

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный университет»
Институт медицины, экологии и физической культуры
Экологический факультет

Л.А. Михеева

Элементоорганическая химия

**Методические указания
для самостоятельной работы студентов 3-го курса
экологического факультета специальности «Химия»**

Ульяновск – 2021

УДК 547(075.8)

ББК 24.23я73

М 69

***Печатается по решению Ученого совета Института медицины,
экологии и физической культуры***

Рецензент: *к.б.н., доцент кафедры биологии, экологии и природопользования Курносова Н.А.*

Михеева Л.А.

М 69. Методические указания для самостоятельной работы студентов 3-го курса экологического факультета специальности «Химия» / Л.А. Михеева – Ульяновск: УлГУ, 2021. – 41 с.

Методическое пособие по дисциплине «Элементоорганическая химия» предназначено в помощь студентам очного отделения, обучающимся по специальности 04.03.01 – «Химия», для самостоятельного изучения отдельных разделов курса. Методические указания включают в себя требования к результатам освоения дисциплины, тематический план дисциплины, лабораторный практикум, список рекомендуемой литературы, а также контрольные вопросы к экзамену.

УДК 547(075.8)

ББК 24.23я73

© Михеева Л.А., 2021

© Ульяновский государственный университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ: | 4 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП: | 4 |
| 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯ- ТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ..... | 5 |
| 4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ..... | 8 |
| 5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ..... | 9 |
| 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ..... | 13 |
| 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ..... | 23 |
| 8. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ К ЭКЗАМЕНУ..... | 26 |
| 9. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ..... | 32 |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели – познакомить студентов с основами органической химии элементов-неорганогенов, и прикладными аспектами элементоорганических соединений. А так же изучить способы синтеза, особенности строения и важнейшие свойства элементоорганических соединений, которые определяют их практическую ценность.

Задачи освоения дисциплины:

- получение новых представлений о связи элемент-углерод и элемент-элемент;
- изучение новых классов элементоорганических соединений и наиболее важных закономерностей их строения;
- формирование углубленных представлений о свойствах, методах синтеза, реакционной способности элементоорганических
- формирование фундаментальных представлений о механизмах реакций элементоорганических соединений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия элементоорганических соединений» относится к вариативной части ОПОП 04.03.01. химия, блок дисциплин по выбору. Осваивается на III курсе в V семестре.

Для успешного усвоения дисциплины студент должен знать: электронное строение атомов-органогенов и молекул элементоорганических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, механизмы основных органических реакций, важнейшие методы синтеза, химические свойства и взаимные превращения органических соединений различных классов, методы идентификации органических соединений.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения элементоорганической химии:

- – физика (молекулярная физика);
- – неорганическая химия (строение атома, химическая связь);
- – органическая химия;
- – аналитическая химия (химические и физические методы обнаружения и разделения веществ, методы анализа).

Освоение дисциплины обеспечивает формирование у студентов общепрофессиональных компетенций: ПК-1.

Знать:

- основные классы элементоорганических соединений,
- особенности их номенклатуры и методы получения.

Уметь:

– делать разумные предположения относительно механизмов химических реакций с участием элементоорганических соединений и использовать эти знания для предсказания возможных условий протекания химических реакций.

Владеть:

– информацией о свойствах и химических превращениях элементоорганических соединений, методами проведения синтеза и очистки элементоорганических соединений.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основная:

1. Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс] / ред. Ж. Жауэн ; пер с англ. – 2-е изд. (эл.). – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 505 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – (Медицинская химия). – Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2403-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/541203>

2. Богомолова, И. В. Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. В. Богомолова, С. С. Макарихина. – М. : ФЛИНТА, 2013. – 365 с. – ISBN 978-5-9765-1705-9 – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/457829>

3. Металлоорганическая химия / Эльшенбройх К., – 3-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. – 749 с.: ISBN 978-5-00101-504-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/478047>

4. Хайруллин Р.А., Методы получения органических и элементоорганических соединений: учебное пособие / Хайруллин Р. А., Газизов М. Б., Л. Багаува Р., Перина А. И. – Казань: Издательство КНИТУ, 2016. – 324 с. – ISBN 978-5-7882-1940-0 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL :<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219400>

Дополнительная:

5. Гарновский А.Д., Шиффа / Гарновский А.Д. – Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2008. – 80 с. – ISBN 978-5-9275-0467-1 – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927504671>

6. Органическая химия. Ч. 1: Алифатические соединения: учебное пособие / [О. В. Дябло, А. В. Гулевская, А. Ф. Пожарский, Е. А. Филатова] ; Южный федеральный университет ; отв. ред. А. В. Гулевская. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. - 114 с. – ISBN 978-5-9275-2391-7. – Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1020495> – Текст : электронный. - URL: <http://znaniium.com/catalog/product/1020495>

7. Семенов И.Н. Химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Семенов И.Н., Перфилова И.Л. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2016. – 656 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49800.html>. – ЭБС «IPRbooks»

8. Химия металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие (для студентов химического факультета направлений бакалавров «Химия» и «Химическая технология»)/ – Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2015. – 552 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59676.html>. – ЭБС «IPRbooks»

учебно-методическая:

9. Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

10. Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Контрольные вопросы и задания по химии элементоорганических соединений для студентов III курса экологического факультета по направлению подготовки бакалавр 04.03.01 Химия. Ульяновск, 2020. – 46 с.

б) программное обеспечение:

1. Microsoft Office
2. ОС Windows Professional
3. Антиплагиат ВУЗ

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

4. IPRbooks [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . – Электрон. дан. – Саратов , [2019]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЮРАЙТ [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Электрон. дан. – Москва , [2019]. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
6. Консультант студента [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Политехресурс. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>
7. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» – Электрон. дан. – Москва : КонсультантПлюс, [2019].
8. База данных периодических изданий [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>
9. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://нэб.рф>
10. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электрон-ная библиотека / ФГБУ РГБ. – Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>
11. Федеральные информационно-образовательные порталы: Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru> Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>
12. Образовательные ресурсы УлГУ: Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web> Образовательный портал УлГУ. Режим доступа : <http://edu.ulsu.ru>

