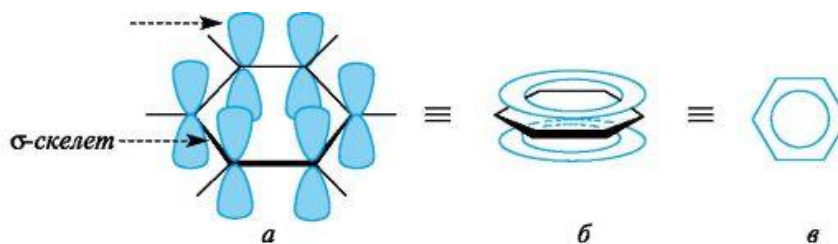
Типичными представителями ароматических систем являются арены и их производные. Особенности электронного строения ароматических углеводородов наглядно проявляются в атомно-орбитальной модели молекулы бензола. Каркас бензола образуют шесть sp²-гибридизованных атомов углерода. Все σ-связи (C-C и C-H) лежат в одной плоскости. Шесть негибридизованных p-АО расположены перпендикулярно плоскости молекулы и параллельно друг другу. Каждая p-АО в равной степени может перекрываться с двумя соседними p-АО. В результате такого перекрывания возникает единая делокализованная π-система, наибольшая

электронная плотность в которой находится над и под плоскостью σ -скелета и охватывает все атомы углерода цикла. π -электронная плотность равномерно распределена по всей циклической системе, что обозначается кружком или пунктиром внутри цикла. Все связи между атомами углерода в бензольном кольце имеют одинаковую длину (0,139 нм), промежуточную между длинами одинарной и двойной связей.

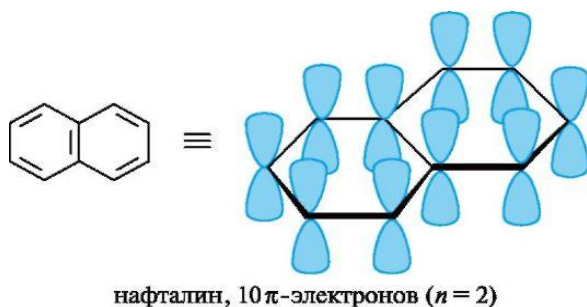
На основании квантово-механических расчетов установлено, что для образования таких стабильных молекул плоская циклическая система должна содержать $(4n + 2)$ π -электронов, где $n = 1, 2, 3$ и т. д. (правило Хюккеля, 1931). С учетом этих данных можно конкретизировать понятие «ароматичность».

Соединение ароматично, если оно имеет плоский цикл и сопряженную π -электронную систему, охватывающую все атомы цикла и содержащую $(4n + 2)$ π -электронов.

Правило Хюккеля применимо к любым плоским конденсированным системам, в которых нет атомов, являющихся общими более чем для двух циклов. Такие соединения с конденсированными бензольными ядрами, как нафталин и другие, отвечают критериям ароматичности.



Атомно-орбитальная модель молекулы бензола



Устойчивость сопряженных систем. Образование сопряженной и особенно ароматической системы - энергетически выгодный процесс, так как при этом увеличивается степень перекрывания орбиталей и происходит делокализация (рассредоточение) p -электронов. В связи с этим сопряженные и ароматические системы обладают повышенной термодинамической устойчивостью. Они содержат меньший запас внутренней энергии и в основном состоянии занимают более низкий энергетический уровень по сравнению с несопряженными системами. По разнице этих уровней можно количественно оценить термодинамическую устойчивость сопряженного соединения, т. е. его *энергию сопряжения* (энергию делокализации). Для бутадиена-1,3 она невелика и составляет около 15 кДж/моль. С увеличением длины сопряженной цепи энергия сопряжения и соответственно термодинамическая устойчивость соединений возрастают. Энергия сопряжения для бензола гораздо больше и составляет 150 кДж/моль.

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

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная

письменная

компьютерное тестирование

иная*

10.3.3. Особенности проведения экзамена

Во время проведения экзамена не разрешается пользоваться дополнительной литературой (справочниками, лекциями). Дается время на подготовку ответа 30 минут.