

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 10.07.2026 12:48:20
Уникальный программный ключ:
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

14 мая 2025г.



Рабочая программа дисциплины

Элементоорганическая химия

Закреплена за кафедрой:	Органической химии
Направление подготовки:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль):	Экспертная и медицинская химия: теория и практика.
Квалификация:	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения:	очная
Семестр:	9

Программу составил(и):

д-р хим. наук, зав. кафедрой, Ворончихина Людмила Ивановна

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Цель данного курса – познакомить студентов с основами органической химии элементов–неорганогенов, а также с прикладными аспектами элементоорганических соединений.

Задачи:

Задачи дисциплины: изучение химии переходных металлов, химии непереходных металлов и элементов не органогенов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Неорганическая химия

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216
в том числе:	
аудиторные занятия	69
самостоятельная работа	40
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	9

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
------------	-----------------------------	-------------	----------------	-------	-----------	------------

	Раздел 1. Тема 1. Предмет элементоорганической химии и ее место в ряду других химических дисциплин					
1.1	Возникновение элементоорганической химии – «третьей химии». Вклад русских химиков в становление и развитие новой отрасли химии. Классификация, некоторые свойства и номенклатура металлоорганических соединений (МОС).	Лек	9	2		
1.2	Общие способы образования связи углерод–элемент, методы получения: взаимодействие металла с органическим галогенидом, обмен галоида на металл, присоединение МОС и гидридов к непредельным соединениям, диазометод Несмеянова, реакции металлирования	Ср	9	5		
	Раздел 2. Тема 2. Некоторые вопросы строения и природы связи в МОС					
2.1	Различные типы связей в МОС. Понятие об электроотрицательности. Факторы, обуславливающие свойства МОС. Характерные связи между углеродом и непереходным элементом. Ионная связь МОС непереходных металлов, степень ионности (полярности) углерод–непереходный металл.	Лек	9	4		
2.2	Влияние полярности связи С–Ме на реакционную способность МОС. Ковалентная связь между углеродом и непереходным элементом. Валентные возможности непереходных металлов. Гибридизация орбиталей металла. Участие d-орбиталей в гибридизации.	Лаб	9	8		
2.3	Типы гибридных орбиталей и конфигурация комплекса. Правило эффективного атомного номера.	Ср	9	7		
	Раздел 3. Тема 3. Органические производные непереходных элементов					

3.1	Органические соединения щелочных металлов. Общая характеристика МОС группы. Природа связи С–Ме. Строение и реакционная способность. Методы получения. Физические и химические свойства. Применение в органическом синтезе. Анион–радикалы. Получение и свойства	Лек	9	4		
3.2	Реакции реактивов Гриньяра с различными соединениями. Применение магнийорганических соединений в синтезе.	Лаб	9	8		
3.3	Mg-органические соединения. История открытия реактивов Гриньяра, их достоинства. Строение реактивов Гриньяра. Получение алкил (арил)магнийгалогенидов и диалкил(диарил)-магния. Влияние различных факторов на реакционную способность Mg-органических соединений.	Ср	9	6		
	Раздел 4. Тема 4. Органические производные элементов III группы					
4.1	Органические соединения бора. Типы и номенклатура. Гибриды бора и их строение. Двух- и трехцентровые связи. Получение борорганических соединений. Координационные соединения бора. Гетероциклические соединения с атомом бора в цикле. Строение и получение боразола. Карбораны. Применение борорганических соединений.	Лек	9	2		
4.2	Применение Al-органических соединений в синтезе и промышленности: полимеризация олефинов, получение высших спиртов и карбоновых кислот, восстановление литий-алюминий гидридом	Лаб	9	8		

4.3	Алюминийорганические соединения. Природа C-Al. Типы и Al-органических соединений. Прямой их синтез, исходя из олефинов (Циглер). Реакции Al-органических соединений. Комплексные Al-органические соединения, их строение.	Ср	9	5		
	Раздел 5. Тема 5. Органические производные элементов IV группы					
5.1	Общая характеристика. История открытия и развития кремнийорганических соединений. Природа связи C–Si. Типы и номенклатура. Методы получения, в том числе и в промышленности. Свойства и реакции кремнийорганических соединений. Работы К.А. Андрианова. Получение и применение кремнийорганических сополимеров-силиконов.	Лек	9	3		
5.2	Способы получения свинецорганических соединений. Свойства и реакции. Тетраэтилсвинец как антидетонатор для моторного топлива. Значение свинецорганических соединений для теоретической органической химии. Опыты Панета – доказательство существования свободных радикалов.	Лаб	9	8		
5.3	Органические соединения германия, олова и свинца. Типы и номенклатура. Получение и свойства. Алкилгерманы и алкил(арил)станнаны, дистаннаны. Применение оловоорганических соединений: в качестве антиоксидантов, компонентов смешанных катализаторов полимеризации олефинов, в ветеринарной практике, в качестве фунгицидов.	Ср	9	5		
	Раздел 6. Тема 6. Органические производные элементов V группы					

