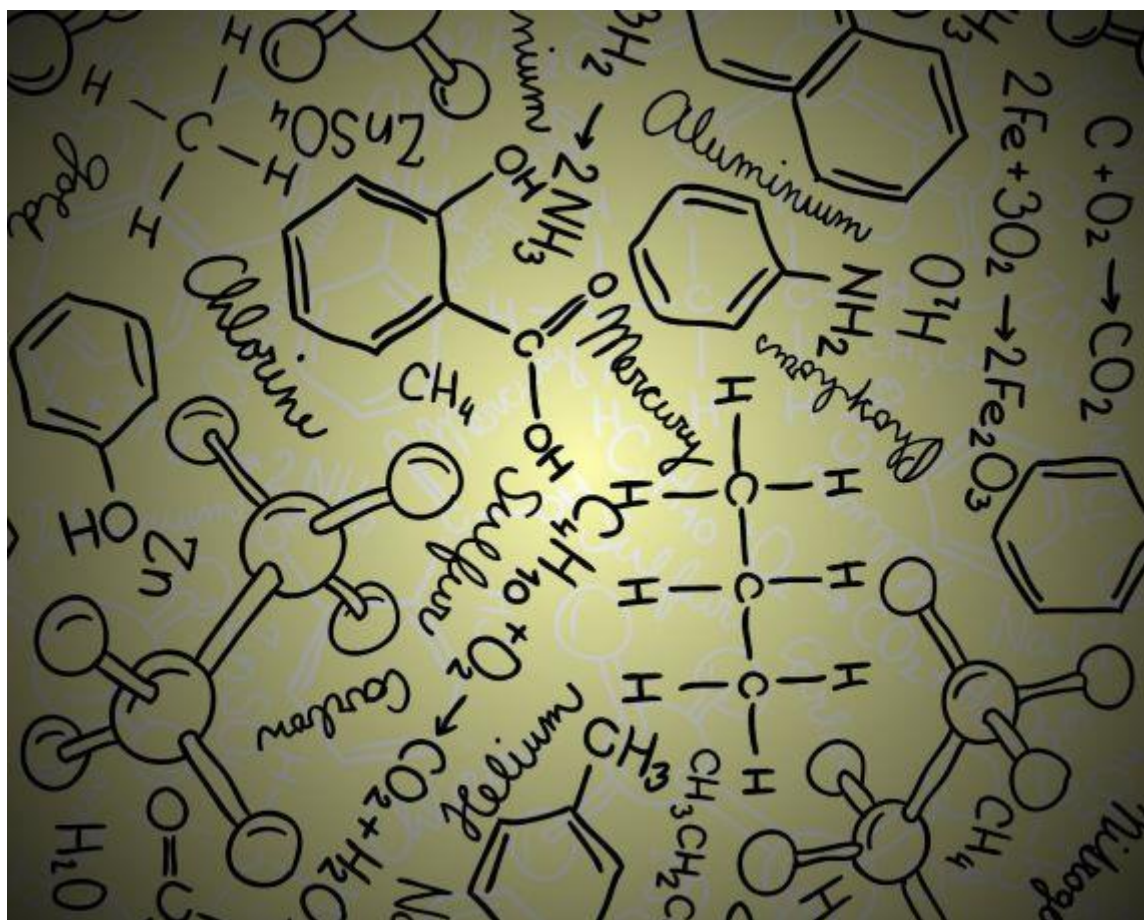


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ»



Донецк

2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ОБЩАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ И ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ
по дисциплине «Органическая химия. Дополнительные разделы»**

для обучающихся по направлению подготовки

18.03.01 «Химическая технология»,
профиль «Химическая технология химико-фармацевтических
препаратов и косметических средств»

всех форм обучения

РАССМОТРЕНО:
на заседании кафедры
общей, физической и органической химии
протокол № 4 от 29 ноября 2021 г.

УТВЕРЖДЕНО:
на заседании
Учебно-издательского совета
ГОУВПО «ДОННТУ»
протокол № 14 от 16 декабря 2021 г.

Донецк

2021

УДК 547(076)
ББК 24.2я73
М54

Составитель:

Рублева Людмила Ивановна - кандидат химических наук, доцент кафедры общей, физической и органической химии ГОУВПО «ДОННТУ»,

М54 **Методические указания для выполнения индивидуального задания по дисциплине «Органическая химия. Дополнительные разделы»** [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств» всех форм обучения/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. общей, физической и органической химии; сост. Л.И.Рублева - Донецк: ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: ZIP-архиватор. – Загл. с титул. экрана.

Методические указания для выполнения индивидуального задания содержат задания по всем разделам дисциплины «Органическая химия. Дополнительные разделы». Задания включают вопросы классификации и номенклатуры органических соединений, природы химической связи, изомерии, принципов реакционной способности органических молекул. Рассмотрены методы получения, физические и химические свойства производных углеводородов, функциональных и гетерофункциональных производных карбоновых кислот, природных полимеров. Способствует формированию устойчивых знаний и навыков по дисциплине.

УДК 668.58
ББК 51.204.1я73

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр
Введение	4
Тема 1. МНОГОЯДЕРНЫЕ АРЕНЫ С ИЗОЛИРОВАННЫМИ БЕНЗОЛЬНЫМИ ЦИКЛАМИ	6
Тема 2. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ	8
Тема 3. НИТРОСОЕДИНЕНИЯ	12
Тема 4. ДИАЗО- И АЗОСОЕДИНЕНИЯ	15
Тема 5. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ. ТИОЛЫ. ТИОЭФИРЫ	18
Тема 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	21
Тема 7. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ	26
Тема 8. ПРОИЗВОДНЫЕ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ	30
Тема 9. АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ.	31
Тема 10. УГЛЕВОДЫ (САХАРА). МОНОСАХАРИДЫ. ДИ- И ПОЛИСАХАРИДЫ. ТЕРПЕНЫ	33
Список рекомендованной литературы	37

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Органическая химия. Дополнительные разделы» рассматривает вопросы, связанные со свойствами и структурой органических соединений, с особенностями и закономерностями протекания процессов органического синтеза, методами установления состава органических веществ различных классов.

Целью дисциплины является формирование у студентов систематизированных знаний теоретических основ органической химии, практических навыков органического синтеза и исследования состава веществ основных классов соединений углерода, обеспечивающих подготовку специалистов в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств».

Настоящие методические указания содержат набор индивидуальных заданий по всем разделам дисциплины. Перечень тем соответствует программе дисциплины и связан с изучением процессов синтеза и реакционной способности органических соединений различных классов.

Цель методических указаний: использование полученных знаний при составлении методики получения органического соединения, изучении и прогнозировании его свойств; оптимизации технологии производства определенного биологически активного вещества.

Номер варианта работы (индивидуального задания) устанавливается преподавателем. Титульный лист индивидуального задания оформляется следующим образом:

Индивидуальное задание по дисциплине
«Органическая химия. Дополнительные разделы»
студента заочного факультета, гр.
Ф.И.О.
номер зачетной книжки

Письменную работу необходимо оформлять аккуратно: писать четко и ясно, оставляя поля для пометок преподавателя; номера и условия задач переписывать в такой последовательности, в которой они указаны в задании. Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть обоснованы. В конце работы должна стоять дата ее выполнения и подпись обучающегося. Работы, выполненные не по своему варианту, не засчитываются.

Индивидуальное задание включает десять заданий по всем представленным разделам дисциплины.

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Номера заданий по темам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
01	1	25	1	15	1	27	1	6	1	20
02	2	24	2	14	2	26	2	5	2	19
03	3	23	3	13	3	25	3	4	3	18
04	4	22	4	12	4	24	4	3	4	17
05	5	21	5	11	5	23	5	2	5	16
06	6	20	6	10	6	22	6	1	6	15
07	7	19	7	9	7	21	7	6	7	14
08	8	18	8	8	8	20	8	5	8	13
09	9	17	9	7	9	19	9	4	9	12
10	10	16	10	6	10	18	10	3	10	11
11	11	15	11	5	11	17	11	2	11	10
12	12	14	12	4	12	16	12	1	1	9
13	1	13	13	3	13	15	13	6	2	8
14	2	12	14	2	14	14	14	5	3	7
15	3	11	15	1	15	13	15	4	4	6
16	4	10	16	15	16	12	16	3	5	5
17	5	9	17	14	17	11	17	2	6	4
18	6	8	18	13	1	10	18	1	7	3
19	7	7	19	12	2	9	19	6	8	2
20	8	6	1	11	3	8	20	5	9	20
21	9	5	2	10	4	7	21	4	10	19
22	10	4	3	9	5	6	22	3	11	18
23	11	3	4	8	6	5	23	2	1	17
24	12	2	5	7	7	4	24	1	2	16
25	1	1	6	6	8	3	25	6	3	15

Тема 1. МНОГОЯДЕРНЫЕ АРЕНЫ С ИЗОЛИРОВАННЫМИ БЕНЗОЛЬНЫМИ ЦИКЛАМИ

Вопросы для самоконтроля

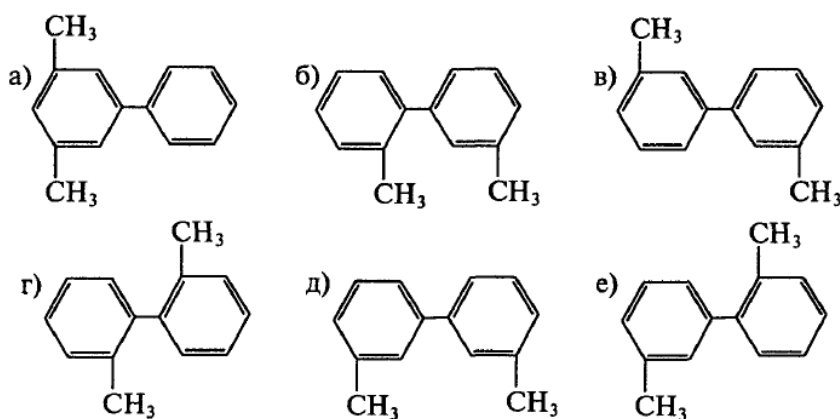
1. Бифенил. Способы получения. Физические свойства.
2. Строение бифенила. Химические свойства.
3. Дифенилметан. Способы получения. Физические свойства.
4. Химические свойства дифенилметана.
5. Трифенилметан. Способы получения. Физические свойства.
6. Строение трифенилметана. Химические свойства.
7. Красители трифенилметанового ряда. Хиноидная группа.