4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗА- НЯТИЙ

| Название и разделов и тем | Всего | Виды учебных занятий | | | | | |
|--|-------|----------------------|--|-----------------------------|---|--|---|
| | | Аудиторные занятия | | | Заня- тия в инте- рак- тив- ной форме | Само- стоя- тель- ная ра- бота | Форма теку- щего кон- троля знаний |
| | | лекции | практи- ческие зая- тия, се- минар | лабора- торная работа | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| V семестр | | | | | | | |
| 1. Основные по- нятия элементоор- ганической химии | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 2. Некоторые во- просы строения и природы связи в МОС | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 3. Металлоорга- нические соеди- нения щелочных металлов | 18 | 2 | 2 | 8 | 4 | 2 | тест |
| 4. Металлоорга- нические соеди- нения щелочнозе- мельных металлов | 20 | 4 | 4 | 6 | 2 | 4 | тест |
| 5. Цинк-, кадмий- и ртутьорганиче- ские соединения | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 6. Алюминийор- ганические соеди- нения | 14 | 2 | 2 | 6 | | 4 | тест |
| 7. Медьорганиче- ские соединения | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 8. Германий-, оло- во- и свинецорга- | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | тест |

| | | | | | | | |
|---|-----|----|----|----|---|----|------|
| нические соеди- нения | | | | | | | |
| 9. Борорганиче- ские соединения | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 10. Органические соединения крем- ния | 8 | 2 | 4 | | | 2 | тест |
| 11. Органические соединения фос- фора и мышьяка | 8 | 4 | 2 | | | 2 | тест |
| 12. Органические соединения серы | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| 13. Органические соединения гало- генов | 18 | 4 | 4 | 8 | | 2 | тест |
| 14. Органические соединения пере- ходных металлов | 16 | 2 | 2 | 8 | | 4 | тест |
| 15. Общие про- блемы химии эле- ментоорганиче- ских соединений | 6 | 2 | 2 | | | 2 | тест |
| Итого | 152 | 36 | 36 | 36 | 8 | 36 | |

5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение

Предмет элементоорганической химии и основные этапы ее развития. Классические работы Р.Бунзена и Э.Франкленда. Классификация элементоорганических соединений (металлоорганические соединения: соединения со связью металл-углерод, соли, соединения с анион-радикалами; органические соединения щелочных металлов: алкоксиды, хелаты β-дикарбонильных соединений, элементоорганические соединения с неметаллами). Строение. Номенклатура. Физические свойства. Общие методы получения.

Тема 2. Некоторые вопросы строения и природы связи в МОС

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. 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. Типы гибридных орбиталей и конфигурация комплекса. Правило эффективного атомного номера.

Тема 3. металлоорганические соединения щелочных металлов

Общая характеристика. Строение. Получение. Литийорганические соединения в органическом синтезе. Присоединение к кратным связям. Реакции замещения. Перегруппировки. Реакции литий (натрий, калий) органических соединений с анион-радикалами. Реакции амидов и алкоксидов лития, натрия и калия. Зависимость реакционной способности хелатов от щелочного металла его образующего.

Тема 4. металлоорганические соединения щелочноземельных металлов и магния

Металлоорганические соединения щелочноземельных металлов (диалкил(арил) производные, алкил(арил)металлгалогениды). Строение. Номенклатура. Физические свойства. Методы получения.

Магнийорганические соединения в органическом синтезе. Физические свойства. История открытия. Присоединение к кратным связям. Реакция замещения. Перегруппировки. Синтез других металлоорганических соединений. Алкоксиды магния. Магнийнафталин. Метоксимагнийметилкарбонат.

Кальций и барийорганические соединения. Общая характеристика. Использование в органическом синтезе.

Тема 5. Цинк-, кадмий- и ртутьорганические соединения

Цинкорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Физические свойства. История открытия. Методы получения. Химические свойства. Реакция С.Н.Реформатского. Применение.

Кадмий- и ртутьорганические соединения. Общая характеристика. Методы получения. Катализ соединениями ртути. Двойственная реакцион-

ная способность α -меркурированных карбонильных соединений. Применение.

Тема 6. Алюминийорганические соединения

Строение. Общая характеристика. Физические свойства. Методы получения. История открытия. Химические свойства. Гидриды алюминия в органическом синтезе. Промышленное значение алюминийорганических соединений.

Таллийорганические соединения. Моно-, ди-, триалкил(арил)таллийорганические соединения. Алкоксиды, хелаты, ацилаты одновалентного таллия в органическом синтезе.

Тема 7. Медьорганические соединения

Медьорганические соединения. Диалкилкупратлития. Ацетилениды меди. Строение. Номенклатура. Методы получения. Химические свойства. Алкоксиды меди. Медные хелаты на основе β -дикарбонильных соединений.

Органические соединения серебра. Ацилаты серебра. Комплексы меди в органическом синтезе.

Тема 8. Германий-, олово- и свинецорганические соединения

Германий-, олово- и свинецорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения. История открытия органических соединений свинца. Опыты Ф. Панета. Химические свойства. Промышленное применение органических соединений свинца. Гидридные соединения олова. Соединения двухвалентного свинца, соединения со связью свинец-свинец.

Тема 9. Борорганические соединения

Бороводороды и их производные в органическом синтезе. Общая характеристика. Строение. Способы получения. Органилбораны. Соли органических боратов, их применение в органическом синтезе. Галогениды бора и их химические свойства. Алкокси- и ацилоксибораны, их получение и свойства.

Тема 10. Органические соединения кремния

Кремнийорганические соединения (соединения со связями кремний-галоген, кремний-водород, кремний-кислород, кремний-азот, кремний-углерод, кремний-кремний и кремний-металл). Общая характеристика.

Строение. Методы получения. История открытия. Химические свойства. Силаны, силоксаны, силанолы. Полимеры на основе кремнийорганических соединений. Их промышленное использование.

Тема 11. Органические соединения фосфора и мышьяка

Фосфорорганические соединения разной валентности, степени окисления и координационного числа. Сравнение реакционной способности с соединениями мышьяка, сурьмы и висмута. Общая характеристика. Строение. Способы получения. Химические свойства. Применение органических соединений фосфора в промышленности, неорганических – в органическом синтезе.

Использование органических соединений мышьяка в медицине.

Тема 12. Органические соединения серы

Органические соединения серы: тиолы, сульфиды, полисульфиды, соли сульфония, сульфоксиды, сульфоны, сульфеновые, сульфоксидовые, сульфиновые, сульфоновые кислоты. Органические сульфиты и сульфаты. Тиокарбонильные соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения. Химические свойства.

Селено- и теллуторганические соединения. Свойства, методы получения, реакции. Аналогия с органическими соединениями серы, отличия. Смешанные соединения серы и селена.

Тема 13. Органические соединения галогенов

Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов. Соли йодония, йодозо- и йодопроизводные. Аналогичные соединения брома и хлора. Хлорная кислота и ее производные в органической химии.

Специфика синтеза фторорганических соединений. Специальные фторирующие агенты. Фторированные углеводороды в промышленности, фторсодержащие полимеры. Биологически активные фторорганические соединения.