6.1	Общая характеристика производных Р, As, Sb, Bi. Фосфорорганические соединения. Работы Арбузова и его школы. Типы органических производных трех- и пятивалентного фосфора, номенклатура.	Лек	9	2		
6.2	Сравнительная характеристика с соединениями азота. Строение фосфорорганических соединений (ФОС) (валентные состояния атома фосфора в органических соединениях). Основные методы синтеза различных ФОС. Перегруппировка Арбузова – получение эфиров фосфиновых кислот.	Лаб	9	6		
6.3	Органические соединения мышьяка. Типы органических соединений трех- и пятивалентного мышьяка, номенклатура. Способы получения. Работы А. Льюиса. Применение мышьякорганических соединений в химиотерапии (сальварсан, арренал, атокол). Боевые отравляющие вещества (адамсит, люизит).	Ср	9	5		
	Раздел 7. Тема 7. Органические соединения переходных металлов					
7.1	Классификация органических лигандов. Классификация π -комплексов по типу лиганда.	Лаб	9	6		
7.2	Открытие МОС переходных металлов. Понятие о типах связи Ме-С в органических соединениях переходных металлов.	Ср	9	0		
	Раздел 8. Тема 8. π -Комплексы с двух-, трех- и четырехэлектронными лигандами					
8.1	Химические свойства: расщепление галоидных мостиков (Br, I, SCN), перенос аллильного лиганда. π - π - и π - π -переходы. Применение π -аллильных комплексов в качестве катализаторов стереоспецифической полимеризации олефинов и диенов.	Лаб	9	4		

8.2	Олефиновые комплексы. Понятие о типах комплексов переходных металлов с олефинами и ацетиленами. Строение комплексов. Роль промежуточного образования комплексов металлов с олефинами в гомогенном катализе. Синтезы Реппе.	Ср	9	4		
	Раздел 9. Тема 9. Комплексы с пятиэлектронными лигандами					
9.1	Металлоцены сэндвичевого строения. Дициклопентадиенильные соединения переходных металлов. Общие методы получения. Ферроцен. Строение ферроцена.	Лаб	9	4		
9.2	Ареновые комплексы переходных металлов. Дибензолхром. Установление строения (Л. Онгазэр). Общие методы получения. Смешанные ареновые комплексы. Химические свойства. Катион дибензолхрома и его свойства.	Ср	9	3		
	Раздел 10. Контроль					
10.1	Контроль знаний	Экзамен	9	27		

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
2	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
3	Активное слушание
4	Технологии развития критического мышления

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей аттестации приведены в приложении 2

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации приведены в приложении 2

8.3. Требования к рейтинг-контролю

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	OpenOffice

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Репозиторий ТвГУ
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
3	ЭБС ТвГУ
4	ЭБС BOOK.ru
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС IPRbooks
7	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
8	ЭБС «ЮРАИТ»
9	ЭБС «ZNANIUM.COM»

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-405	комплект учебной мебели, насос ВНВП, роторный испаритель, компьютер, горелка, шкаф, эл. печь

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы приведены в приложении 1 и 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образовательные технологии:

1. Проектная технология
2. Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.).

ПРИМЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Индивидуальные домашние задания ставят своей целью не простое прочтение материала и решение необходимого набора задач и упражнений по теме, а разработку предложенной темы в сравнении с химией аналога либо антипода и проведение сравнительного анализа, выявление общих, либо отличительных особенностей. Установление причин сходства или различия. Такая работа полезна, поскольку заставляет студента осмысленно подходить к материалу и исключает возможность повторения, прописных истин учебника. Для выполнения подобных заданий студентам необходимо просмотреть оригинальные журнальные статьи или обзоры. В каждом конкретном случае студенту предлагается дополнительная литература.

Чтобы облегчить работу студента и привести в логическую схему их литературный поиск предлагается следующий план для сравнительного анализа:

1. Гибридизация орбиталей. Химическая связь. Геометрия молекул.
2. Методы получения. Особенности.
3. Особенности структуры гетероатома.
4. Типы органических производных.
5. Основные химические реакции и условия их проведения.
6. Основные области проведения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Строение и природа связи в элементоорганических соединениях

1. Что лежит в основе деления всех элементов на переходные и непереходные? К каким элементам следует отнести медь, серебро и золото?
2. Каким образом осуществляется связь переходного металла с лигандом? Объясните возникновение связей в молекуле ферроцена.
3. В чем принципиальное отличие структуры и химической связи «классических» элементоорганических соединений от структуры и типа связей в комплексах переходных металлов?
4. Чем определяется характер связи углерод-элемент? Приведите типичные примеры.