Задания

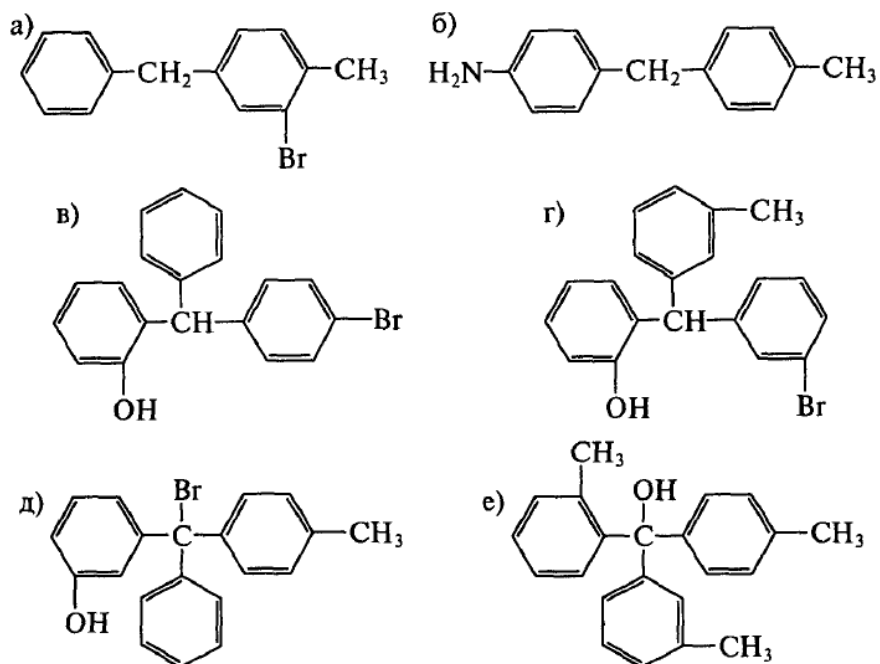
1. Приведите схемы реакций дифенилметана со следующими реагентами: а) конц. HNO_3 ; б) $[\text{O}] \text{CrO}_3$; в) Br_2 . Назовите полученные соединения. Приведите структуру трифенилметилкатиона и объясните его высокую стойкость по сравнению с алкилкатионами

2. Напишите структурные формулы следующих соединений: 4,4'-дихлордифенил; 4,4'-диаминодифенил; 2,2'-динитро-6,6'-дикарбосидифенил; 2-метил-3,4'-дихлордифенил; 4-бром-4'-сульфодифенил; 3,4'-диаминодифенил; 2,4,6,2',4',6'-гексахлордифенил.

3. Назовите соединения, формулы которых приведены. Какие из этих производных дифенила являются идентичными?



4. Дайте названия соединениям, формулы которых приведены:

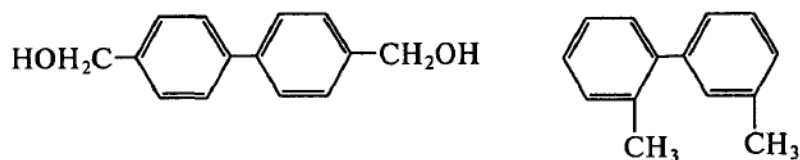


5. Напишите структурные формулы изомерных дибромпроизводных дифенилметана; назовите их.

6. Напишите уравнения реакций моно- и дисульфирования дифенила. Объясните взаимное влияние колец на ориентацию электрофильной частицы. Как влияет на реакционную способность кольца введение электроноакцепторных групп?

7. Напишите уравнения реакций нитрования, галогенирования и сульфирования 4-метилдифенила. Как алкильный радикал влияет на ориентацию электрофильных частиц?

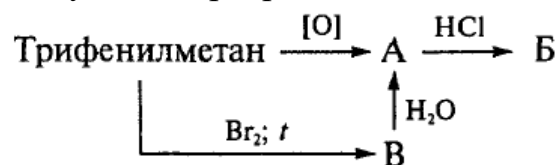
8. Какие вещества образуются при осторожном окислении веществ, формулы которых приведены:



9. Рассмотрите строение молекулы дифенилметана. Объясните значительную подвижность атома водорода при центральном атоме углерода.

10. Сравните химические свойства бензола, метана и дифенилметана. Докажите примерами реакций.

11. Осуществите следующие превращения:



12. Напишите уравнения реакций окисления дифенилметана и трифенилметана. Назовите продукты.

Тема 2. ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Вопросы для самоконтроля

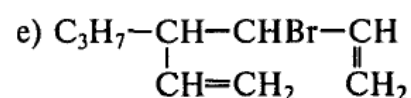
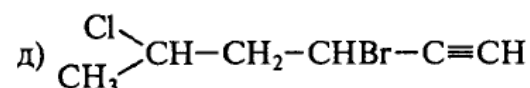
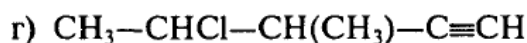
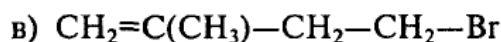
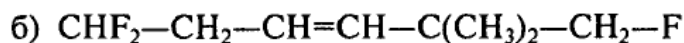
1. Классификация и номенклатура галогенпроизводных.
2. Галогеналканы. Способы получения. Физические свойства.
3. Химические свойства галогеналканов: реакции нуклеофильного замещения, элиминирования, взаимодействие с металлами, восстановление.
4. Дигалогеналканы. Классификация. Геминальные и вицинальные галогеналканы. Способы получения. Физические свойства.
5. Химические свойства дигалогеналканов.
6. Галогеналкены. Классификация: аллил- и винил-галогениды. Способы получения. Физические свойства.
7. Химические свойства галогеналкенов. Особенности реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения аллил- и винилгалогенидов.
8. Ароматические галогенпроизводные. Галогенарены и арилалкилгалогениды. Способы получения. Физические свойства.
9. Особенности реакционной способности соединений с галогеном в ароматическом ядре и боковой цепи.

Задания

1. Напишите формулы следующих соединений: 2-метил-3-хлорбутан; 3-бром-2,4-диметилгексан; 1-бром-4-метил-3-этилгексан; изопропилхлорид; втор-бутилхлорид; 1,1,1,5-тетрафторпентан; 3-метил-1,2-дихлорпентан.
2. Составьте формулы монохлорпроизводных пропана, бутана, изобутана. Назовите их. Отметьте первичные, вторичные и третичные хлоралканы.

3. Какие виды структурной изомерии встречаются у галогеналканов? Напишите и назовите согласно систематической номенклатуре все изомерные соединения состава $C_5H_{11}Br$.

4. Дайте названия соединениям, формулы которых приведены:



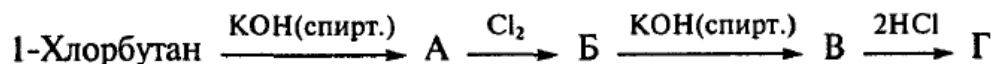
5. Напишите структурные формулы и назовите все изомерные соединения состава $C_4H_8Br_2$. Укажите вицинальные и геминальные дибромбутаны.

6. Напишите уравнения реакций бромистого этила с соединениями, формулы которых приведены: KCN, NaOH, Mg(эфир), CH_3COONa , CH_3-CH_2-ONa , Na(мет.)

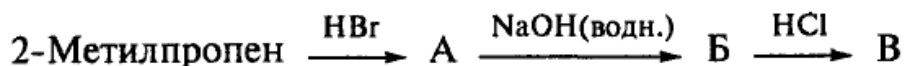
7. Какие вещества образуются при взаимодействии 1-хлорбутана и 2-метил-2-хлорпропана со спиртовым раствором щелочи? Приведите уравнения реакций. Назовите продукты.

8. Напишите уравнения реакций иодистого изобутила с аммиаком, металлическим натрием, магнием в абсолютном эфире, водным раствором гидроксида натрия, спиртовым раствором гидроксида калия, ацетатом серебра, этилатом натрия.

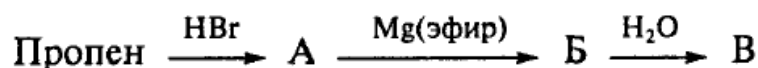
9. Осуществите следующие превращения:



10. Осуществите следующие превращения:



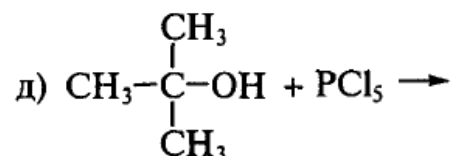
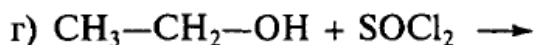
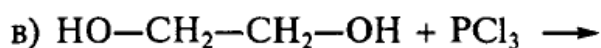
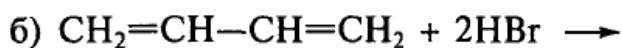
11. Осуществите следующие превращения:



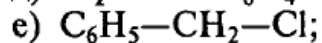
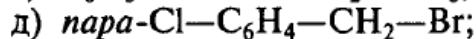
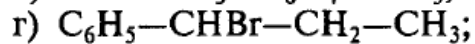
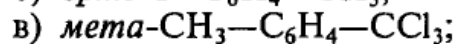
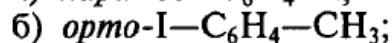
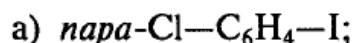
12. Осуществите следующие превращения:



13. Закончите уравнения следующих реакций. Назовите образующиеся галогенпроизводные:



14. Назовите согласно систематической номенклатуре соединения, формулы которых приведены:



15. Напишите структурные формулы всех изомерных галогенпроизводных ароматического ряда состава: C₆H₄Cl₂, C₆H₃Br₃. Назовите их.

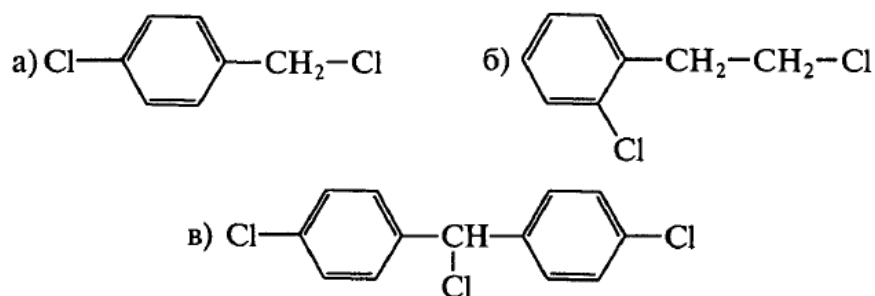
16. Напишите уравнения реакций хлорбензола: а). с бромом в присутствии катализатора; б). с нитрующей смесью. Назовите продукты.

17. Сравните подвижность хлора в реакциях нуклеофильного замещения в винилхлориде, бензилхлориде, хлорбензоле, аллилхлориде. Поясните.

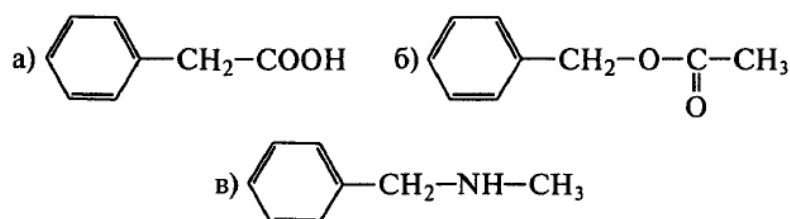
18. Напишите уравнения реакций, протекающих при взаимодействии бромбензола в абсолютном эфире с натрием и магнием. Какой продукт образуется, если на вещество, полученное по второй реакции, подействовать оксидом углерода (+4), а затем разбавленной соляной кислотой?