Тема 14. Органические соединения переходных металлов

Органические соединения переходных металлов, σ - и π -комплексы. Реакции внедрения, перегруппировки. Алкоксиды переходных металлов. Стерический контроль. Реакции полимеризации. Биологические системы с участием переходных металлов.

Тема 15. Общие проблемы химии элементоорганических соединений

Общие проблемы химии элементоорганических соединений. Специфика синтезов и использования. Взаимосвязь реакционной способности с положением элемента в периодической системе. Возможности регулирования реакционной способности путем изменения валентности и степени замещения металлов и неметаллов. Прогресс методов химии элементоорганических соединений.

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие №1

Основные понятия элементоорганической химии

Вопросы:

1. Предмет элементоорганической химии и основные этапы ее развития.
2. Классические работы Р.Бунзена и Э.Франкланда.
3. Классификация элементоорганических соединений.Metalлоорганические соединения. Классификация: по характеру связи металл-углерод.
4. Полные и неполные металлоорганические соединения. Классификация по характеру металла.
5. Строение элементоорганических соединений.
6. Работы в области МОС.
7. Общие методы получения.

Практическое занятие №2

Металлоорганические соединения щелочных металлов

Вопросы:

1. Литийорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Физические свойства.
2. Способы получения.
3. Химические свойства. Применение.
4. Натрийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства.
5. Способы получения.
6. Химические свойства:
7. Калийорганические соединения. Общая характеристика. Получение.

Практическое занятие №3

Магнийорганические соединения

Вопросы:

1. Магнийорганические соединения. Строение. Физические свойства.
2. Методы получения: реакция Гриньяра, взаимодействие магния с ртутьорганическими соединениями, взаимодействием алкилмагнийгалогенидов с производными ацетилена.
3. История открытия.
4. Химические свойства: разложение при нагревании, окисление кислородом воздуха, взаимодействие с водой, органическими и неорганическими кислотами, спиртами, галогенами, водородом, серой, аминами, алкилгалогенидами, углекислым газом, алкинами, диенами.
5. Взаимодействие с азотсодержащими гетероциклами, формальдегидом, альдегидами, кетонами, сложными эфирами, хлорангидридами кислот, имидами, нитрилами, галогенидами других элементов.
6. Синтезы с использованием магнийорганических соединений.
7. Применение.

Практическое занятие №4

Металлоорганические соединения щелочноземельных металлов (кальций- и бериллийорганические соединения)

Вопросы:

1. Кальцийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения: взаимодействие Ca с ртутьорганическими соединениями, взаимодействие Ca с алкилиодидами, взаимодействие СН-кислот с Ca или Ca(R)Hal.
2. Химические свойства: гидролиз, взаимодействие с органическими и неорганическими кислотами, спиртами, углекислым газом, алкинами, формальдегидом, альдегидами, кетонами, образование комплексов с литийорганическими соединениями.
3. Применение кальцийорганических соединений в органическом синтезе.
4. Бериллийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения: взаимодействие BeCl₂ с магнийорганическими соединениями в эфире, взаимодействие металлического бериллия с ртутьорганическими соединениями, нагреванием металлического Be с эфирными растворами RX

5. Химические свойства: разложение при нагревании, взаимодействие с водой, спиртами, углекислым газом, салюмогидридом лития, с жидким $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}$. Применение.

Практическое занятие №5

Органические соединения алюминия и таллия

Вопросы:

1. Алюминийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства.
2. Методы получения.
3. История открытия.
4. Химические свойства: разложение при нагревании, взаимодействие с водой, галогенами, водородом, спиртами, органическими и неорганическими кислотами, алкенами, углекислым газом, карбонильными соединениями, галогенидами, оксидами, алкоголями металлов, галогенидами алюминия, литийорганическими соединениями, окисление кислородом.
5. Промышленное значение алюминийорганических соединений.
6. Таллийорганические соединения. Физические свойства. Способы получения.
7. Химические свойства: взаимодействие с металлами, водой, галогенами, водородом, спиртами, тиолами, органическими и неорганическими кислотами, карбонильными соединениями, галогенидами металлов, хлорангидридами кислот, металлоорганическими соединениями
8. Применение.

Практическое занятие №6

Цинкорганические соединения

Вопросы:

1. Цинкорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Физические свойства.
2. История открытия.
3. Методы получения (с реактивами Гриньяра, взаимодействие алкилгалогенидов с Zn, переметаллирование, взаимодействие ртутьорганическими соединениями).
4. Химические свойства: взаимодействие с кислородом, с водой, спиртами, органическими и неорганическими кислотами, галогенами, образо-

- вание карбенов, с карбонильными соединениями, с углекислым газом, хлорангидридами карбоновых кислот, галогенидами других элементов.
5. Применение цинкорганических соединений.

Практическое занятие №7

Кадмий- и ртуть-органические соединения

Вопросы:

1. Кадмийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства.
2. Методы получения.
3. Химические свойства: окисление кислородом воздуха, разложение на свету, взаимодействие с галогенами, спиртами, тиолами, галогенидами металлов, органическими и неорганическими кислотами, карбонильными соединениями, хлорангидридами и ангидридами карбоновых кислот.
4. Ртутьорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства
5. Методы получения.
6. Химические свойства: термолиз и фотолиз, взаимодействие с галогенами, органическими и неорганическими кислотами, переметаллирование.
7. Двойственная реакционная способность α -меркурированных карбонильных соединений.
8. Применение органических соединений ртути.

Практическое занятие №8

Медь- и сереброорганические соединения

Вопросы:

1. Общая характеристика медьорганических соединений. Физические свойства. Методы получения.
2. Химические свойства: разложение водой, окисление кислородом, взаимодействие с кислотами, галогенами, галогеналканами, ацилхлоридом, металлоорганическими соединениями.
3. Общая характеристика органических соединений серебра. Физические свойства. Способы получения.

4. Химические свойства: разложение кислородом, взаимодействие с галогенами, реакции переметилирования, образование комплексов с литийорганическими соединениями и неорганическими солями серебра.

Практическое занятие №9

Германий- и свинецорганические соединения

Вопросы:

1. Германий - свинецорганические соединения. Общая характеристика. Строение.
2. Способы получения.
3. История открытия органических соединений свинца. опыты Ф. Панета.
4. Химические свойства полных свинецорганических соединений: взаимодействие с галогенами, органическими и неорганическими кислотами, разложение при нагревании.
5. Химические свойства галогензамещенных свинецорганических соединений: щелочной гидролиз, взаимодействие с активными металлами, магнием- или литийорганическими соединениями, алкоголями, аминами, спиртами.
6. Соединения двухвалентного свинца, соединения со связью свинец-свинец.
7. Промышленное применение органических соединений свинца.
8. Химические свойства германийорганических соединений: гидролиз в нейтральной и щелочной средах, взаимодействие со спиртами, галогенами, карбоновыми кислотами, галогеноводородами, аминами.