5. От каких факторов зависит реакционная способность элементоорганических соединений? Приведите наиболее (и наименее) реакционноспособные элементоорганические соединения.

Органические соединения элементов первой группы

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) диэтилцинк, б) виниллития, в) метилкадмийхлорида,
г) хлористой ртути
2. Из бромистого этила получить:
а) этилнатрий, б) диэтилцинк, в) диэтилртуть
3. Расшифруйте следующую схему превращений:
- $$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{Na} \xrightarrow{\text{пропилен}} \text{A} \xrightarrow{\text{диизопропилкетон}} \text{B} \xrightarrow{\text{вода}} \text{C}$$
4. Литийалкилы присоединяются к диенам с сопряженными двойными связями в положении 1,4 и 1,2. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутиллития с дивинилом и изопреном.
5. Какие соединения образуются при действии на этилнатрий следующих веществ:
а) вода, б) пропиловый спирт, в) ацетон, г) пропионовый альдегид,
д) двуокись углерода, е) 1-бромпропан.

Органические соединения элементов второй группы

1. Какими методами можно получить полные и смешанные магнийорганические соединения?
2. Какую реакцию называют реакцией «меркурирования»? Напишите реакции взаимодействия с ацетатом ртути следующих веществ:
а) бензола, б) хлорбензола, в) анилина, г) фенола. К какому типу относятся данные реакции? В каком случае реакция протекает легче?
3. Напишите реакции взаимодействия β-хлорвинилмеркурхлорида с гидроксидом серебра, йодом и фенилмагнийбромидом. Объясните образование продуктов переносом реакционного центра.
4. Получите метилдиэтилкарбинол: а) из карбонильного соединения, б) из эфира карбоновой кислоты.

5. Объясните, почему реактив Гриньяра легко присоединяется к карбонильной группе, но не реагирует с этиленовой связью? В каких случаях возможно присоединение реактива Гриньяра к двойной связи?

Органические соединения элементов третьей группы

1. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



2. Предложите методы синтеза:

а) первичного бутилового спирта, б) втор-бутилкарбинола,
в) 1-пентанола, используя реакцию окисления борорганических соединений пероксидом водорода.

3. К Циглер открыл реакцию прямого синтеза триалкильных соединений алюминия из олефинов, водорода и порошкообразного алюминия. Как будет протекать реакция образования триалкильных соединений алюминия из веществ:

а) этилена, б) пропилена, в) изобутилена.

4. Укажите, какую геометрию молекул имеет трехфтористый бор, триметилбор, борная кислота, триметилбор-аммиак. Почему в этих соединениях бор называют электронодефицитным?
5. Напишите реакцию взаимодействия триметоксибора с одной, двумя и тремя молекулами этилмагнийхлорида.

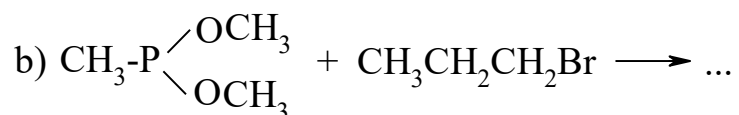
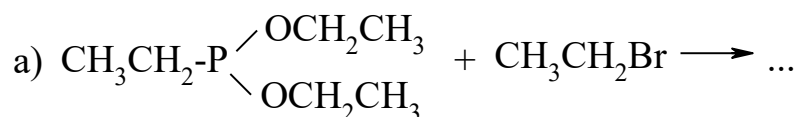
Органические соединения элементов четвертой группы

1. Объясните сходство и различие химии углерода и кремния, сравнивая свойства кремнийорганических соединений со свойствами аналогично построенных соединений углерода.
2. Какие реакции лежат в основе получения полимерных кремнийорганических соединений? Приведите примеры.
3. Напишите реакцию взаимодействия тетрахлорсилана с бутанолом-1. Полученное соединение введите в реакцию с метилмагнийхлоридом. Напишите уравнения реакций и назовите продукты.

4. Приведите примеры органических соединений двухвалентного олова. Назовите их. Объясните, почему эти соединения способны легко полимеризоваться.
5. Алкильные производные кремния получают присоединением моно- и диалкил, арилхлорсиланов и галогеносиланов, имеющих связь Si-H, к алкенам и алкинам. Как будут протекать реакции взаимодействия трихлорсилана с этиленом, пропиленом и метилацетиленом? Напишите уравнения реакций.