19. Напишите уравнения реакций бензилхлорида с водным раствором гидроксида натрия при нагревании, цианидом натрия, этилатом натрия, аммиаком, нитратом серебра.

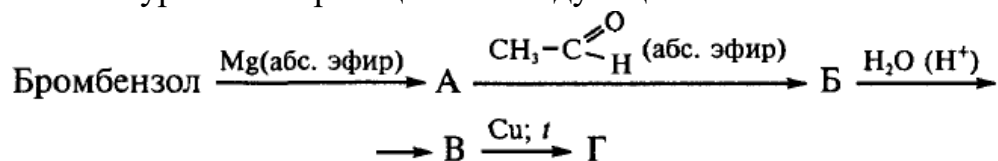
20. Какие вещества будут образовываться при кипячении с водным раствором щелочи соединений, формулы которых приведены:



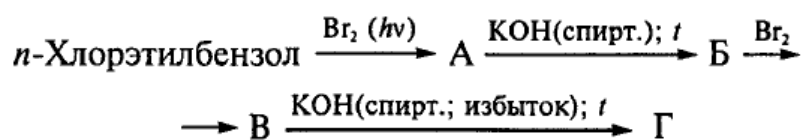
21. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из бензилбромида можно получить вещества, формулы которых приведены:



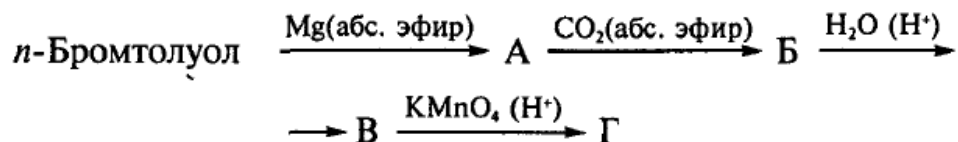
22. Напишите уравнения реакций по следующей схеме:



23. Напишите уравнения реакций по следующей схеме:



24. Напишите уравнения реакций по следующей схеме:



25. Какие трехзамещенные производные бензола могут образоваться при хлорировании в присутствии хлорида алюминия: орто-нитрохлорбензола, 4-гидроксibenзолсульфо кислоты, пара-нитробромбензола, мета-нитробензолсульфо кислоты, пара-хлорбензойной кислоты? Написать уравнения соответствующих реакций.

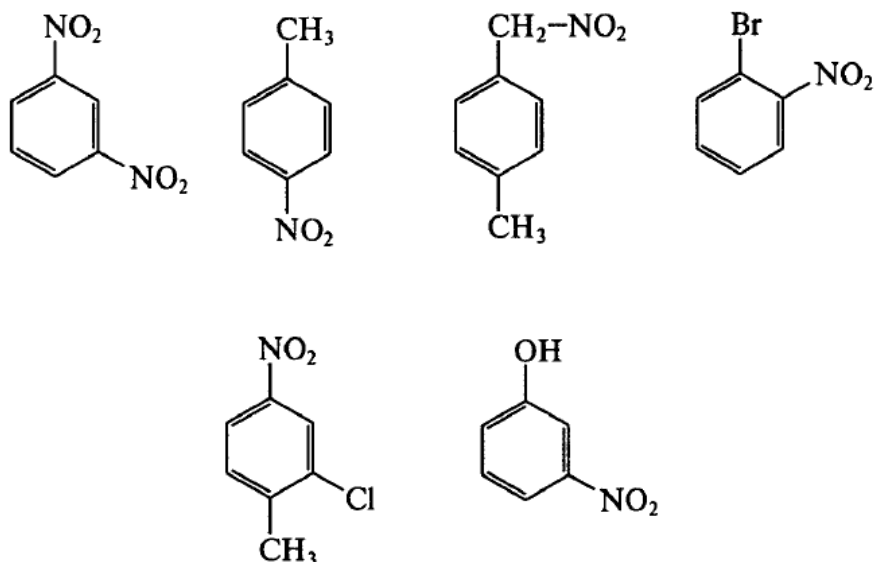
Тема 3. НИТРОСОЕДИНЕНИЯ

Вопросы для самоконтроля

1. Строение нитрогруппы.
2. Классификация и номенклатура нитросоединений.
3. Нитросоединения алифатического ряда. Способы получения.
4. Химические свойства нитросоединений алифатического ряда: реакции с участием нитрогруппы и реакции с участием подвижных атомов водорода при α -углеродном атоме.
5. Нитросоединения ароматического ряда. Способы получения.
6. Химические свойства нитроаренов: реакции по нитрогруппе и ароматическому кольцу. Значение ароматических нитросоединений.

Задания

1. Составьте структурные формулы следующих нитросоединений: орто-нитротолуол, мета-этилнитробензол, 4-пропилнитробензол, кумол, 2,4,6-тринитротолуол, 3-нитрогексан, 3,5-динитрогексан, 2,4,6-тринитрофенол.
2. Дайте названия соединениям, формулы которых приведены:



3. Приведите структурные формулы изомерных нитросоединений состава $C_7H_7O_2N$. Назовите их.

4. Напишите формулы предельных граничных структур и мезоформу нитробензола. К ориентантам какого рода относится нитрогруппа? Приведите пример реакции.

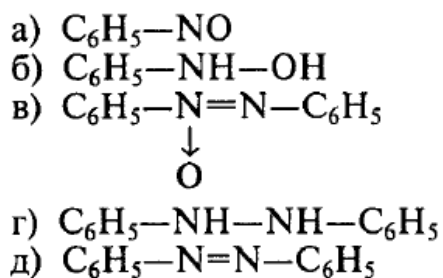
5. Какое из двух динитропроизводных легче перевести в тринитропроизводное:

- а). 2,4-динитротолуол или 2,4-динитроизопропилбензол;
- б). 2,4-динитротолуол или 2,4-динитрофенол;
- в). 2,4-динитрохлорбензол или 2,4-динитроанизол (анизол-метоксибензол);
- г). 2,4-динитротолуол или 2,4-динитрохлорбензол?

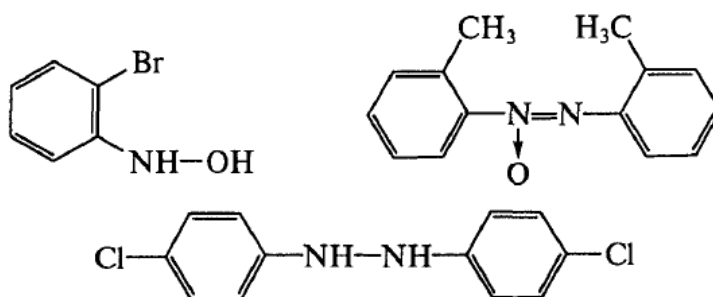
Поясните, напишите уравнения реакций.

6. Из симметричного тринитробензола получите пикриновую кислоту. Чем объясняется легкость протекания данной реакции?

7. Назовите промежуточные продукты восстановления нитробензола, формулы которых приведены:



8. При восстановлении каких нитросоединений могут быть получены промежуточные продукты, формулы которых приведены. Напишите структурные формулы исходных соединений, дайте им названия.

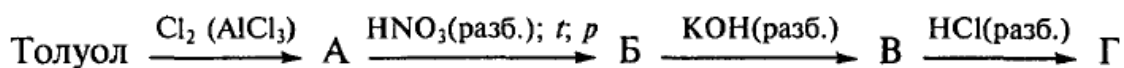


9. Напишите уравнения реакций получения:

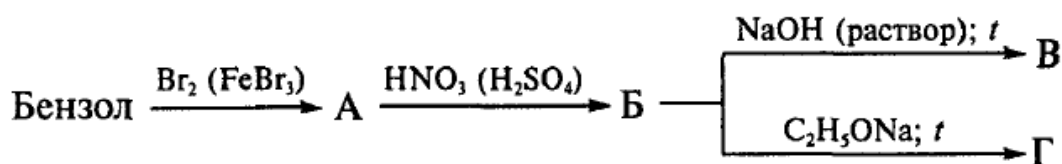
- мета-аминофенола из мета-нитробензолсульфокислоты;
- мета-нитроанилина из мета-динитробензола;
- бензиламина из толуола.

10. Какие из следующих соединений будут взаимодействовать с водным раствором щелочи: нитробензол, нитрометан, пара-нитротолуол, нитроциклогексан, 1-нитро-1-фенилпропан, мета-динитробензол.

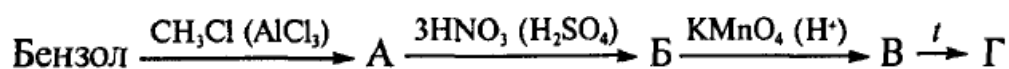
11. Напишите уравнения реакций, протекающих по следующей схеме:



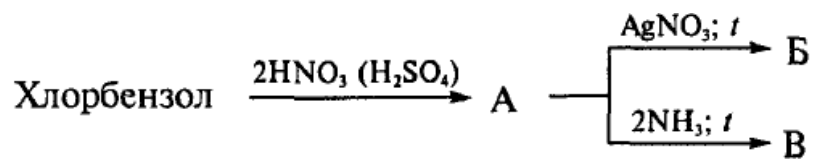
12. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме. Назовите промежуточные и конечные продукты.



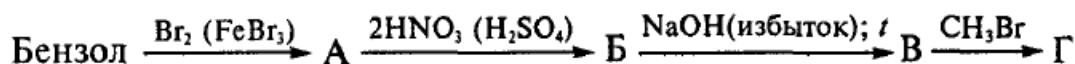
13. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме. Назовите промежуточные и конечные продукты.



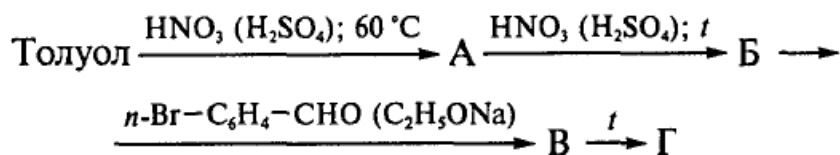
14. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме. Назовите промежуточные и конечные продукты.



15. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме. Назовите промежуточные и конечные продукты



16. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме. Назовите промежуточные и конечные продукты



17. Предложите схемы синтеза: пара-аминоанизола из хлорбензола, 2,4,6- тринитроанилина из бензола.

18. Приведите схемы синтеза моно-, ди- и тринитротолуолов; укажите условия проведения реакций на каждой стадии.

19. Из пропана и неорганических соединений получите изомерные бромнитробензолы. С каким из изомеров при введении второй нитрогруппы реакция пойдет с более высокой скоростью?

