

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Е. В. ВОРОБЬЕВА**

# **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Практическое пособие

для студентов специальности 1-31 01 01 «Биология»

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2015

УДК 577.11(076)  
ББК 28.072.51я73  
В751

Рецензенты:  
кандидат химических наук С. М. Пантелеева,  
кандидат химических наук А. В. Лысенкова

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины»

**Воробьева, Е. В.**

В751 Органическая химия : практическое пособие / Е. В. Воробьева ;  
М-во образования Республики Беларусь, Гом. гос. ун-т им.  
Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 47 с.  
ISBN 978-985-577-065-8

Пособие содержит задания и упражнения по органической химии, которые помогут организовать процесс обучения предмету и контролировать его. Материал можно использовать для занятий с группой студентов, а также для индивидуальной работы. Разнообразие упражнений и заданий позволит осуществить дифференцированный подход к оценке качества знаний студентов.

Адресовано студентам специальности 1-31 01 01 «Биология».

УДК 577.11(076)  
ББК 28.072.51я73

ISBN 978-985-577-065-8

© Воробьева Е. В., 2015  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный университет  
имени Франциска Скорины», 2015

## Оглавление

Предисловие .....	4
1. Общие представления о строении и реакционной способности органических соединений .....	5
1.1. Классификация, номенклатура, изомерия органических соединений .....	5
1.2. Электронное строение и реакционная способность органических соединений .....	6
2. Углеводороды .....	8
2.1. Алканы.....	8
2.2. Циклоалканы .....	11
2.3. Алкены .....	12
2.4. Алкины .....	14
2.5. Алкадиены .....	16
2.6. Ароматические углеводороды .....	18
3. Гомофункциональные соединения .....	21
3.1. Галогенпроизводные углеводородов .....	21
3.2. Спирты, простые эфиры .....	24
3.3. Фенолы, тиолы .....	27
3.4. Карбонильные соединения .....	29
3.5. Амины, азо- и диазосоединения .....	31
3.6. Карбоновые кислоты и их производные .....	33
3.7. Непредельные карбоновые кислоты .....	35
3.8. Дикарбоновые кислоты .....	36
4. Гетерофункциональные соединения .....	38
4.1. Гидроксикислоты .....	38
4.2. Оксокислоты .....	39
4.3. Углеводы .....	40
4.4. Аминокислоты и белки .....	43
4.5. Гетероциклические соединения .....	45
Список использованной литературы .....	47

## Предисловие

Многообразие и огромное число органических соединений определяет значение органической химии как крупнейшего раздела современной химии. Окружающий нас мир построен главным образом из органических соединений: пища, топливо, одежда, лекарства, краски, моющие средства, взрывчатые вещества и т. д. Органические соединения играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности.

Органическая химия изучает не только соединения, получаемые из растительных и животных организмов (так называемые природные вещества), но и соединения, созданные искусственно с помощью лабораторного или промышленного органического синтеза. Строение органических соединений устанавливают с помощью методов анализа органических соединений, включающих помимо химического элементного анализа такие физические методы, как ЯМР, масс-спектрометрия, ИК-спектроскопия, рентгеновский структурный анализ, электронография и др.; развиваются также методы выделения, очистки и разделения органических веществ, например различные виды хроматографии.

Настоящее практическое пособие предназначено для студентов биологического факультета, изучающих органическую химию. Пособие составлено с целью организации и контроля процесса изучения раздела органическая химия. Материал можно использовать для лабораторно-практических занятий с группой учащихся, а также для индивидуальной работы студентов.

Пособие охватывает все темы курса органической химии. В каждой теме приведены контрольные вопросы, затем задания и упражнения, которые приведены в порядке возрастания трудности, что позволит учащимся планомерно развивать свои умения и навыки. В связи с тем, что вопросы, задачи и упражнения в контрольной работе требуют для ответа четкого понимания и знаний основного материала, рекомендуется перед выполнением заданий внимательно проработать учебный материал по изучаемой теме.

# 1. Общие представления о строении и реакционной способности органических соединений

## 1.1. Классификация, номенклатура, изомерия органических соединений

### Теоретические вопросы

1. Расскажите о формировании теории строения органических соединений и изложите её основные положения (А. М. Бутлеров, А. Кекуле, А. Купер).

2. Чем отличаются между собой полные структурные, сокращенные структурные и рациональные формулы? Приведите примеры.

3. Изложите основные виды классификации органических соединений.

4. Расскажите о принципах систематической номенклатуры IUPAC, приведите список функциональных групп по старшинству. Каковы особенности тривиальной и рациональной номенклатуры органических соединений?

5. Каковы основные типы изомерии? Приведите примеры. Что такое таутомерия, какие виды ее выделяют?

6. Какова номенклатура геометрических и оптических изомеров?

7. Кто такие конформации, конформеры? Приведите примеры.

### Упражнения и задания

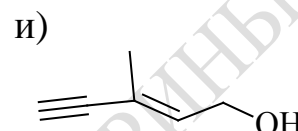
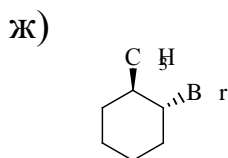
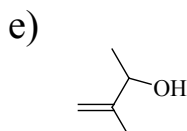
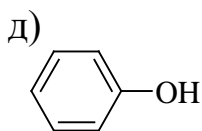
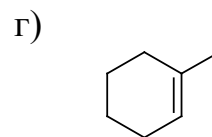
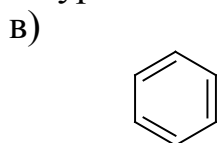
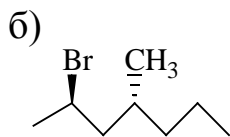
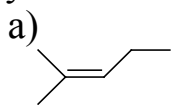
1. Напишите полные структурные формулы соединений:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;  $\text{CH}_3\text{NO}_2$ .