Органические соединения элементов пятой группы

1. Напишите общие формулы фосфорорганических кислот, которые лежат в основе фосфорорганических соединений.
2. Характерным свойством фосфонистой кислоты (фосфонитов) является их способность к перегруппировке Арбузова под действием галоидных алкилов. При этом получают эфиры диалкилфосфиновых кислот. Допишите уравнения реакций и назовите исходные и конечные вещества:

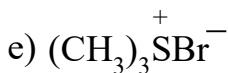
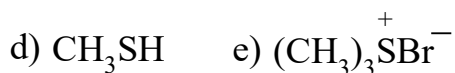
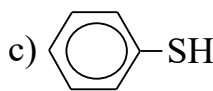
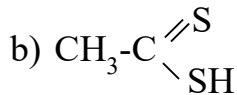


3. Покажите, каким образом можно синтезировать приведенные ниже соединения из указанных исходных веществ:
 - а) трибензилфосфиноксид из бензилхлорида и тринатрийфосфида,
 - б) диэтилаллилфосфанат из аллилхлорида и триэтилфосфита,
 - в) бензилфосфоновую кислоту из бензилхлорида и треххлористого фосфора.
4. Какие соединения образуются при окислении перекисью водорода этилфосфина, диэтилфосфина, триэтилфосфина, диметилфосфиноксида.
5. Общим методом получения арсоновых кислот, главным образом алифатического ряда, является реакция Мейера, которая заключается во

взаимодействии алкилгалогенидов с арсенитом натрия. Получите этим методом метиларсоновую кислоту.

Органические соединения элементов шестой группы

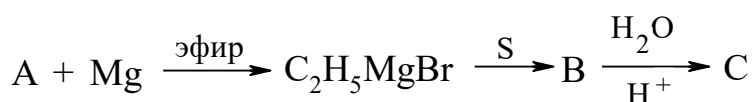
1. Назовите следующие соединения:



2. Объясните, почему тиолы отличаются от спиртов в том отношении, что они не взаимодействуют сколько-нибудь легко с бромистым водородом.

3. Получите этансульфоновую кислоту известными вам способами.

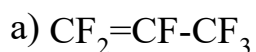
4. Осуществите следующие превращения:



5. Приведите примеры основных типов органических производных селена и теллура. Назовите их.

Органические соединения элементов седьмой группы

1. Назовите следующие соединения:



2. Перфторуглеводороды кипят ниже соответствующих углеводородов. Объясните наблюдаемое явление.

3. Напишите реакцию полимеризации перфторэтилена. Приведите примеры практического использования тефлона.

4. Метод электрохимического фторирования (Саймонс) применяется для получения полностью фторированных кислот, аминов, эфиров. В чем сущность этого метода?

Органические соединения переходных элементов

1. Органические лиганды, участвующие в образовании комплексов с переходными металлами по числу электронов, участвующих в образовании химической связи, подразделяются на одно-, двух- и т.д. электронодонорные. Приведите примеры пяти-, шести- и семиэлектронодонорных лигандов и типы образуемых ими комплексов.
2. Напишите реакцию получения дициклопентадиенилжелеза (ферроцена). Какие реакции наиболее характерны для этого соединения? Приведите примеры.
3. Приведите примеры известных вам небензоидных ароматических систем. Объясните их устойчивость.
6. Напишите реакцию получения дибензолхрома по Фишеру.
7. Перечислите известные вам методы получения карбониллов металлов и напишите реакции.
8. Перечислите основные типы органических производных переходных металлов.
9. Объясните причину неустойчивости σ -алкильных и σ -арильных производных большинства переходных металлов.
10. Определите формальную валентность металла в
 - а) дибензолхроме,
 - б) дициклопентадиенилжелезе,
 - в) феррициний-катионе.
11. Приведите примеры комплексов переходных металлов с 2-х, 3-х и 4-х электронными лигандами. Назовите их.
12. Перечислите основные типы органических производных переходных металлов.
13. Какова природа химической связи в молекуле ферроцена?
14. Напишите реакцию получения аминферроцена (ферроцениламина). Сравните его основные свойства с анилином.
15. Напишите реакции взаимодействия пентакарбонила железа с
 - а) щелочью,
 - б) йодом,
 - в) пиридином.

Требования к рейтинг-контролю (для экзамена)

Модули	Темы	Виды работ	Баллы
--------	------	------------	-------

9 семестр			
I модуль	Тема 1. <i>Предмет элементоорганической химии и ее место в ряду других химических дисциплин</i>	Самостоятельная работа	5
		Лабораторные работы	5
	Тема 2. <i>Некоторые вопросы строения и природы связи в МОС</i>	Лабораторные работы	5
		Самостоятельная работа	5
	Тема 3. <i>Органические производные непереходных элементов</i>	Лабораторные работы	5
		Самостоятельная работа	5
	Тема 4. <i>Органические производные элементов III группы</i>	Лабораторные работы	5
		Самостоятельная работа	5
	Тема 5. <i>Органические производные элементов IV группы</i>	Лабораторные работы	5
		Самостоятельная работа	5
	Тема 6. <i>Органические производные элементов V группы</i>	Лабораторные работы	10
		Самостоятельная работа	5
	Тема 7. <i>Органические соединения переходных металлов</i>	Лабораторные работы	10
		Самостоятельная работа	5
	Тема 8. <i>π-Комплексы с двух-, трех- и четырехэлектронным илигандами</i>	Лабораторные работы	10
		Самостоятельная работа	5