Тема 4. ДИАЗО- И АЗОСОЕДИНЕНИЯ

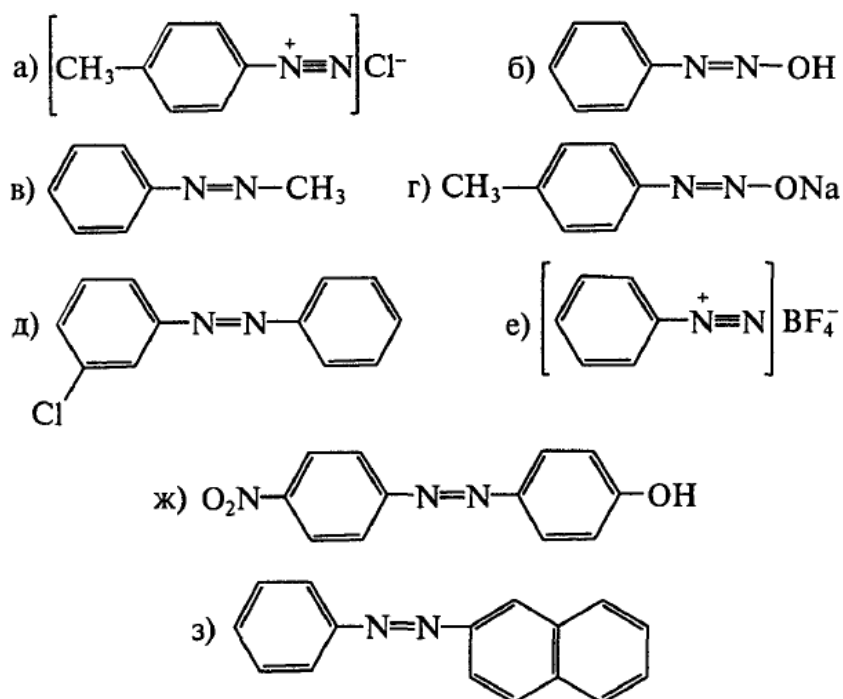
Вопросы для самоконтроля

1. Соли диазония. Диазотаты. Номенклатура диазо- и азосоединений.
2. Способы получения солей арендиазония.
3. Химические свойства солей диазония: реакции с и без выделения азота. Образование диазопроизводных.

4. Реакции азосочетания. Механизм реакции азосочетания.
5. Арилгидразины, структура, химические свойства.
6. Азосоединения. Номенклатура и изомерия. Син- и анти-форма геометрических изомеров.
7. Химические свойства азосоединений.
8. Значение азосоединений как красителей и лекарственных препаратов.

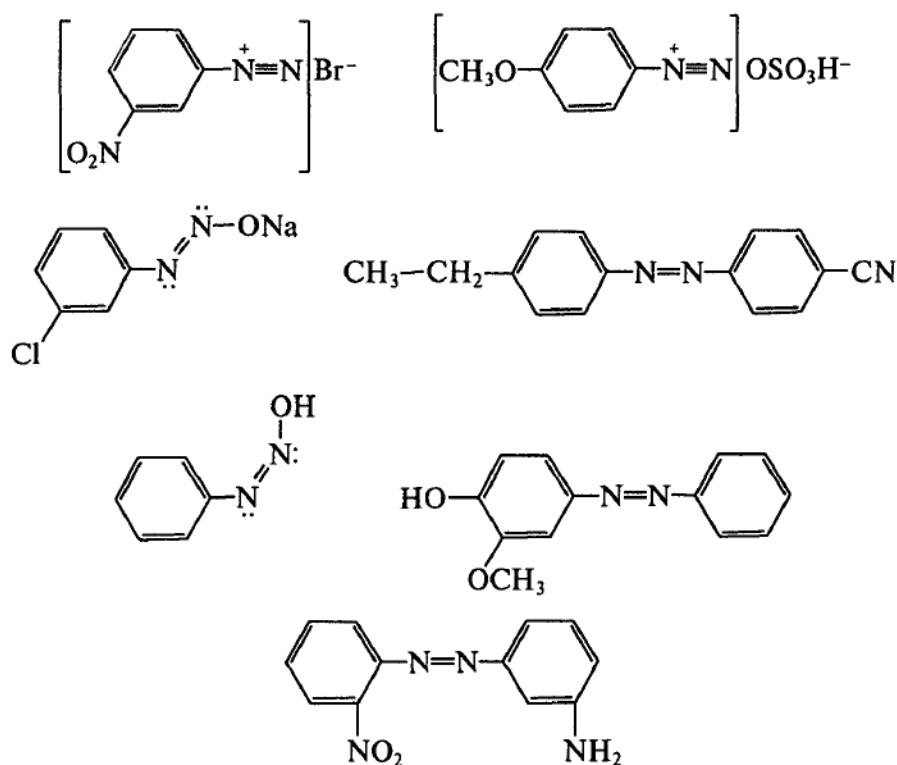
Задания

1. Чем отличается строение диазо- и азо-соединений? К какой из этих групп относятся соединения, структурные формулы которых приведены? Укажите соли диазония, азогруппы, диазогруппы.



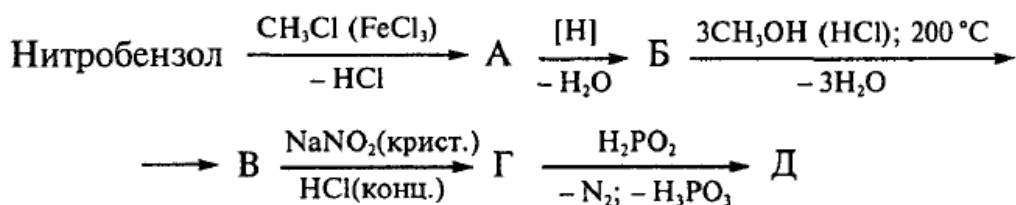
2. Напишите обобщенные структурные формулы следующих соединений: арилдиазоний хлорид, арилдиазоний гидроксид, арилдиазоний гидросульфат, арилдиазогидроксид, азосоединение, диазоаминосоединение.

3. Назовите соединения, структурные формулы которых приведены:



4. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании водных растворов: мета-бромбензолдiazоний хлорида, мета-нитробензолдiazоний гидросульфата, 2,4,6-трихлорбензолдiazоний бромида.

5. Осуществите следующие превращения:



6. Какие вещества образуются при нагревании пара-бромбензолдiazоний хлорида с этанолом в кислой и слабощелочной средах? Напишите уравнения реакций.

7. Напишите уравнения реакций получения из бензола 3-иодтолуола, 2-иодтолуола.

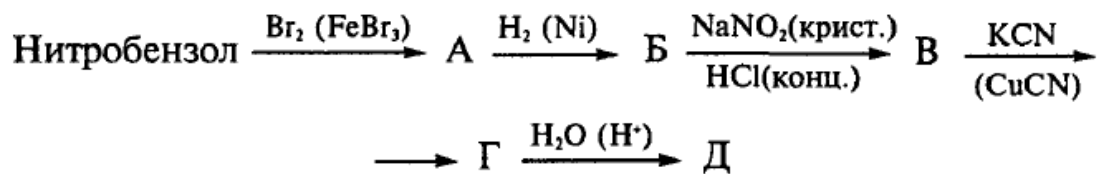
8. Составьте схему получения по реакции Зандмейера следующих веществ: а). хлорбензола из анилина; б). мета-нитрохлорбензола из мета-нитроанилина.

9. Составьте схемы взаимодействия пара-толилдiazоний хлорида с цианидом калия (в присутствии цианида меди (+1)), роданидом натрия в

присутствии роданида меди (+1), нитритом натрия (в присутствии нитрита меди (+1)).

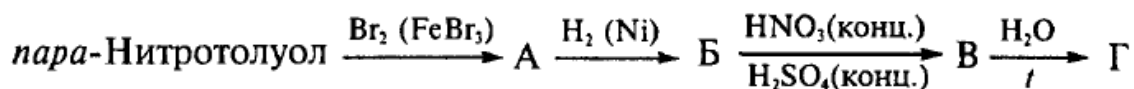
10. Предложите схемы синтеза из пара-нитроанилина следующих соединений: пара-нитрофенола, пара-нитрохлорбензола.

11. Напишите уравнения реакций по схеме:

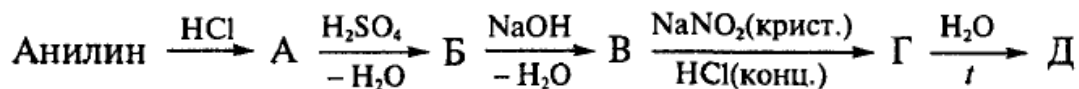


12. Используя реакцию диазотирования, напишите уравнения реакций получения из бензола трех изомерных ароматических дикарбоновых кислот: фталевой, изофталевой и терефталевой.

13. Какое вещество является главным продуктом в следующем превращении? Напишите уравнения реакций.



14. Напишите уравнения реакций по схеме:



15. Какие из приведенных соединений могут образовывать соли диазония: мета-броманилин, N-метиланилин, пара-нитроанилин, N, N-диметиланилин.

Тема 5. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ. ТИОЛЫ. ТИОЭФИРЫ.

Вопросы для самоконтроля

1. Простые эфиры. Строение, номенклатура. Изомерия простых эфиров. Получение: межмолекулярная дегидратация спиртов и синтез Вильямсона.

2. Химические свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление, окисление.

3. Тиолы (меркаптаны). Номенклатура. Физические свойства. Физиологическое действие. Получение алкилированием сероводорода и его кислых солей.

4. Химические свойства меркаптанов: образование тиолятов, ацилирование, окисление

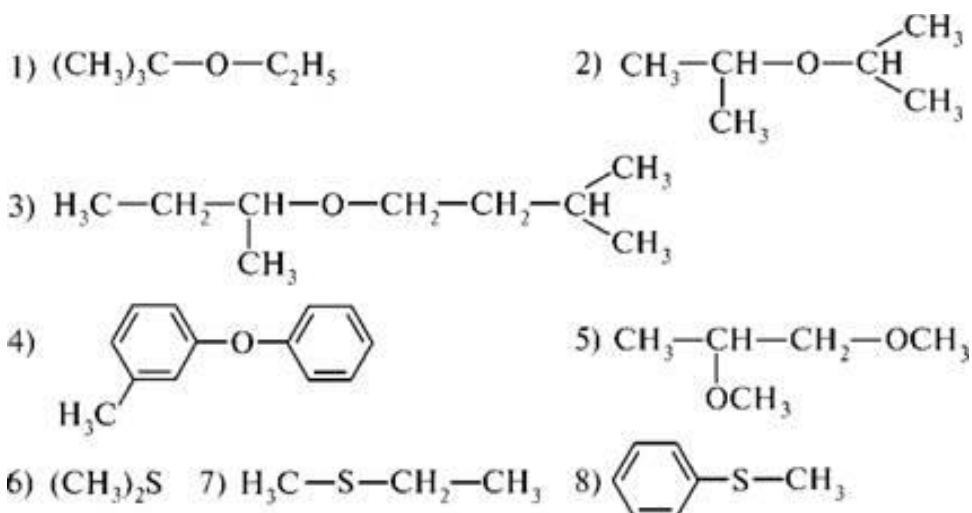
5. Тиоэфиры (сульфиды) как тиоаналоги простых эфиров. Получение сульфидов алкилированием тиолятов и сульфидов щелочных металлов. Физические свойства.