Практическое занятие №10

Оловоорганические соединения

Вопросы:

1. Оловоорганические соединения. Общая характеристика. Строение.
2. Способы получения.
3. Химические свойства соединений типа R_4Sn .
4. Химические свойства соединений типа R_3SnX .
5. Химические свойства гидроксидов и оксидов олова.
6. Химические свойства гидридных соединений олова.
7. Химические свойства соединений со связью Sn-Sn.
8. Применение.

Практическое занятие № 11

Органические соединения серы

Вопросы:

1. Органические соединения серы: тиолы, сульфиды, полисульфиды, соли сульфония, сульфоксиды, сульфоны, сульфеновые, сульфоксидовые, сульфиновые, сульфоновые кислоты. Органические сульфиты и сульфаты. Тиокарбонильные соединения. Общая характеристика. Строение.
2. Способы получения.
3. Химические свойства: разложение при нагревании, взаимодействие с активными металлами, оксидами и гидроксидами металлов, алкенами, алкинами, нитрилами, альдегидами, кетонами, галогенами, ангидридами и галогенангидридами карбоновых кислот, азотистой кислотой, окисление, восстановление.
4. Применение.
5. Иприт. Физические свойства. Получение. Химические свойства. Применение.

Практическое занятие №12

Органические соединения кремния

Вопросы:

1. Кремнийорганические соединения (соединения со связями кремний-галоген, кремний-водород, кремний-кислород, кремний-азот, кремний-углерод, кремний-сера, кремний-кремний и кремний-металл). Общая характеристика. Строение. Физические свойства.
2. История открытия.
3. Методы получения.
4. Химические свойства: взаимодействие с водой, щелочами, спиртами, кислотами, аминами, галогенами, алюмогидридом лития, алкенами, алкинами. Межмолекулярный обмен, переэтерификация, конденсация.
5. Применение.

Практическое занятие №13

Органические соединения фосфора

Вопросы:

1. Фосфорорганические соединения разной валентности, степени окисления и координационного числа. Классификация, номенклатура.

2. Способы получения.
3. Химические свойства (таутомерия, диспропорционирование, фосфорилирование).
4. Химические свойства производных трехвалентного фосфора.
5. Химические свойства производных пятивалентного фосфора.
6. Применение органических соединений фосфора в промышленности, неорганических – в органическом синтезе.

Практическое занятие №14

Органические соединения мышьяка

Вопросы:

1. Общая характеристика. Сравнение реакционной способности с соединениями мышьяка, сурьмы и висмута. Общая характеристика. Строение.
2. Использование органических соединений мышьяка в медицине.
3. Получение.
4. Химические свойства. Применение.

Практическое занятие №15

Борорганические соединения

Вопросы:

1. Бороводороды и их производные в органическом синтезе. Общая характеристика. Строение.
2. Способы получения.
3. Органилбораны. Соли органоборатов, их применение в органическом синтезе.
4. Галогениды бора и их химические свойства.
5. Применение.

Практическое занятие №16

Органические соединения галогенов

Вопросы:

1. Соединения, содержащие галогены в виде положительно заряженных атомов. Соли йодония, йодозо- и йодопроизводные.
2. Аналогичные соединения брома и хлора.
3. Хлорная кислота и ее производные в органической химии.

4. Специфика синтеза фторорганических соединений. Специальные фторирующие агенты.
5. Фторированные углеводороды в промышленности, фторсодержащие полимеры.
6. Биологически активные фторорганические соединения.
7. Химические свойства.
8. Применение.

Практическое занятие №17

Органические соединения переходных металлов

Вопросы:

1. Органические соединения переходных металлов, σ - и π -комплексы.
2. Реакции внедрения, перегруппировки.
3. Алкоксиды переходных металлов. Стерический контроль.
4. Реакции полимеризации.
5. Биологические системы с участием переходных металлов.

Практическое занятие №18

Общие проблемы химии элементоорганических соединений

Вопросы:

1. Общие проблемы химии элементоорганических соединений.
2. Специфика синтезов и использования.
3. Взаимосвязь реакционной способности с положением элемента в периодической системе.
4. Возможности регулирования реакционной способности путем изменения валентности и степени замещения металлов и неметаллов.

6.1. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторная работа 1: Синтез фениллития

Цель: Синтезировать фениллитий из бромбензола

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Лабораторная работа 2: Синтез бутиллития

Цель: Синтезировать бутиллитий из хлористого бутила.

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Лабораторная работа 3. Идентификация литийорганических соединений

Цель: идентифицировать органические соединения лития с помощью цветной реакции Михлера

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Тема: Таллийорганические соединения

Лабораторная работа 4: Синтез ферроцена

Цель: Синтезировать ферроцен из циклопентадиенила таллия

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Тема: Органические соединения магния

Лабораторная работа 5. Синтез бензойной кислоты

Цель: синтезировать бензойную кислоту из иодбензола

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Лабораторная работа 6. Синтез 2-метилбутанола-2

Цель: Синтезировать 2-метилбутанола-2 из бромистого этила

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Тема: Органические соединения галогенов

Лабораторная работа 7. Получение и свойства иодоформа

Цель: получить иодоформ и изучить его свойства

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

Лабораторная работа 8. Получение и свойства бромформа

Цель: получить бромформ и изучить его свойства

Результаты лабораторной работы: Студент должен сдать отчет о проделанной работе в письменной форме с приведением всех реакций и ответить на вопросы к теме.

Описание лабораторных работ представлено в учебно-методическом пособии:

Михеева Л.А., Брынских Г.Т. Лабораторно-практические работы по химии элементоорганических соединений. Ульяновск, 2019. – 36 с.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет элементоорганической химии и основные этапы
2. Классические работы Р.Бунзена и Э.Франкланда
3. Классификация элементоорганических соединений.Metalлоорганические соединения. Классификация: по характеру связи металл-углерод. Полные и неполные металлоорганические соединения. Классификация по характеру металла.
4. Общие методы получения металлоорганических соединений.
5. Металлоорганические соединения щелочных металлов. Литийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения.
6. Химические свойства литийорганических соединений.
7. Натрийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения.
8. Химические свойства натрийорганических соединений.
9. Химические свойства литийорганических соединений.