	Тема 9. <i>Комплексы с пятиэлектронными лигандами</i>	Самостоятельная работа	5
	Тема 10. <i>Комплексы с шести- и более электронными лигандами</i>	Лабораторные работы	10
	Экзамен		40
Итого:			100

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

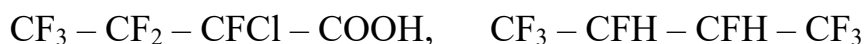
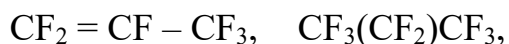
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Органические соединения седьмой группы

1. Назовите следующие соединения:



2. Перечислите известные методы получения перфторированных углеводородов. Объясните роль катализатора.

3. Объясните, почему перфторалканы обладают высокой химической и термической стабильностью?

Органические соединения шестой группы

4. Объясните причину отсутствия у серы способности к образованию π -связей обычного типа.

5. Напишите структурные формулы следующих соединений:

ди-трет-бутилтиокетон, метилтиоацетат, триметилендисульфид

6. Напишите реакции взаимодействия

а) дифенилселена с метилиодидом,

б) дипропилтеллура с хлористым бензилом

Органические соединения пятой группы

7. Напишите реакцию получения триэтиларсина взаимодействием соответствующего галогенида мышьяка и реактива Гриньяра.

8. Лекарственный препарат фосфакол, применяемый для лечения глаукомы, получают взаимодействием хлорангидридадиэтилфосфата с *n*-нитрофенолятом натрия. Напишите уравнение этой реакции.

9. По реакции Михаэлиса взаимодействием смеси галогенидов сурьмы (III) и арилгалогенидов с металлическим натрием получите трифенилстибин.

10. Назовите следующие соединения:



11. Приведите уравнения синтеза

а) трибутилфосфата из бутанола

б) хлорангидридадибутилового эфира фосфорной кислоты из дибутилфосфата натрия

Органические соединения четвертой группы

12. Допишите уравнений реакций:



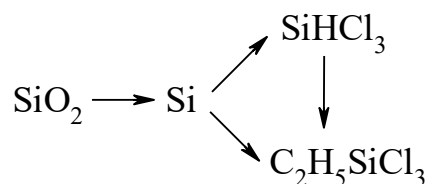
13. Силан получают восстановлением хлорида кремния (IV) литийалюминийгидридом или водородом в присутствии хлорида алюминия. Напишите уравнения обеих реакций.

14. Напишите реакцию взаимодействия четыреххлористого германия с:

а) метилмагниййодидом,

б) фениллитием

15. Расшифруйте следующую схему превращений и назовите полученные продукты



Органические соединения третьей группы

16. Какие реакции называются гидроборированием? В чем особенность этой реакции? Приведите примеры.

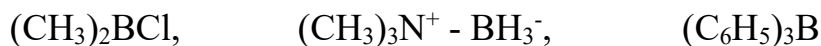
17. Объясните, почему триметилбор является газообразным веществом, а аналогичное соединение алюминия – жидкость?

18. Напишите реакцию получения изопрена, исходя из триэтилалюминия и пропилена.

19. Что представляют собой карбораны? Как получают эти соединения?

Какова особенность связей в этих молекулах?

20. Назовите следующие соединения:

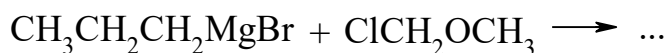
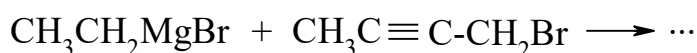


21. Каковы особенности строения и характера связи гидридов бора?

22. Укажите, какую геометрию имеет трехфтористый бор, триметилбор, борная кислота, триметилбор-аммиак. Почему в этих соединениях бор называют электронодефицитным?

Органические соединения второй группы

23. Допишите уравнения реакций:



24. Получите ацетиленкарбоновую кислоту из ацетилена.

25. Напишите реакции взаимодействия реактива Гриньяра с влагой воздуха, углекислым газом, кислородом.

26. Как можно синтезировать третичный амиловый спирт с помощью цинкорганических соединений?

27. Приведите примеры и назовите полные и смешанные ртутьорганические соединения.

28. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) диметилцинк, б) хлористый этилцинк,

в) йодистый изопропилмагний

29. Напишите реакцию взаимодействия бромистого винила с магнием.

Органические соединения первой группы

30. Продукт реакции лития с бромбензолом обработали бензофеноном, а затем водой. Напишите уравнения реакций и назовите продукты.