6. Химические свойства сульфидов: образование сульфониевых солей, окисление. Сульфоны.

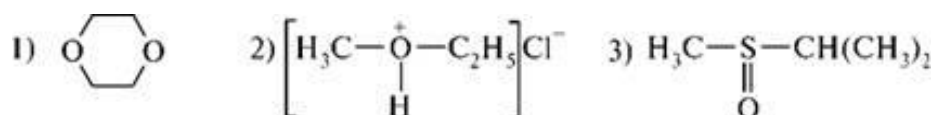
Задания

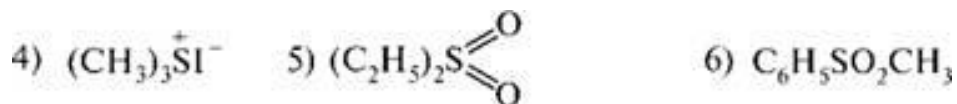
1. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1) метилэтиловый эфир; 2) метилизоамиловый эфир; 3) монометиловый эфир этиленгликоля; 4) дивиниловый эфир пропиленгликоля; 5) 1-этоксипропан; 6) 2-метоксибутан; 7) диоксан; 8) анизол; 9) фенол; 10) пропиленоксид; 11) 1,2-эпокси-2-метилпропан; 12) диметилксония хлорид; 13) этилтиоэтан; 14) этилпропилсульфид; 15) 1-этилтиобутан; 16) диметилсульф-оксид; 17) дифенилсульфон; 18) триметилсульфония йодид.

2. Назовите приведенные соединения по радикало-функциональной и систематической номенклатуре:



3. Назовите следующие соединения:





4. Напишите схемы реакций, позволяющих получить: 1) ди-изопропиловый эфир из пропана; 2) ди-втор-бутиловый эфир из бутанола-1; 3) метилэтилсульфид из метанола; 4) диметилсульфид из метана.

5. Напишите схему и механизм межмолекулярной дегидратации пропанола-Укажите условия реакции. Какой побочный процесс при этом протекает?

6. Какой из приведенных простых эфиров нельзя получить путем межмолекулярной кислотной дегидратации спиртов:

- 1) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$; 2) $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_2\text{-O-(CH}_2)_2\text{-CH}_3$
 3) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-O-CH(CH}_3)_2$; 4) $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH=CH}_2$

Ответ поясните.

7. Объясните, какую из приведенных реакций целесообразно использовать для получения ди-трет-бутилового эфира: 1) дегидратацию трет-бутилового спирта в присутствии концентрированной серной кислоты; 2) действие трет-бутилхлорида на алкогольят трет-бутилового спирта.

8. Напишите уравнения реакций, подтверждающих наличие слабых основных свойств простых эфиров.

9. Приведите схему получения диэтилового эфира из соответствующих алкилгалогенида и алкоголята. Напишите уравнения реакций и назовите продукты взаимодействия диэтилового эфира со следующими реагентами: 1) конц. HCl ; 2) конц. H_2SO_4 ; 3) HI ; 4) Na .

10. Какие соединения образуются при расщеплении йодоводородной кислотой на холоду и при нагревании следующих простых эфиров: 1) диметилловый эфир; 2) метилизопропиловый эфир? Напишите соответствующие уравнения реакций. Ответ поясните.

11. Как обнаруживают и устраняют примеси в диэтиловом эфире? Напишите соответствующие уравнения реакций.

12. При помощи каких химических реакций можно отличить диэтилсульфид от изомерного ему бутилмеркаптана?

13. Напишите способы получения этантиола и диметилсульфида.

14. Приведите реакции образования тиолятов (с NaOH , с Hg^{2+}).

15. Напишите реакции алкилирования и ацилирования метантиола.
16. Напишите реакции окисления этантиола в мягких условиях и под действием более сильных окислителей.
17. Проведите реакции восстановления этантиола и диэтилдисульфида. Назовите продукты реакций.

Тема 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Вопросы для самоконтроля

1. Галогенангидриды карбоновых кислот (ацилгалогениды). Номенклатура. Способы получения иод-, бром- и хлорангидридов. Физические свойства, физиологическое действие.

2. Электрофильные свойства галогенангидридов. Реакции ацилирования и ацилирующие агенты.

3. Ангидриды карбоновых кислот. Номенклатура. Способы получения: дегидратация карбоновых кислот, взаимодействие галогенангидридов с безводными солями карбоновых кислот, реакции карбоновых кислот с кетенами. Физические свойства.

4. Химические свойства ангидридов карбоновых кислот как ацилирующих реагентов в реакциях нуклеофильного замещения. Ацетилсалициловая кислота.

5. Сложные эфиры. Номенклатура. Способы получения: взаимодействие галогенангидридов и ангидридов карбоновых кислот со спиртами и феноксидами щелочных металлов, реакция эстерификации. Физические свойства.

6. Химические свойства сложных эфиров как типичных электрофилов: кислотный и щелочной гидролиз, взаимодействие с аммиаком и его производными, переэтерификация, сложноэфирная конденсация Кляйзена, восстановление, действие магнийорганических соединений. Понятие «активированных эфиров».

7. Амиды карбоновых кислот. Номенклатура. Способы получения взаимодействием галогенангидридов, ангидридов или сложных эфиров карбоновых кислот с аммиаком, первичными и вторичными аминами; гидролизом нитрилов; нагреванием аммонийных солей карбоновых кислот. Физические свойства как ассоциированных соединений.

8. Химические свойства амидов карбоновых кислот: амфотерность, гидролиз, дегидратация, восстановление, расщепление незамещенных амидов до первичных аминов, замещение атома водорода аминогруппы на галоген.

9. Гидразиды карбоновых кислот. Номенклатура. Получение действием гидразина на хлорангидриды, ангидриды и эфиры карбоновых кислот. Физические свойства.

10. Химические свойства гидразидов карбоновых кислот: образование устойчивых солей, ацилирование, реакции с карбонильными соединениями и азотистой кислотой.

11. Нитрилы (цианиды). Номенклатура. Способы получения дегидратацией амидов, альдоксимов и замещением других групп цианогруппой. Физические свойства.

12. Химические свойства нитрилов: присоединение нуклеофильных реагентов, восстановление, реакция с участием α -углеродных атомов.

13. Жиры (триацилглицерины). Строение жиров. Простые и смешанные жиры. Животные и растительные жиры. Природные жиры. Номенклатура.

14. Синтез жиров ацилированием глицерина. Промышленные способы получения жиров из измельченных растительных и животных тканей. Физические свойства.

15. Химические свойства жиров: гидролиз (омыление), гидрогенизация, присоединение галогенов, окисление. Мыла, число омыления. Жидкие и твердые мыла.

Задания

1. Составьте структурные формулы следующих сложных эфиров: пропилового эфира муравьиной кислоты, изобутилового эфира уксусной кислоты, изопрпилового эфира пропионовой кислоты, этилацетата, метилформиата, бутилбутирата.

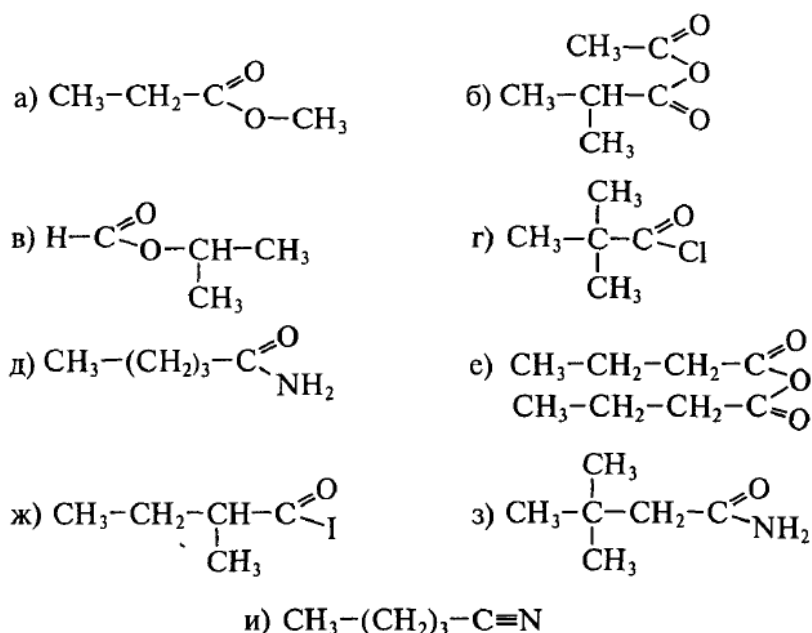
2. Приведите структурные формулы изомерных сложных эфиров состава $C_4H_8O_2$. Назовите их по систематической номенклатуре.

3. В состав спермацета входит сложный эфир пальмитиновой кислоты и цетилового спирта $C_{16}H_{33}OH$. Напишите его структурную формулу.

4. Напишите структурные формулы следующих ангидридов: пропионилбромид, бутирилхлорид, хлорангидрид изомаляной кислоты.

5. Напишите структурные формулы формамида, ацетамида, бутирамида, стеарамида.

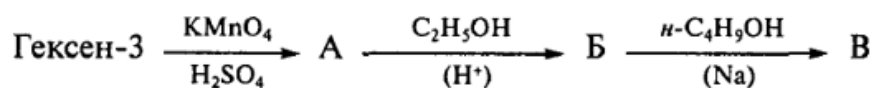
6. Назовите вещества, формулы которых приведены. Определите, к каким функциональным производным карбоновых кислот они относятся.



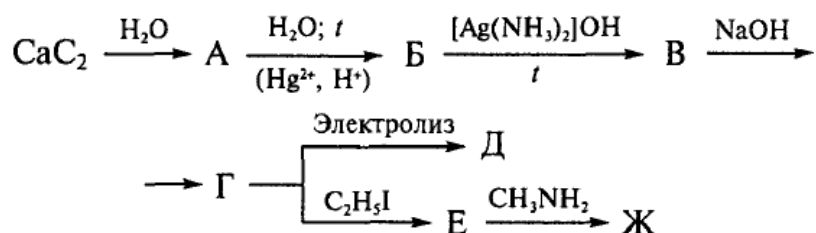
7. Напишите уравнение реакции образования бутилового эфира масляной кислоты из ее метилового эфира путем переэтерификации.

8. Какие соединения образуются при взаимодействии пропилбутаноата с водным раствором аммиака, изобутиловым спиртом (в присутствии металлического натрия), этилмагнийбромидом (2 моль), водным раствором гидроксида натрия при нагревании, водным раствором серной кислоты? Напишите уравнения реакций.

9. Осуществите следующие превращения:



10. Осуществите следующие превращения:

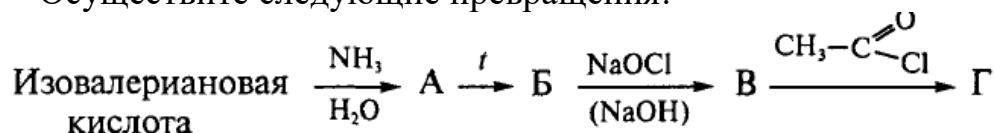


11. Напишите уравнение реакции изопропиламина с ацетилхлоридом. Сравните основные свойства реагента и продукта.