10. Калийорганические соединения. Общая характеристика. Получение.
11. Металлоорганические соединения щелочноземельных металлов. Магнийорганические соединения. Строение. Физические свойства. Методы получения. История открытия.
12. Химические свойства магнийорганических соединений. Применение.
13. Кальцийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения.
14. Химические свойства кальцийорганических соединений. Применение кальцийорганических соединений в органическом синтезе.
15. Бериллийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Способы получения.
16. Химические свойства бериллийорганических соединений.
17. Цинкорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Физические свойства. История открытия. Методы получения.
18. Химические свойства цинкорганических соединений. Применение цинкорганических соединений.
19. Кадмийорганические соединения. Общая характеристика. Методы получения. Химические свойства. Применение.
20. Химические свойства кадмийорганических соединений. Применение.
21. Ртутьорганические соединения. Общая характеристика. Методы получения.
22. Химические свойства ртутиорганических соединений. Применение органических соединений ртути.
23. Алюминийорганические соединения. Общая характеристика. Физические свойства. Методы получения.
24. Химические свойства алюминийорганических соединений.
Промышленное значение алюминийорганических соединений.
25. Таллийорганические соединения. Физические свойства. Способы получения.
26. Химические свойства таллийорганических соединений. Применение.
27. Общая характеристика медьорганических соединений. Физические свойства. Методы получения.
28. Химические свойства медьорганических соединений.

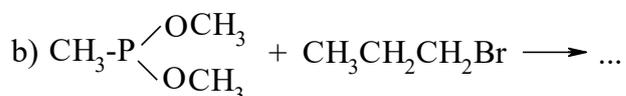
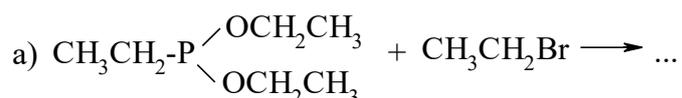
29. Общая характеристика органических соединений серебра. Физические свойства. Способы получения.
30. Химические свойства сереброорганических соединений.
31. Свинцеорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения. История открытия органических соединений свинца. Опыты Ф. Панета.
32. Химические свойства свинцеорганических соединений.
33. Оловоорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения.
34. Химические свойства соединений типа R_4Sn .
35. Химические свойства соединений типа R_3SnX .
36. Химические свойства гидроксидов и оксидов оловоорганических соединений.
37. Химические свойства гидридных соединений олова. Химические свойства соединений со связью Sn-Sn.
38. Германийорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения.
39. Химические свойства германийорганических соединений.
40. Борорганические соединения. Общая характеристика.
41. Химические свойства борорганических соединений.
42. Кремнийорганические соединения (соединения со связями кремний-галоген, кремний-водород, кремний-кислород, кремний-азот, кремний-углерод, кремний-сера, кремний-кремний и кремний-металл). Общая характеристика. Строение. История открытия.
43. Методы получения кремнийорганических соединений.
44. Химические свойства кремнийорганических соединений.
45. Фосфорорганические соединения разной валентности, степени окисления и координационного числа. Классификация, номенклатура.
46. Способы получения фосфорорганических соединений.
47. Химические свойства фосфорорганических соединений (таутомерия, диспропорционирование, фосфорилирование).
48. Химические свойства производных трехвалентного фосфора.
49. Химические свойства производных пятивалентного фосфора.

50. Мышьякорганические соединения. Общая характеристика. Строение. Способы получения. История открытия.
51. Химические свойства мышьякорганических соединений.
52. Органические соединения серы: тиолы, сульфиды, полисульфиды, соли сульфония, сульфоксиды, сульфоны, сульфеновые, сульфоксиловые, сульфиновые, сульфоновые кислоты. Общая характеристика. Строение.
53. Способы получения органических соединений серы.
54. Химические свойства органических соединений серы.
55. Иприт. Получение. Физические свойства. Химические свойства.
56. Органические соединения галогенов. Общая характеристика. Строение. Способы получения.
57. Химические свойства галогенсодержащих органических соединений.
58. Органические соединения переходных металлов, σ - и π -комплексы. Классификация органических лигандов. Классификация π -комплексов по типу лиганда.
59. π -олефиновые комплексы. Строение комплексов. Концепция Дьюара-Чата-Дункансона. Соль Цейзе. Методы получения. Синтезы Репе.
60. Биологические системы с участием переходных металлов.
61. Общие проблемы химии элементорганических соединений. Специфика синтезов и использования. Взаимосвязь реакционной способности с положением элемента в периодической системе. Возможности регулирования реакционной способности путем изменения валентности и степени замещения металлов и неметаллов.

8. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Из бромистого этила получить:
а) этилнатрий, б) диэтилцинк, в) диэтилртуть.
2. Какие соединения образуются при действии на этилнатрий следующих веществ: а) вода, б) пропиловый спирт, в) ацетон, г) пропионовый альдегид. Напишите уравнения реакций.
3. Литийалкилы присоединяются к диенам с сопряженными двойными связями в положении 1,4 и 1,2. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутиллития с дивинилом и изопреном.

4. К. Циглер открыл реакцию прямого синтеза триалкильных соединений алюминия из олефинов, водорода и порошкообразного алюминия. Как будет протекать реакция образования триалкильных соединений алюминия из пропилена.
5. Напишите реакцию взаимодействия триметоксибора с одной, двумя и тремя молекулами этилмагнийхлорида.
6. Допишите уравнения реакций и назовите исходные и конечные вещества:



7. Из метилхлороформа синтезировать 1,1-диэтоксиэтилен.
8. Напишите реакции взаимодействия с ацетатом ртути следующих веществ: а) бензола, б) хлорбензола, в) анилина, г) фенола.
9. Получите метилдиэтилкарбинол: а) из карбонильного соединения, б) из эфира карбоновой кислоты.
10. Получить метилаллилкетон из ацетонитрила.
11. Получить стирол из фенилуксусного альдегида.
12. Какие соединения образуются при окислении перекисью водорода этилфосфина, диэтилфосфина, триэтилфосфина, диметилфосфиноксида.
13. Осуществите следующие превращения:

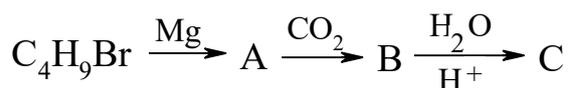


14. Напишите реакцию взаимодействия четыреххлористого германия с:
а) метилмагниййодидом, б) фениллитием.
15. Напишите реакции в схеме превращений:



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

17. Осуществите превращения:



18. Допишите следующие реакции:



19. Напишите реакцию взаимодействия этантиола с а) уксусной кислотой; б) ацетоном. Назовите соединения.