31. Какие соединения могут образоваться при действии на этилнатрий следующих веществ:

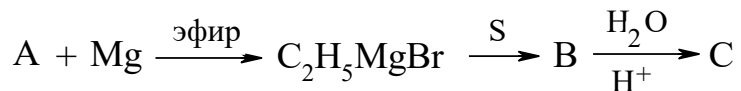
а) вода, б) пропанол, в) ацетон, г) диоксид углерода

ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАНИЯ

ДЛЯ ПИСЬМЕНННОГО ОПРОСА (15-20 мин)

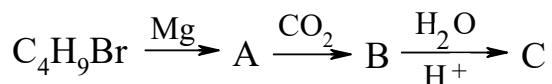
Задание 1.

1. Напишите электронную формулу диметилсульфоксида, метансульфоновой кислоты, этансульфиновой кислоты.
2. Осуществите превращения:



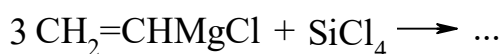
Задание 2.

1. Каковы существенные различия между серой и кислородом с точки зрения строения атома.
2. Осуществите превращения:



Задание 3.

1. Дайте определение переходным металлам. Приведите примеры их комплексов.
2. Допишите уравнения:



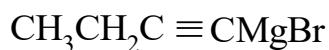
Задание 4.

1. Поясните термин «двоесвязанность» металла и лиганда в комплексах переходных металлов.
2. Допишите следующие реакции:



Задание 5.

1. Сформулируйте правило эффективного атомного номера (Сиджвика).
2. Получите и назовите «реактив Иоцича»



Задание 6.

1. Перечислите известные вам методы получения π -олефиновых комплексов. Приведите примеры.
2. Напишите реакцию взаимодействия этантиола с а) уксусной кислотой; б) ацетоном. Назовите соединения.

ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Каким образом осуществляется связь переходного металла с лигандом? Объясните возникновение связей в молекуле ферроцена.
2. В чем принципиальное отличие структуры и химической связи «классических» элементоорганических соединений от структуры и типа связей в комплексах переходных металлов?
3. Приведите примеры π -комплексов переходных металлов с двух-, трех- и четырехэлектронными лигандами. Каким образом осуществляется связь металла с лигандами в этих комплексах?
4. Каковы общие эмпирические закономерности при образовании химической связи углерод–переходный металл; углерод–непереходный металл.
5. Какие продукты могут образоваться при действии на смесь изопропилхлорида и третбутилхлорида металлическим натрием?
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетата ртути с этиленом, пропиленом и изомерными бутенами в водном растворе и в среде метанола. Как называются реакции данного типа?

7. Из бромистого пропила, используя реакцию Гриньяра, получите пентанол–1.
8. На пропилен и 1-бутен (каждый в отдельности) действовали дибораном, полученные продукты окислили пероксидом водорода (в щелочной среде). Напишите уравнения протекающих реакций и назовите конечные продукты реакций.
9. Объясните относительную реакционную способность связей В–Н и В–С. Как будет протекать гидролиз метилдиборана?
10. Напишите реакцию взаимодействия тетрахлорида олова с а) фениллитием; б) этилмагнийбромидом; в) триметиалюминием.
11. Приведите наиболее характерные соединения трех– и пятивалентного мышьяка. Назовите их.

ТИПОВЫЕ ТЕСТЫ ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

1. Какой осушитель необходимо использовать для обезвоживания триэтиламина?
- а) CaCl_2 б) Na_2SO_4 в) P_2O_5 г) NaOH
2. Выберите осушитель для диэтилового эфира
- а) CaCl_2 б) Na_2SO_4 в) Na г) K_2CO_3
3. Выберите осушитель для бензилхлорида
- а) NaOH б) P_2O_5 в) Na г) натронная известь
4. К какому виду связи относится связь углерод–магний в магнийорганических соединениях?
- а) σ -связь б) π -связь в) δ -связь

5. Какие орбитали атома магния участвуют в образовании связи углерод-магний?

- a) s- б) p- в) d- г) sp

6. Какую геометрию имеет молекула диметилмагния?

- а) плоская б) линейная в) угловая г) тетраэдрическая

7. Какие орбитали атома алюминия участвуют в связи углеродом?

- a) sp^2 б) s в) sp^3 г) p

8. Какую геометрию имеет молекула этилмагнийхлорида?

- а) плоская б) тетраэдрическая в) угловая г) пирамидальная

9. Какова геометрия молекулы триметилалюминия?

- а) тетраэдрическая б) плоская в) линейная г) угловая

10. К какому типу связей относится связь углерод-кремний?

- а) ионная б) ковалентная, неполярная
в) ковалентная, полярная г) донорно-акцепторная

11.Какова валентность фосфора в соединении триметилфосфиноксид?

- a) 2 б) 3 в) 4 г) 5

12. С какими соединениями может взаимодействовать трифенилфосфин?