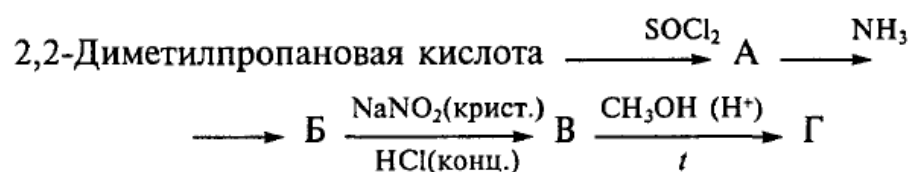
12. Из амидов изовалериановой и масляной кислот получите соответствующие амины (перегруппировка Гофмана)

13. Какие соединения образуются при взаимодействии 3-метилпропаноиламида с: натрием в этиловом спирте, разбавленной серной кислотой, азотистой кислотой.

14. Осуществите следующие превращения:

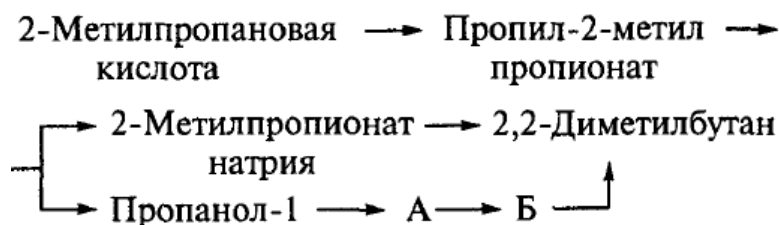


15. Осуществите следующие превращения:

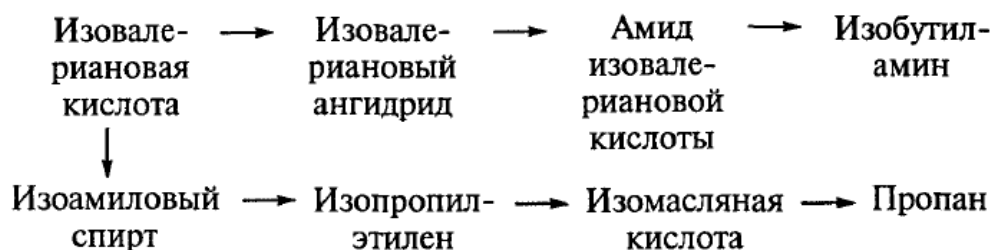


16. Составьте и осуществите цепочку превращений, характеризующих взаимные переходы карбоновых кислот и их производных на примере пропановой кислоты.

17. Осуществите превращения:



18. Осуществите превращения:



19. В четырех колбах находятся следующие вещества: муравьиная кислота, пропионовая кислота, стеарат натрия, этилацетат. Как распознать эти вещества, имея в распоряжении только растворы индикаторов и горелку? Напишите уравнения реакций.

20. Получите ацетамид: ацилированием аммиака; из аммонийной соли карбоновой кислоты; из нитрила. Напишите уравнения реакций.

21. Составьте схемы получения: амида изомаляной кислоты; N,N-диметилацетамида из ацетилена и диметиламина.

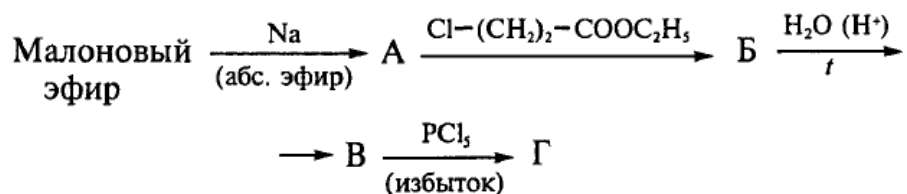
22. Напишите уравнения реакций акрилонитрила со следующими веществами: диэтиламинол, ацетоном, уксусным альдегидом, этиловым спиртом.

23. Напишите уравнения реакций: получения нитрила акриловой кислоты из ацетилена; полимеризации нитрила акриловой кислоты в полиакрилонитрил; превращения нитрила акриловой кислоты в амид той же кислоты.

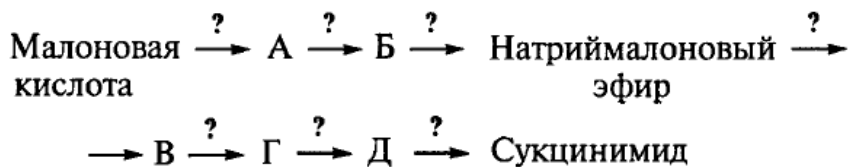
24. Главные триглицериды хлопкового масла – пальмитодиолеин, триолеин и пальмитоолеолиолеин. Напишите уравнения реакций бромирования этих веществ.

25. Напишите уравнения реакций гидрирования олеодипальмитина и стеародиолеина. Какие вещества образуются при омылении продуктов гидрирования?

26. Осуществите превращения:



27. Осуществите превращения:



Тема 7. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Вопросы для самоконтроля

1. Галогенкарбоновые кислоты. Классификация по природе углеводородного радикала и взаимному положению атома галогена и карбокси-группы.

2. Способы получения галогенкарбоновых кислот: действие галогенов на органические кислоты, реакция Геля-Фольгарда-Зелинского, взаимодействие непредельных карбоновых кислот с галогеноводородами. Физические свойства.

3. Кислотные свойства галогенкарбоновых кислот. Химические свойства – реакции по карбоксильной группе и с участием атома галогена.

4. Гидроксикислоты (спиртокислоты, фенолокислоты). Номенклатура. Способы получения: окисление гликолей, гидролиз галогенкарбоновых кислот, восстановление кетонокислот, омыление циангидринов альдегидов и кетонов. Физические свойства.

5. Химические свойства гидроксикислот – реакции по карбоксильной группе и с участием спиртового гидроксида, специфические свойства (отношение к нагреванию, расщепление α -гидроксикислот).

6. Молочная кислота. Яблочная кислота. Винная кислота. Лимонная кислота. Химические свойства. Биологическое значение.

7. Фенолокислоты. Способы получения сплавлением сульфобензойных кислот со щелочами, карбоксилированием фенолов. Физические свойства.

8. Химические свойства фенолокислот с участием карбоксильной группы и фенольного гидроксила, специфические свойства салициловой кислоты. Применение в качестве противовоспалительных средств.

9. О-оксикоричная кислота. Протокатеховая кислота. Галловая кислота. Строение. Химические свойства.

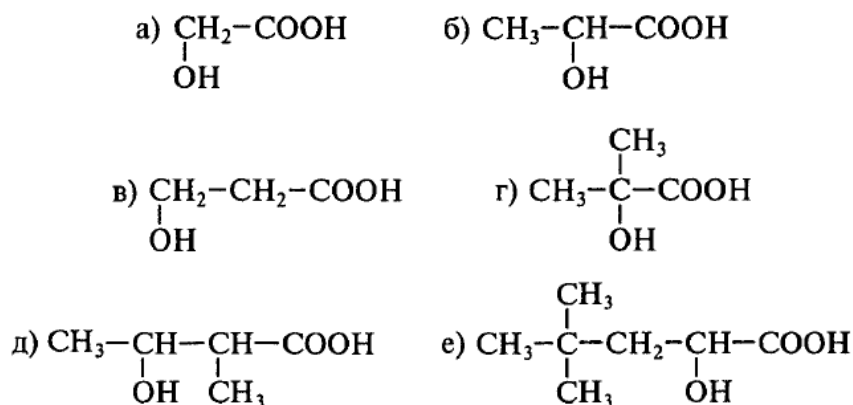
10. Оксокислоты. Получение оксокислот окислением гидроксикислот. Отдельные представители: глиоксильная, пировиноградная, ацетоуксусная.

11. Химические свойства оксокислот по обоим функциональным группам

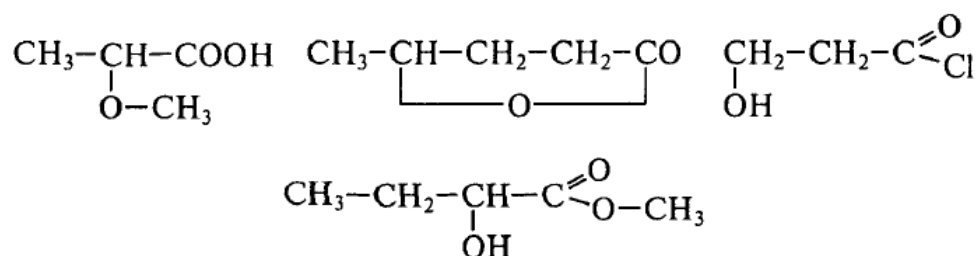
Задания

1. Напишите структурные формулы следующих кислот: оксиэтановая, 2-оксипропановая, 4-оксибутановая, оксипентандиовая, 2,3-диоксибутандиовая, 2,3-диоксипропановая. Сколько оптических изомеров имеет каждая из приведенных кислот.

2. Назовите соединения. Определите количество хиральных центров.



3. Назовите производные оксикарбоновых кислот, формулы которых приведены:



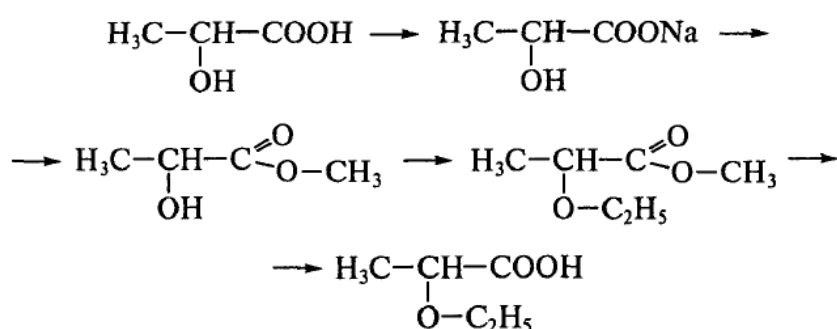
4. Изобразите проекционные формулы оптических изомеров следующих соединений: 2-окси-3-хлорбутандиовая кислота; 2,3,4-триоксибутаналь. Определите число изомеров.

5. Напишите реакции молочной кислоты с реагентами: уксусным ангидридом; этиловым спиртом; металлическим натрием; гидроксидом натрия; бромоводородной кислотой (конц.); хлоридом фосфора (V); гидроксидом кальция.

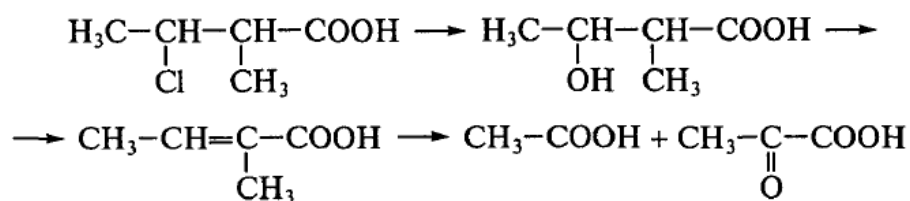
6. Напишите формулы веществ, получаемых при нагревании изомерных оксибутановых кислот.