20. Из бромистого пропила, используя реакцию Гриньяра, получите пентанол-1.

21. На пропилен и 1-бутен (каждый в отдельности) подействовали дибораном, полученные продукты окислили пероксидом водорода (в щелочной среде). Напишите уравнения протекающих реакций и назовите конечные продукты реакций.

22. Напишите реакции в схеме превращений:



23. Описать взаимодействие метилового эфира пировиноградной кислоты с триметилфосфитом.

24. Из гептанола получить 4-оксогептановую кислоту.

25. Допишите уравнений реакций:



26. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутилнатрия со следующими соединениями (если они осуществимы):

а) бромом;

б) водой;

в) бромоводородом;

г) хлоридом магния;

д) углекислым газом;

е) пропанолом-2;

ж) диэтиловым эфиром;

з) пропилахлоридом;

и) формальдегидом;

к) пропаналем;

л) бутаноном-2;

м) уксусной кислотой;

н) водородом;

о) бутаналем;

п) пентаноном-2;

р) пентаналем.

27. Напишите по два уравнения реакций получения следующих соединений:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| а) этилмагнийбромид; | б) фенилмагнийхлорид; |
| в) пропилмагнийхлорид; | г) бутилмагнийбромид; |
| д) пентилмагниййодид; | е) пентилмагний бромид. |

28. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропилмагнийхлорида со следующими соединениями (если они осуществимы):

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| а) бромом; | б) водой; |
| в) бромоводородом; | г) кислородом; |
| д) углекислым газом; | е) пропанолом-2; |
| ж) серой; | з) этиламинол; |
| и) формальдегидом; | к) пропаналем; |
| л) бутаноном-2; | м) уксусной кислотой; |
| н) водородом; | о) бутаналем; |
| п) пентаноном-2; | р) пропилахлоридом; |
| с) ацетиленом; | т) метилацетатом. |

29. На этилбериллийбромид подействовали углекислым газом, затем провели гидролиз водой. Напишите все уравнения проведенных реакций.

30. На пропиленид кальция подействовали соляной кислотой. Полученное соединение подвергли гидролизу, а затем восстановили водородом. Приведите уравнения всех описанных реакций.

31. На трипропилалюминий подействовали углекислым газом. Затем провели гидролиз водным раствором гидроксида натрия. Запишите уравнения всех приведенных реакций.

32. Напишите уравнения реакций взаимодействия дифенилцинка со следующими соединениями:

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| а) бромом; | б) водой; |
| в) водородом; | г) бромоводородом; |
| д) этанолом; | е) кислородом; |
| ж) формальдегидом; | з) пропанолом-2; |
| и) бутанолом-2; | к) пропаналем; |
| л) ацетоном; | м) хлороводородом; |
| н) пропановой кислотой; | о) бутаноном; |
| п) бутаналем; | р) хлоридом бора; |

- с) ацетилхлоридом; т) углекислым газом.
33. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилтретичнобутилкетона (пинаколина) с 2 моль диметилцинка.
34. Пропин прореагировал с аммиачным раствором хлорида меди(І). Затем полученное соединение подвергли обработке соляной кислотой. Напишите уравнения приведенных реакций.
35. Напишите уравнения реакций взаимодействия тетраэтилолова со следующими веществами (если они осуществимы):
- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| а) бромом; | б) хлором; |
| в) водой; | г) бромоводородом; |
| д) хлороводородом; | е) натрием; |
| ж) гидроксидом натрия; | з) этанолом; |
| и) бутанолом-2; | к) алюмогидридом лития; |
| л) этиламином; | м) кислородом; |
| н) пропановой кислотой; | о) пропанолом-2; |
| п) йодоводородом; | р) метилмагний хлоридом; |
| с) гидридом натрия; | т) уксусной кислотой; |
| у) азотной кислотой; | ф) пропилхлоридом; |
| х) фенолом; | ц) бутилбромидом. |
36. Напишите уравнение реакции взаимодействия иприта со следующими соединениями:
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| а) аммиаком; | б) этанолом; |
| в) фенолом; | г) ацетатом натрия; |
| д) сульфидом натрия; | е) кислородом; |
| ж) пропанолом-2; | з) этиламином; |
| и) бромом; | к) пропиламином; |
| л) хлором; | м) фенолятом натрия; |
| н) этилатом натрия; | о) пропионатом калия; |
| п) водой; | р) бутиламином. |
37. Напишите реакцию взаимодействия тетрахлорсилана с бутанолом-1. Полученное соединение введите в реакцию с метилмагнийхлоридом. Напишите уравнения реакций и назовите продукты.
38. 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.

39. Допишите уравнений реакций:



40. Напишите уравнения реакций взаимодействия триэтилфосфина со следующими соединениями:

а) серой;

б) бромом;

в) кислородом;

г) метилбромидом.

41. Какие соединения образуются при окислении перекисью водорода этилфосфина, диэтилфосфина, триэтилфосфина, диметилфосфиноксида? Напишите уравнения реакций.

42. Напишите уравнения реакций взаимодействия триэтиларсина со следующими соединениями:

а) хлором;

б) этилбромидом;

в) кислородом;

г) пропилахлоридом;

д) серой;

е) бромом.

43. Напишите уравнения реакций взаимодействия пентаэтилмышьяка со следующими соединениями:

а) сероводородом;

б) бромоводородом;

в) водородом;

г) хлороводородом.

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

45. Напишите уравнения реакций взаимодействия трипропилборана со следующими соединениями:

а) бромом;

б) водой;

в) гидроксидом натрия;

г) пероксидом водорода;

д) хлороводородом;

е) сероводородом;

ж) этиламиноом;

з) пропанолом-1;

и) уксусной кислотой;

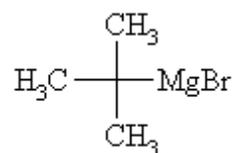
к) бромоводородом.

46. На трипропилборан подействовали этантиолом, затем подвергли обработке аммиаком. Полученное соединение ввели в реакцию с метанолом. Напишите уравнения всех описанных реакций.
47. Этилхлорид нагрели с металлическим натрием. Полученное соединение прохлорировали на свету, затем обработали водным раствором щелочи и ввели в реакцию с бромоводородом. Напишите уравнения всех описанных реакций.
48. Какие продукты могут образоваться при действии на смесь изопропилхлорида и третбутилхлорида металлическим натрием?
49. Напишите реакцию получения дициклопентадиенилжелеза (ферроцена). Какие реакции наиболее характерны для этого соединения? Приведите примеры.
50. Напишите реакции взаимодействия пентакарбонила железа со следующими соединениями:
а) щелочью, б) йодом, в) пиридином.

9. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

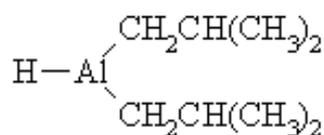
1. Первые работы по элементоорганической химии были проведены:
а) Несмеяновым; б) Бунзенном;
в) Циглером; г) Гриньяром.
2. Формула какодиловой кислоты:
а) $(\text{CH}_3)_2\text{AsOOH}$ б) $(\text{CH}_3)_2\text{AsH}$
в) $(\text{CH}_3)_2\text{AsOAs}(\text{CH}_3)_2$ г) $(\text{CH}_3)_2\text{As-As}(\text{CH}_3)_2$
3. Реакция переметаллирования – это взаимодействие органического соединения с
а) водой б) хлором в) металлом г) неметаллом.
4. Какое соединение относится к металлорганическим соединениям с ионной связью металл-углерод:
а) $\text{C}_3\text{H}_7\text{Na}$; б) $\text{C}_3\text{H}_7\text{MgBr}$;
в) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Zn}$; г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Li}$.
5. Какое соединение относится к металлорганическим соединениям с σ-связью металл-углерод:

15. Назовите соединение



- а) трет-бутилмагний бромид;
б) 2-метилпропил-2-магний бромид;
3) 2-метил-2-магнийбромпропан;
4) 2-броммагний-2-метилпропан.
16. Какие спирты образуются при взаимодействии магнийорганических соединений с формальдегидом?
а) первичные; б) вторичные;
в) третичные; г) реакция не идет.
17. Назовите продукт X
 $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 \longrightarrow \text{X}$
а) дифенилкетон; б) дифенилметанол;
в) трифенилметанол; г) трифенилметан.
18. При взаимодействии диэтилбериллия с углекислым газом и последующем гидролизе образуется:
а) пентанол-3; б) пентановая кислота;
в) пентаналь; г) пропановая кислота.
19. При взаимодействии фенилкальцийхлорида с углекислым газом и последующем гидролизе образуется:
а) бензойная кислота; б) фенол;
в) бензол; г) бензальдегид.
20. Какова геометрия молекулы триметилалюминия?
а) тетраэдрическая; б) плоская;
в) линейная; г) угловая.
21. Основной промышленный способ получения полных алюминийорганических соединений:
а) взаимодействие алкенов с Al и водородом;
б) взаимодействие Al с ртутьорганическими соединениями;
в) взаимодействие Al с алкилгалогенидами;
г) взаимодействие галогенидов Al с с реактивами Гриньяра.

22. Назовите соединение



- а) дибутилалюминий;
б) диизобутилалюминий;
в) диизобутилалюминийгидрид;
г) диизобутилалюминийгидроксид.
23. При взаимодействии триэтилталлия с хлорангидридом уксусной кислоты образуется:
а) бутанон-3; б) бутанол-2;
в) бутаналь; г) бутан.
24. Неполные цинкорганические соединения существуют в виде:
а) димеров; б) мономеров;
в) тримеров; г) полимеров.
25. При взаимодействии пропилцинкбромида с формальдегидом и последующем гидролизе образуется:
а) бутанол-1; б) бутанол-2;
в) бутанон; г) бутаналь.
26. При восстановлении диэтилкадмия образуется
а) этан; б) пропан;
в) бутан; г) метан.
27. К какому виду связи относится связь углерод-ртуть в ртутьорганических соединениях?
а) σ -связь; б) π -связь; в) δ -связь; г) σ - π -связь.
28. Какие орбитали атома серебра участвуют в образовании связи углерод-серебро?
а) s- б) p- в) d- г) sp.
29. К какому виду связи относится связь углерод-серебро в сереброорганических соединениях?
а) σ -связь; б) π -связь; в) δ -связь; г) σ - π -связь.
30. При взаимодействии бутилкупрата с бромоводородом образуется:
а) бутан; б) бутен;
в) бутилбромид; г) бутин.

31. При взаимодействии пропилсеребра с этилхлоридом образуется:
- а) пентан;
 - б) пропан;
 - в) пропилхлорид;
 - г) пентилхлорид.
32. Какую геометрию имеет молекула тетраметилгермания?
- а) плоская;
 - б) линейная;
 - в) угловая;
 - г) тетраэдрическая.
33. Одним из продуктов реакции триэтилгидроксида свинца с бромоводородом является
- а) триэтилхлорид;
 - б) этанол;
 - в) этан;
 - г) этилхлорид.
34. Одним из продуктов разложения триэтилгидрида свинца является:
- а) тетраэтилсвинец;
 - б) водород;
 - в) бутан;
 - г) диэтилгидрид свинца.
35. Атом олова в органических соединениях олова (IV) находится в гибридизации:
- а) sp^2
 - б) sp^3
 - в) sp^3d
 - г) sp .
36. Оловоорганические оксиды образуются по реакции
- а) $(C_2H_5)_3SnOH + NaOH \longrightarrow$
 - б) $(C_2H_5)_3SnCl + NaOH \longrightarrow$
 - в) $(C_2H_5)_3SnCl + CH_3OH \longrightarrow$
 - г) $(C_2H_5)_3SnCl + C_2H_5OH \longrightarrow$
37. Продуктом реакции гидролиза диэтилдихлорида олова является:
- а) диэтилоксид олова;
 - б) этилгидроксид олова;
 - в) диэтилолово;
 - г) тетраэтилолово.
38. При окислении дипропилолова кислородом воздуха образуется:
- а) диэтилоловооксид;
 - б) этанол;
 - в) этан;
 - г) бутан.
39. Этантиол можно получить по реакции:
- а) $C_2H_5-OH + H_2S \longrightarrow$
 - б) $C_2H_5-SNa + C_2H_5-Br \longrightarrow$
 - в) $C_2H_5-OH + NaSH \longrightarrow$
 - г) $C_2H_6 + H_2S \longrightarrow$
40. При разложении этантиола при температуре $400^\circ C$ образуется:
- а) этан;
 - б) метан;
 - в) пропан;
 - г) бутан.