- a) HCl б) NaOH в) NH₃ г) C₅H₅N

13. Выберите название соединения $\text{CH}_3\text{RnCH}_2\text{CH}_3$

- а) диметилфосфиноксид б) диметоксифосфин в) метилэтилфосфин

14. Какова дентатность диметиламина как лиганда?

- a) 2 б) 1 в) 3 г) 4

15. Какова дентатность циклопентадиенил-аниона как лиганда?

- а) 2 б) 3 в) 4 г) 6

16. Пользуясь правилом Сиджвика, определите ЭАН атома хрома в дибензолхроме

- а) 10 б) 12 в) 14 г) 16

17. При взаимодействии с каким металлом можно получить бутан из хлористого этила?

- а) Li б) Mg в) Na г) Al

18. Какой универсальный реактив используется для обнаружения металлоорганических соединений?

- а) флуорен б) кетон Михлера в) пиридин г) CaCl_2

19. Какой универсальный реактив используется для обнаружения металлоорганических соединений?

- а) флуорен б) кетон Михлера в) пиридин г) CaCl_2

20. Какой растворитель можно использовать в магнийорганическом синтезе?

- а) ацетон б) спирт в) эфир г) пиридин

21. Какова дентантность молекулы бензола как лиганда?

- а) 2 б) 3 в) 4 г) 5

22. В присутствии какого катализатора ферроцен взаимодействует с этиленом?

- а) Pd б) AlCl_3 в) ZnCl_2 г) Ni

23. Какая связь в молекуле дибензолхрома?

- а) трехцентровая б) многоцентровая в) двухцентровая г) π -связь

24. К какому типу комплексов принадлежит соль Цейзе?

- а) сэндвичевые б) π -аллильные в) π -олефиновые г) карбонилы

25. Какова формула додекарбонила железа?

- а) $\text{Fe}(\text{CO})_5$ б) $\text{C}_5\text{H}_5\text{FeC}_5\text{H}_5$ в) $\text{C}_5\text{H}_5\text{Fe}(\text{CO})_3$ г) $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$

5.2. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	А	Какое из перечисленных ниже соединений относится к элементоорганическим? А. $(C_2H_5)_3Zn$. Б. CH_3COONa . В. $(CH_3COO)_2Hg$. Г. $(HCOO)_2Mg$.	1 балл за правильный ответ
2	Двоесвязанность — образование σ-связи металл-лиганд за счет передачи электронной плотности $\pi_{\text{лиганда}} \rightarrow d_{\text{вак.Мет}}$ и электронной плотности	Что такое двоесвязанность металла и лиганда?	1 балл за правильный ответ

	$d_{\text{зап.Ме}} \rightarrow$ $\pi^*_{\text{лиганда}}$		
3	В	Какое соединение относится к карбонилам? А. $(C_5H_5)_2Fe$. Б. $C_2H_4Pt * KCl$. В. $Fe_2(CO)_9$. Г. $C_2H_5Mn(CO)_3$.	1 балл за правильный ответ
4	Правило Хюккеля — число π-электронов ароматического цикла равно $4n+2$ π-электронов.	Правило Хюккеля – дать определение.	1 балл за правильный ответ
5	В	Какое из перечисленных соединений является реактивом Гриньяра? А. CH_3Na. Б. $(CH_3)_2Mg$. В. CH_3MgBr. Г. $CH_3MgC_6H_5$.	1 балл за правильный ответ
Задания открытого типа			
6	Напишите реакцию бутиллития с CO_2.		3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Получим бутиллитий: $C_4H_9Br + 2Li \rightarrow C_4H_9Li + LiBr.$ 2. Записываем реакцию нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: $C_4H_9Li + CO_2 \rightarrow C_4H_9COOLi.$			1 балл 1 балл

3. Проводим гидролиз: $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOLi} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{COOH} + \text{LiOH}.$		1 балл
		Итого: 3 балла
7	Получите метилнатрий CH_3Na и напишите его реакции с $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$.	3 балла
Правильный ответ (ключ):		
1. Получаем CH_3Na и менее реакционноспособных аналогов:		1 балл
$(\text{CH}_3)_2\text{Hg} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{Na} + \text{Hg}.$		1 балл
2. Запишем реакцию с $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$:		
$\text{CH}_3\text{Na} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 + \text{NaBr}.$		1 балл
3. Называем реакцию как реакцию Вюрца.		
		Итого: 3 балла
8	Получите триметилбор-аммиак.	3 балла
Правильный ответ (ключ):		
1. Определяем исходные реагенты: триметилбор $((\text{CH}_3)_3\text{B})$; аммиак (NH_3) .		1 балл
2. Условия синтеза: инертная атмосфера.		1 балл
3. Записываем реакцию:		1 балл
$(\text{CH}_3)_3\text{B} + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{B}-\text{NH}_3^+.$		
акцептор донор		
		Итого: 3 балла
9	Получите вторичный спирт по реакции Гриньяра.	3 балла
Правильный ответ (ключ):		
1. Выбираем реагенты: CH_3-CHO ; CH_3MgBr .		1 балл
2. Синтезируем CH_3MgBr :		1 балл
$\text{CH}_3\text{Br} + \text{Mg} \rightarrow \text{CH}_3\text{MgBr}.$		
3. Получаем изопропиловый спирт:		1 балл
$\text{CH}_3\text{MgBr} + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{OMgBr}.$		
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{OMgBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{OH}.$		