7. К какому классу органических соединений относят лактоны? Напишите уравнение реакции гидролиза γ -лактона оксимасляной кислоты (бутиролактона) в щелочной и кислой средах.

8. Осуществите следующие превращения:



9. Осуществите следующие превращения:

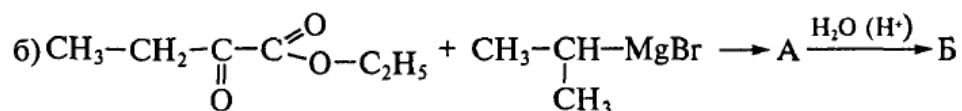
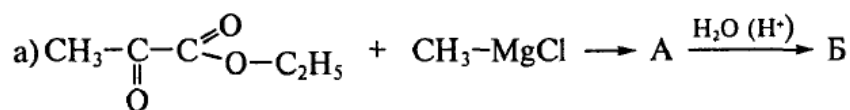


10. При помощи каких реакций можно отличить метоксиуксусную кислоту от метилового эфира гликолевой кислоты?

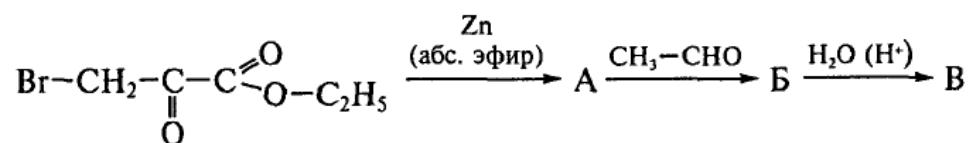
11. Исследуемое вещество с эмпирической формулой $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$ имеет два асимметрических атома углерода. При его нагревании образуется соединение состава $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$, которое при окислении перманганатом калия образует уксусную и пировиноградную кислоты. Определите строение исследуемого вещества.

12. Напишите уравнения реакций получения α -оксиизовалериановой кислоты из веществ, относящихся к разным классам: двухатомный спирт, оксиальдегид, непредельная кислота, кетокислота.

13. Напишите уравнения реакций:



14. Осуществите следующие превращения:

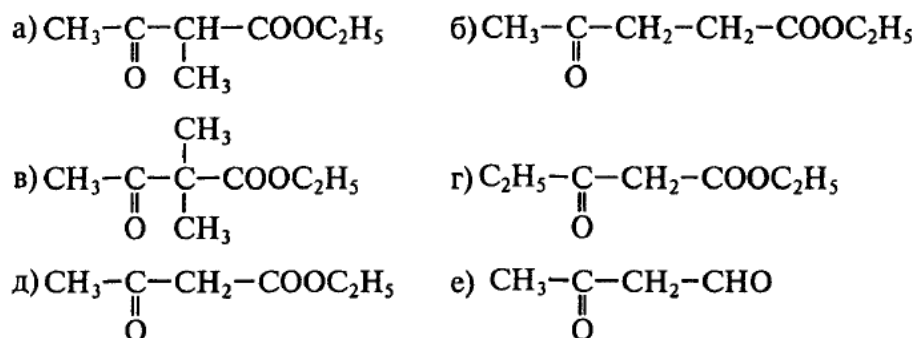


15. Напишите уравнения реакций получения 2-метил-2-оксипропановой кислоты из этилового спирта.

16. Составьте структурные формулы следующих оксокислот: глиоксиловой, пировиноградной, ацетоуксусной, левулиновой. Назовите их по систематической номенклатуре.

17. Дайте определение кето-енольной таутомерии. Напишите формулы кетонной и енольной форм ацетоуксусного эфира.

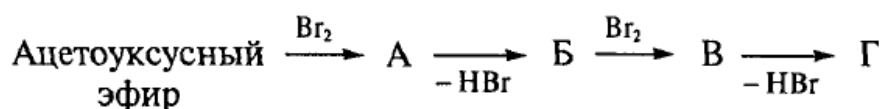
18. Какие соединения, формулы которых приведены, не образуют енольных форм? Поясните.



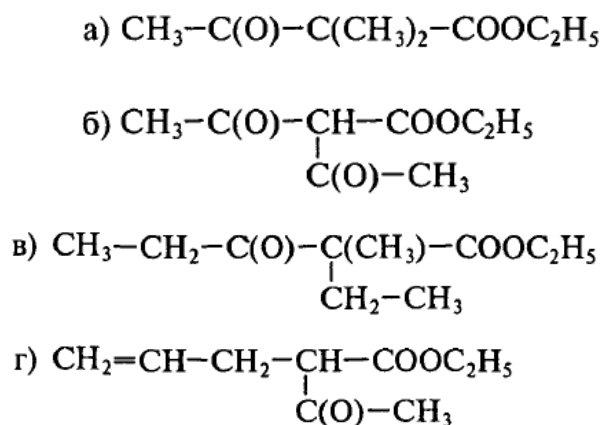
19. Напишите схемы реакций пировиноградной кислоты: по карбоксильной группе, по карбонильной группе.

20. Напишите уравнения реакций глиоксиловой кислоты со следующими реагентами: бисульфитом натрия, гидроксиламином, аммиачным раствором гидроксида серебра, циановодородом. Назовите продукты.

21. Осуществите превращения:

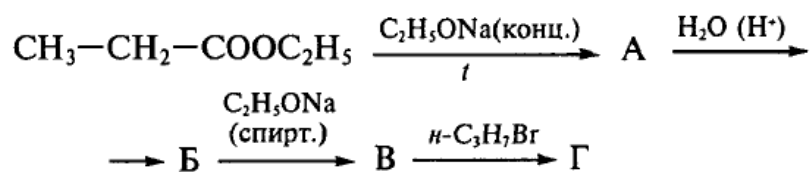


22. Укажите, какие вещества образуются при кислотном расщеплении соединений, формулы которых приведены:

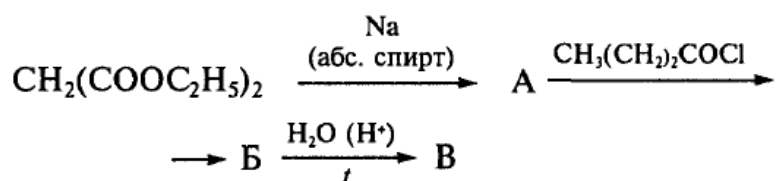


23. Напишите уравнения реакций синтеза на основе ацетоуксусного эфира следующих веществ: метилизопропилкетон; метилпропилкетон; 3-метил-2-пентанон; 4-метил-2-пентанон.

24. Осуществите превращения:



25. Осуществите превращения:



26. Предложите схемы получения глиоксиловой кислоты из следующих реагентов: дихлоруксусной кислоты; этиленгликоля; гликолевой кислоты.

27. Приведите уравнение реакции конденсации Кляйзена на примере этилацетата.

28. Получите ацетоуксусный эфир, исходя из этилового спирта.

29. Получите ацетоуксусную кислоту, исходя из ацетилена.

30. Напишите схемы получения пировиноградной кислоты: пиролизом винной кислоты; из ацетилхлорида; окислением молочной кислоты.

Тема 8. ПРОИЗВОДНЫЕ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ

Вопросы для самоконтроля

1. Хлорангидриды угольной кислоты. Отдельные представители. Физические свойства.

2. Химические свойства хлорангидридов угольной кислоты: взаимодействие с водой, аммиаком, спиртами.

3. Амиды угольной кислоты. Карбаминовая кислота и ее эфиры (уретаны).

4. Мочевина. Биохимическое значение мочевины. Получение мочевины.

5. Физические и химические свойства мочевины (взаимодействие с кислотами, гидролиз, отношение к нагреванию, взаимодействие с азотистой кислотой, образование ацилмочевины).

Задания

1. Напишите названные структуры и примеры реакций различных производных угольной кислоты: фосген, фосгенирование, хлороугольные эфиры (хлороформиаты), органические карбонаты.

2. Напишите названные структуры различных производных угольной кислоты: изоцианаты, карбамоилхлориды, уретаны, карбаминовая кислота.

3. Напишите названные структуры различных производных угольной кислоты: мочевина, изоциановая кислота, циануровая кислота, биурет, уреиды кислот.

4. Напишите уравнения следующих реакций:

1) фосгена с одним и двумя молями метанола в присутствии триэтиламина; 2) пропандиола-1,2 с фосгеном в присутствии щелочи; 3) фосгена с одним и двумя молями этиламина.

5. Напишите уравнения следующих реакций: 1) фосгена с диизопропиламином; 2) этилхлороформиата с пропиламином и метанолом; 3) этилизоцианата с бензиловым спиртом.

6. Напишите уравнения следующих реакций: 1) мочевины с уксусным ангидридом; 2) биуретовой реакции; 3) этилортокарбоната с аммиаком; 4) гуанидина с соляной кислотой.

Тема 9. АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация аминокислот.
2. Номенклатура аминокислот и биохимические названия.
3. Способы получения: гидролиз белков, действие аммиака на галогенкарбоновые кислоты, метод Зелинского-Стадникова, присоединение аммиака к непредельным карбоновым кислотам, восстановление нитробензойных кислот.

4. Химические свойства аминокислот по амино- и карбоксильной группам: амфотерность, поликонденсация.
5. Специфические свойства (отношение к нагреванию, образование медных комплексных соединений).
6. Отдельные представители. Гликокол, аланин, γ -аминомасляная кислота.
7. Полипептиды. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка.
8. Денатурация белка.
9. Цветные реакции белков.
10. Биологическое значение белков и аминокислот.

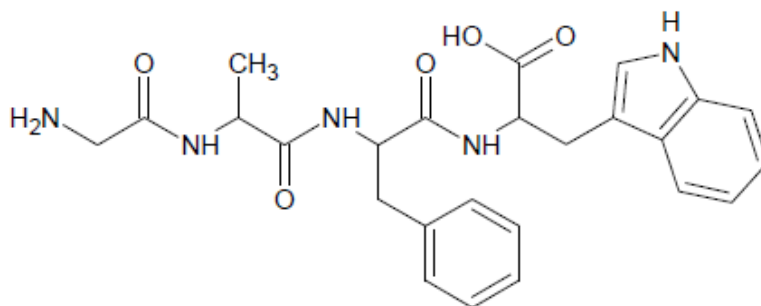
Задания

1. Нарисуйте структурную формулу и назовите соединение по систематической номенклатуре: а) глицин; б) серин; в) цистеин; г) глутаминовая кислота; д) аспарагин; е) γ -аминомасляная кислота; ж) капролактам.

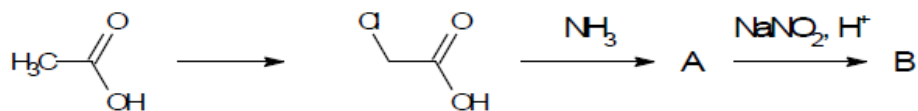
2. Назовите основные свойства проекционных формул Фишера. Нарисуйте следующие соединения при помощи этих проекций и назовите их по систематической номенклатуре: а) R-аланин; б) D-триптофан; в) L-метионин; г) S-пролин; д) S-лизин.