41. При взаимодействии 1 моль ацетальдегида с 1 моль этантиола образуется:
- а) 1-этилтиоэтанол-1; б) 2-этилтиоэтанол-1;
в) 1-этилтиоэтанол-2; г) 1,1-диэтилтиоэтан.
42. При окислении диэтилсульфида пероксидом водорода образуется:
- а) диэтилсульфоксид; б) этилсульфоукислота;
в) диэтилсульфоная кислота; г) диэтилсульфон.
43. С каким соединением не реагирует иприт?
- а) водой; б) этантиолом;
в) метиламином; г) аммиаком.
44. При восстановлении диэтилсульфида алюмогидридом лития образуется:
- а) этантиол; б) бутан;
в) этан; г) этанол.
45. Какое соединение не относится к кремнийорганическим?
- а) силанол; б) силан;
в) алкоксилан; г) силазан.
46. Общая формула органосиланола:
- а) $R_nSi(OH)_{4-n}$ б) R_nSiH_{4-n}
в) $Si-N-Si$ г) $R_nSi(NR'_2)_{4-n}$.
47. Какое из следующих соединений может существовать в оптически активных формах?
- а) метилхлорбромсилан;
б) метилдихлорсилан;
в) диметилхлорсилан;
г) диметилбромсилан.
48. При взаимодействии триэтилсилана с бромом образуется:
- а) триэтилбромид кремния;
б) бромид кремния;
в) диэтилдибромид кремния;
г) этилтрибромидкремния.
49. Промышленный способ получения галогенсиланов:
- а) взаимодействие кремния с галогеналканами;
б) взаимодействие оксида кремния с галогеналканами:

- в) взаимодействие силана с галогеноводородами;
г) взаимодействие силана галогеналканами.
50. Для кремнийорганических соединений характерны реакции:
а) нуклеофильного замещения;
б) радикального замещения;
в) нуклеофильного присоединения;
г) электрофильного присоединения.
51. К какому типу связей относится связь углерод-фосфор?
а) ионная;
б) ковалентная, неполярная;
в) ковалентная, полярная;
г) донорно-акцепторная.
52. Триметилфосфин может реагировать с
а) галогенами; б) фосфином;
в) фосфорным ангидридом; г) водой.
53. Реакция Арбузова – это взаимодействие
а) средних эфиров фосфора с галогеналканами;
б) фосфина с галогеналканами;
в) триалкилфосфина с галогеналканами;
г) триалкилфосфина с серой.
54. Фосфорилирование спиртов можно проводить с помощью:
а) POCl_3 б) PH_3 в) PCl_3 г) P_2O_3 .
55. При нагревании белого фосфора с фенилхлоридом образуется:
а) дифенилхлорфосфин; б) фенилфосфин;
в) фенол; г) хлорбензол.
56. Формула люизита:
а) ClCH=CHAsCl_2 ; б) $(\text{CH}_3)_2\text{-As-As-(CH}_3)_2$
в) $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}$; г) $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{As=O}$.
57. При взаимодействии ацетата калия с оксидом мышьяка образуется:
а) тетраметилдиарсин; б) этиларсин;
в) диэтиларсин; г) тетраэтилдиарсин.
58. Координационное число бора в борорганических соединениях равно
а) 4; б) 2; в) 5; г) 6.

59. При взаимодействии метиларсина с натрием образуется:
- а) метиларсенид натрия; б) арсенид натрия;
в) метилнатрий; г) диметиларсенид натрия.
60. Связь В-С в борорганических соединениях
- а) ковалентная слабополярная; б) ковалентная неполярная;
в) ионная; в) донорно-акцепторная;
61. Общая формула алкилборанов:
- а) R_nBX_{3-n} ; б) R_nBCl_{3-n} ; в) R_nBOH_{3-n} ; г) R_nBH_{3-n} .
62. Реакцию гидроборирования можно провести с:
- а) пропеном; б) пропаном;
в) фенолом; г) бензолом.
63. Трипропилборан прореагировал с этантиолом, полученное вещество вступило в реакцию с сероводородом, в результате этого образовался:
- а) дипропилборогидросульфид; б) трипропилсульфид;
в) дипропилсульфид; г) дипропилборогидрид.
64. При взаимодействии триалкилборанов с оксидом углерода (II) образуется
- а) кетон; б) альдегид;
в) карбоновая кислота; г) спирт.
65. К какому типу связей относится связь углерод-фтор?
- а) ионная; б) ковалентная, неполярная;
в) ковалентная, полярная; г) донорно-акцепторная.
66. Реакция взаимодействия изопропилбромид с натрием носит имя
- а) Вюрца; б) Зинина;
в) Кучерова; г) Коновалова.
67. Название соединения по международной номенклатуре.
- $$\begin{array}{c} CF_2=CH-C=CFCH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$
- а) 1,1,4-трифтор-3-метилпентадиен-1,3;
б) перфторбутадиен;
в) 1,1,3-трифторбутадиен-1,2;
г) трифторметилпентадиен-1,3.

68. Основным продуктом взаимодействия 2-бромбутана со спиртовым раствором гидроксида калия является:
- а) бутен-2; б) бутанол-2;
в) бутен-1; г) бутанол-1.
69. При взаимодействии 1,3-дихлорбутана с натрием образуется
- а) метилциклопропан; б) бутан;
в) октан; г) циклобутан.
70. Реакция отщепления (β -элиминирование, E) происходит с галогенпроизводным в результате атаки в соответствующий реакционный центр молекулы:
- а) нуклеофила; б) электрофила;
в) кислоты; г) основания.
71. Из 2-хлор-3-метилбутана в результате реакции элиминирования HCl образуется преимущественно:
- а) 2-метилбутен-1; б) 2-метилбутен-2;
в) 3-метилбутен-1; г) 3-метилбутин-1.
72. Реакция нуклеофильного замещения (S_N) происходит с галогенопроизводным в результате атаки в соответствующий реакционный центр молекулы субстрата:
- а) нуклеофила; б) электрофила;
в) кислоты; г) основания.
73. К какому типу комплексов принадлежит соль Цейзе?
- а) сэндвичевые; б) π -аллильные;
в) π -олефиновые; г) карбонилы.
74. Какая связь в молекуле дибензолхрома?
- а) трехцентровая; б) многоцентровая;
в) двухцентровая; г) π -связь.
75. В присутствии какого катализатора ферроцен взаимодействует с этиленом?
- а) Pd; б) $AlCl_3$; в) $ZnCl_2$; г) Ni.

Учебное издание

Михеева Лариса Алексеевна

Элементоорганическая химия

Методические указания

**для самостоятельной работы студентов 3-го курса эко-
логического факультета специальности «Химия»**

Директор Издательского центра *Т. В. Максимова*

Издано в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60×84/16. Гарнитура Times New Roman Cyr.

Усл.печ.л 2,4. Тираж 50 экз.

Заказ №

Отпечатано с оригинал-макета
в Лаборатории оперативной полиграфии
Ульяновского государственного университета
432970, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42