		Итого: 3 балла
10	Расшифровать схемы превращений: $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{Li} \rightarrow \text{A},$ $\text{A} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Б}.$	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Получаем фениллитий: $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + 2\text{Li} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Li} + \text{LiBr}.$ 2. Записываем реакцию с CO_2 : $\text{C}_6\text{H}_5\text{Li} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOLi}.$ 3. Проводим гидролиз: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOLi} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{LiOH}.$		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

ПК-2. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	Б	Назовите смешанные алюминийорганические соединения? А. AlH_3 . Б. CH_3AlH_2 . В. $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al}$. Г. $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{Al}$.	1 балл за правильный ответ
2	π-комплексы металлов — соединения	Что такое π-комплексы металлов?	1 балл за правильный ответ

	непредельны х π-лигандов с переходным металлом.		
3	А	Какое соединение относится к металлоорганическим? А. C ₆ H ₅ Li. Б. CH ₃ COONa. В. C ₆ H ₅ COOLi. Г. (CH ₃) ₃ N.	1 балл за правильный ответ
4	Металлоорганические соединения — соединения, содержащие связь углерод–металл, например, CH ₃ Li.	Какие соединения называются металлоорганическими?	1 балл за правильный ответ
5	Б	Какой лиганд является бидентатным? А. NH ₃ . Б. C ₄ H ₆ . В. CO. Г. C ₆ H ₅ .	1 балл за правильный ответ
Задания открытого типа			
6	Напишите реакцию CH₃MgBr с формальдегидом?		3 балла
Правильный ответ (ключ):			

1. Получаем CH_3MgBr : $\text{CH}_3\text{Br} + \text{Mg} \rightarrow \text{CH}_3\text{MgBr}$. 2. Создаем условия синтеза: инертная атмосфера. 3. Проводим синтез: $\text{CH}_3\text{—MgBr} + \text{HCHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OMgBr}$; $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OMgBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$.		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
7	Получите третичный спирт по реакции Гриньяра.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Синтезируем реактив Гриньяра: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{Mg} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$. 2. Проводим взаимодействие с ацетоном: $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr} + \text{CH}_3\text{COCH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{—C}(\text{CH}_3)_2\text{—OMgBr}$. 3. Проводим гидролиз: $\text{C}_2\text{H}_5\text{—C}(\text{CH}_3)_2\text{—OMgBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{—C}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$.		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
8	Осуществите синтез тетраметилсилана, используя реактив Гриньяра?	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Записываем реагенты: SnCl_4 ; CH_3MgBr . 2. Условия синтеза: инертная атмосфера. 3. Проводим синтез: $\text{SnCl}_4 + 4\text{CH}_3\text{MgBr} \rightarrow (\text{CH}_3)_4\text{Sn} + 4\text{MgBrCl}$.		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
9	Напишите реакцию взаимодействия $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Al—H}$ с этиленом.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Записываем реагенты: $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Al—H}$; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. 2. Условия синтеза: инертная атмосфера. 3. Записываем реакцию: $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Al—H} + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al}$.		1 балл 1 балл 1 балл

		Итого: 3 балла
10	Синтезируйте (C₂H₅)₃Al, используя реактив Гриньяра.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Записываем реагенты: AlCl ₃ ; C ₂ H ₅ MgBr. 2. Условия синтеза: инертная атмосфера. 3. Записываем реакцию: $\text{AlCl}_3 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al} + 3\text{MgBrCl}.$		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Галочкин А. И. Органическая химия. Книга 1. Теоретические основы. Ациклические углеводороды [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина; . - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 436 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/201173>
2. Галочкин А. И. Органическая химия. Книга 2. Карбоциклические и элементоорганические соединения. Галогено- и гидроксипроизводные углеводородов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 404 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206069>

Дополнительная:

1. Ким А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.М. Ким. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 844 с. — 978-5-379-02004-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65281.html>
2. Орлова А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Орлова; А.М. Орлова. - Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. - 230 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48034.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

№п.п .	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико- технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно- методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико- технологического факультета
3.	Раздел IV Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Разработаны фонды оценочных средств по каждой компетенции	Протокол №1 от 31.08.22г. заседания ученого совета химико- технологического факультета