3. Напишите реакции аланина и аспарагиновой кислоты со следующими веществами: а) HCl; б) KOH; в) NaNO_2 , H^+ ; г) CH_3I ; д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H^+ ; е). CH_3COCl ; ж) нагревание; з) 2,4-динитрофторбензол; и) CuSO_4

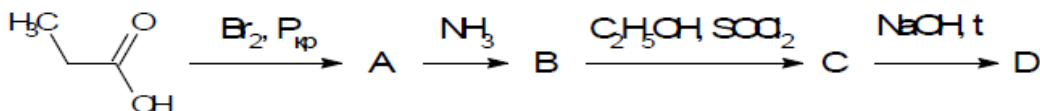
4. Назовите пептид. Сколько аминокислот образуется при его гидролизе?



5. Осуществите превращения:



6. Осуществите превращения:



7. Аминокислота с брутто-формулой $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_2$ реагирует с подкисленным раствором NaNO_2 без выделения азота, а также вступает в реакцию только с 1 молем хлористого бензоила. Назовите аминокислоту, ответ подтвердите уравнениями реакций.

8. Проведите синтез глицидилаланина, используя подходящие защитные группы.

9. Какая из аминокислот проявляет более кислые свойства: глутаминовая или глутамин? Ответ поясните.

10. Какие соединения образуются при нагревании каждой из следующих аминокислот: α -, β - и γ -аминомасляной кислоты, глицина, ϵ -аминокапроновой кислоты?

11. Дайте определения первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белка. Объясните, что такое денатурация белка и чем отличается обратимая денатурация от необратимой. Под действием каких реагентов может протекать денатурация?

Тема 10. УГЛЕВОДЫ (САХАРА). МОНОСАХАРИДЫ. ДИ- И ПОЛИСАХАРИДЫ. ТЕРПЕНЫ.

Вопросы для самоконтроля

1. Углеводы. Классификация углеводов.
2. Моносахариды. Классификация и номенклатура. Стереоизомерия моносахаридов.
3. Пентозы. Альдопентозы. Важнейшие представители: L-арабиноза, D-ксилоза, -рибоза, 2-дезоксид-рибоза. Строение.
4. Гексозы. Важнейшие представители альдо- и кетогексоз: D-глюкоза, D-манноза, D-галактоза, D-фруктоза, L-сорбоза. Строение.

5. Строение моносахаридов. Таутомерия. Цикло-оксо-таутомерия. Мутаротация. Карбонильно-ендиольная таутомерия. Физические свойства моносахаридов.

6. Способы получения моносахаридов гидролизом полисахаридов и окислением многоатомных спиртов.

7. Химические свойства моносахаридов: реакции при участии открытых и циклических форм.

8. Отдельные представители моносахаридов: витамин С, глюкозамин.

9. Дисахариды. Номенклатура. Важнейшие представители: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение.

10. Физические и химические свойства дисахаридов.

11. Полисахариды. Классификация. Строение. Важнейшие представители: крахмал, клетчатка, инулин.

12. Физические и химические свойства полисахаридов.

13. Терпены. Классификация терпенов.

14. Ациклические терпены. Способы получения и химические свойства.

15. Моноциклические терпены (ментан, лимонен). Способы получения и химические свойства.

16. Ментол. Строение и химические свойства.

17. Бициклические терпены. Химические свойства. Важнейшие представители: борнеол, камфора, α -пинен.

Задания

1. Приведите проекционные формулы Фишера для следующих соединений: D-глюкозы, L-фруктозы, D-маннозы, D-рибозы, L-галактозы, 2-дезоксид-L-рибозы. Укажите количество асимметрических атомов углерода в каждом соединении.

2. Нарисуйте формулы Хеуорса для данных соединений:

а) α -D-глюкопираноза;

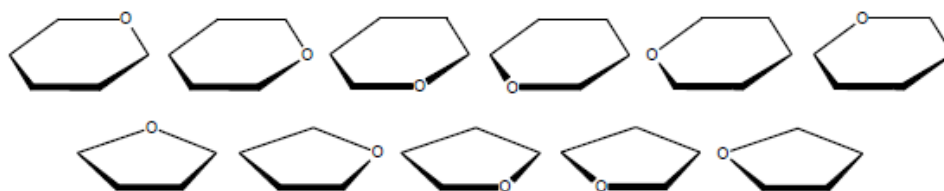
в) β -D-маннофураноза;

б) β -D-фруктофураноза;

г) α -D-галактопираноза.

Укажите количество асимметрических атомов углерода в каждом соединении. Покажите аномерный атом углерода.

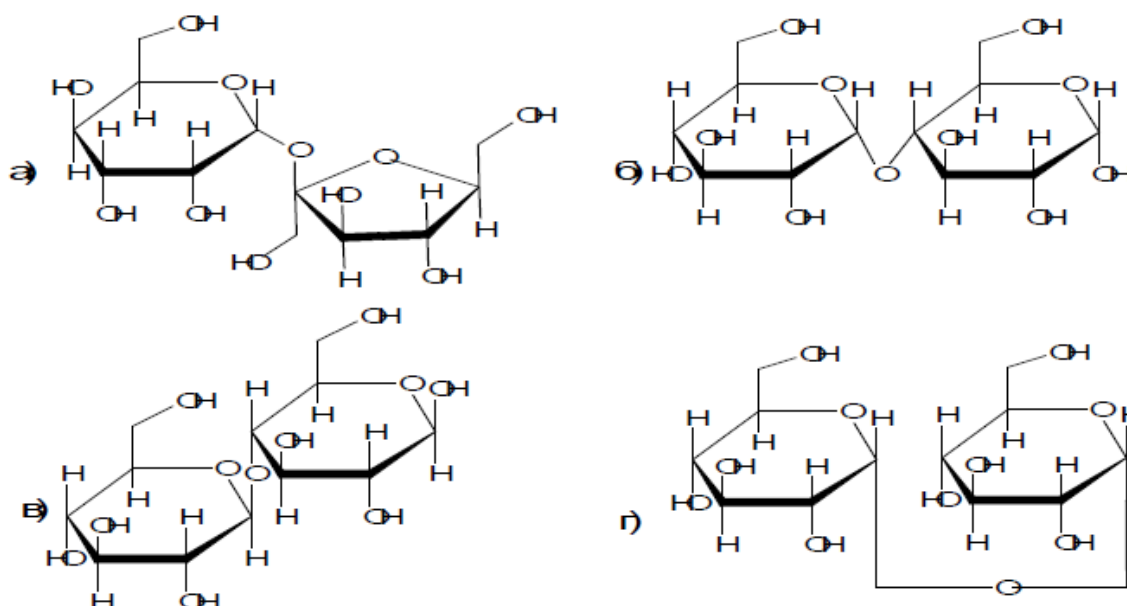
3. Нарисуйте формулы Хеуорса для α -D-глюкопиранозы и β -D-фруктофуранозы таким образом, чтобы циклический атом кислорода был поочередно в каждой вершине шестиугольника для пиранозной формы и пятиугольника для фуранозной формы.



4. Напишите реакции D-глюкозы и L-маннозы со следующими реактивами:

а). уксусный ангидрид; б). CH_3OH и H^+ ; в). $\text{Cu}(\text{OH})_2$, тартрат Na-K (реактив Фелинга); г). NaOH (разб.); д). H_2 (катализатор); е). разбавленная азотная кислота; ж). фенилгидразин.

5. Назовите следующие дисахариды. Укажите, какие из них являются восстанавливающими:



6. Приведите уравнения реакций, подтверждающих, что в молекуле глюкозы содержатся: альдегидная группа; гидроксильная группа; гликозидная гидроксильная группа; vicinal hydroxyl groups.

7. Дайте определение понятию «мутаротация». Приведите примеры.

8. Какие полисахариды называют крахмалом и целлюлозой? Объясните различие между ними, ответ подтвердите формулами и уравнениями реакций.

9. Напишите α - и β -аномеры D-фруктофуранозы. С какими видами изомерии связано их образование?

10. Напишите реакцию получения глюкаровой кислоты из D-глюкозы.

11. Напишите реакцию взаимодействия β -D-глюкопиранозы с этиловым спиртом в среде сухого хлороводорода. Назовите полученное соединение. Проведите его гидролиз.

12. Напишите реакцию гидролиза α -мальтозы формулами Хеуорса. Укажите O-гликозидную связь.

13. Напишите реакцию образования β -лактозы из соответствующих моносахаридов формулами Хеуорса. Обладает ли она восстанавливающими свойствами? Поясните.

14. Напишите реакцию окисления β -мальтозы. Поясните возможность ее протекания.

15. Напишите реакцию образования сахарозы из соответствующих моносахаридов формулами Хеуорса. Обладает ли она восстанавливающими свойствами? Поясните.

16. Напишите триозный фрагмент цепи крахмала, покажите и назовите связи между моносахаридами. Из каких фракций состоит крахмал? С какой из этих фракций имеет структурное сходство гликоген?

17. Из каких моносахаридных звеньев построен гликоген? Напишите строение биозного фрагмента основной цепи гликогена и покажите образование бокового ответвления. Назовите и покажите связи, соединяющие моносахариды в гликогене.

18. Напишите строение компонентов гиалуроновой кислоты и укажите характер связи между ними.

19. Напишите схему ступенчатого гидролиза крахмала, назовите промежуточные и конечный продукты гидролиза.

20. Какие полисахариды называются гомо- и гетерополисахаридами? Приведите примеры их структуры, используя формулы Хеуорса.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юровская, М. А. Основы органической химии: учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 238 с. — ISBN 978-5-00101-757-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/4586.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Боровлев, И. В. Органическая химия: термины и основные реакции / И. В. Боровлев. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 360 с. — ISBN 978-5-00101-752-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12248.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Орлова, А. М. Органическая химия: учебное пособие / А. М. Орлова. — Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 230 с. — ISBN 978-5-7264-1302-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/48034.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Ким, А. М. Органическая химия: учебное пособие / А. М. Ким. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 844 с. — ISBN 978-5-379-02004-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65281.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Разин, В. В. Задачи и упражнения по органической химии / В. В. Разин, Р. Р. Костиков. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. — 336 с. — ISBN 978-5-93808-288-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67348.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Гаршин, А. П. Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах : учебное пособие / А. П. Гаршин. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. — 184 с. — ISBN 978-5-93808-285-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67352.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Данилов, В. Н. Сборник задач и заданий по органической химии: учебное пособие / В. Н. Данилов. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. — 148 с. — ISBN 978-5-00032-316-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76437.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения индивидуального задания по дисциплине
«Органическая химия. Дополнительные разделы»

Составитель: *Рублева Людмила Ивановна*, к.х.н., доцент;

Ответственный за выпуск:
Волкова Елена Ивановна – к.х.н, доцент, заведующая кафедрой общей,
физической и органической химии ГОУВПО «ДОННТУ».