2. Напишите структурные формулы веществ с пятью атомами углерода, названия которых заканчиваются на -ан, -ен, -диен, -ин, -ол, -он, -аль.

3. Расположите перечисленные ниже функциональные группы в порядке старшинства (IUPAC):  $-\text{OH}$ ,  $-\text{CHO}$  ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}_{\text{H}}$ ),  $-\text{Hal}$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $>\text{C}=\text{O}$ .

4. Какие виды номенклатуры органических соединений вам известны? Напишите формулу вещества 2,2,4-триметилпентан и назовите его по всем видам номенклатуры.

5. Напишите структурные формулы соединений по рациональным формулам и назовите их по номенклатуре IUPAC:



6. Напишите формулы веществ по их названиям. Укажите формулы изомеров и гомологов. Назовите их по тривиальной, рациональной и систематической номенклатурам, дописывая названия по не указанной в условии номенклатуре:

- 2,2,3-триметилбутан;
- триметилпропилметан;
- 3,3-диметил-6-этилнонан;
- 2,3,4-триметил-5-этилгептан.

7. Напишите структурные формулы всех изомеров, имеющих состав  $C_5H_{10}$ , назовите их и укажите виды и разновидности изомерии.

8. Напишите структурные формулы изомеров, имеющих состав  $C_8H_{10}O$ . Назовите их и укажите разновидность изомерии.

9. Дайте определение и охарактеризуйте кето-енольную и кольчатую-цепную таутомерию на примерах.

10. Что такое хиральный центр? Среди перечисленных ниже соединений выберите хиральные вещества с одним асимметрическим атомом углерода: 2-хлорбутан, пентанол-2, пентанол-3, пропан, 2-метилпентанол-2, 1,1-дихлорэтан, 1-бром-1-хлорэтан.

11. Изобразите наиболее устойчивые конформационные изомеры (стереоизомерные структуры) в виде проекций Ньюмена а) этана; б) пропан-1,2-диола (относительно связи  $C_{(1)}-C_{(2)}$ ).

## 1.2. Электронное строение и реакционная способность органических соединений

### Теоретические вопросы

1. Каковы основные типы химических связей в молекулах органических соединений?

2. Что такое гибридизация? Какие виды гибридизации атома углерода вы знаете?

3. Приведите виды классификации химических реакций в органической химии.

4. Что такое гомо- и гетеролитический тип разрыва связей? Приведите характеристику промежуточных частиц: радикал, карбокатион, карбанион.

5. Охарактеризуйте основные реагенты: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Приведите классификацию химических реакций в органической химии по механизмам реакций.

6. Дайте определение и приведите примеры электронных и пространственных эффектов в органических реакциях (индуктивный эффект, эффект поля, мезомерный эффект, гиперконъюгация).

## Упражнения и задания

1. Какие частицы называются свободными радикалами, углеводородными радикалами? Напишите формулы всех возможных углеводородных радикалов, соответствующие формуле  $C_4H_9$  - .

2. Дайте определение основным типам химической связи — ионной и ковалентной. Укажите причины возникновения связи между атомами. Приведите примеры двухатомных молекул: а) с ионной связью; б) с ковалентной связью.

3. Что является причиной возникновения индуктивного эффекта? Приведите примеры заместителей с положительным и отрицательным индуктивным эффектом. Какой знак индуктивного эффекта характерен для следующих заместителей:  $-COOH$ ,  $-C_2H_5$ ,  $-Br$ ,  $-Li$ ,  $-CN$ ,  $-NH_2$ ,  $-CH=CH_2$ ,  $-SH$ ,  $-C(CH_3)_3$ ,  $-OH$ ? Ответы поясните.

4. Стрелками обозначьте электронные смещения по индуктивному механизму под действием заместителей в следующих соединениях: метанол, пропаналь, хлороформ, этилфторид, пентандион-2,4, изопропилмагнийхлорид, бутен-1, толуол.

5. Что такое «делокализованные» химические связи и в чем их отличие от «локализованных»? Какие бывают типы сопряжения? Укажите тип сопряжения для соединений: пропен-2-аль, бензол, пентадиен-1,3, аллильный радикал  $CH_2=CH-CH_2-$ .

6. Дайте определение понятию «мезомерный эффект заместителя». Какой знак мезомерного эффекта характерен для следующих заместителей:  $-COOH$ ,  $-OH$ ,  $-CN$ ,  $-Br$ ,  $-SH$ ,  $-CH=O$ ,  $-NH_2$ .

7. Стрелками обозначьте электронные смещения по мезомерному механизму под действием заместителей в следующих соединениях: 1-хлорпропен-1, фенол.

## 2. Углеводороды

### 2.1. Алканы

#### Теоретические вопросы

1. Приведите общую характеристику класса алканов: гомологический ряд, номенклатура, изомерия, электронное строение, физические свойства.

2. Рассмотрите строение и номенклатуру радикалов предельных углеводородов, приведите примеры первичных, вторичных и третичных радикалов.

3. Какие вещества называются изомерами, гомологами?

4. Что значит «первичный», «вторичный», «третичный» и «четвертичный» атом углерода?

5. Приведите уравнения реакций, характеризующих основные химические свойства алканов.

6. Какой механизм цепных радикальных реакций замещения в алканах (на примере реакции галогенирования)? Сравните региоселективность реакций хлорирования и бромирования.

7. Приведите промышленные и лабораторные способы получения алканов.

#### Упражнения и задания

1. Назовите следующие углеводородные радикалы:

а)  $-\text{CH}_3$ ; б)  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ; в)  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ; г)  $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;

д)  $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ; е)  $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ .

2. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующие углеводороды:

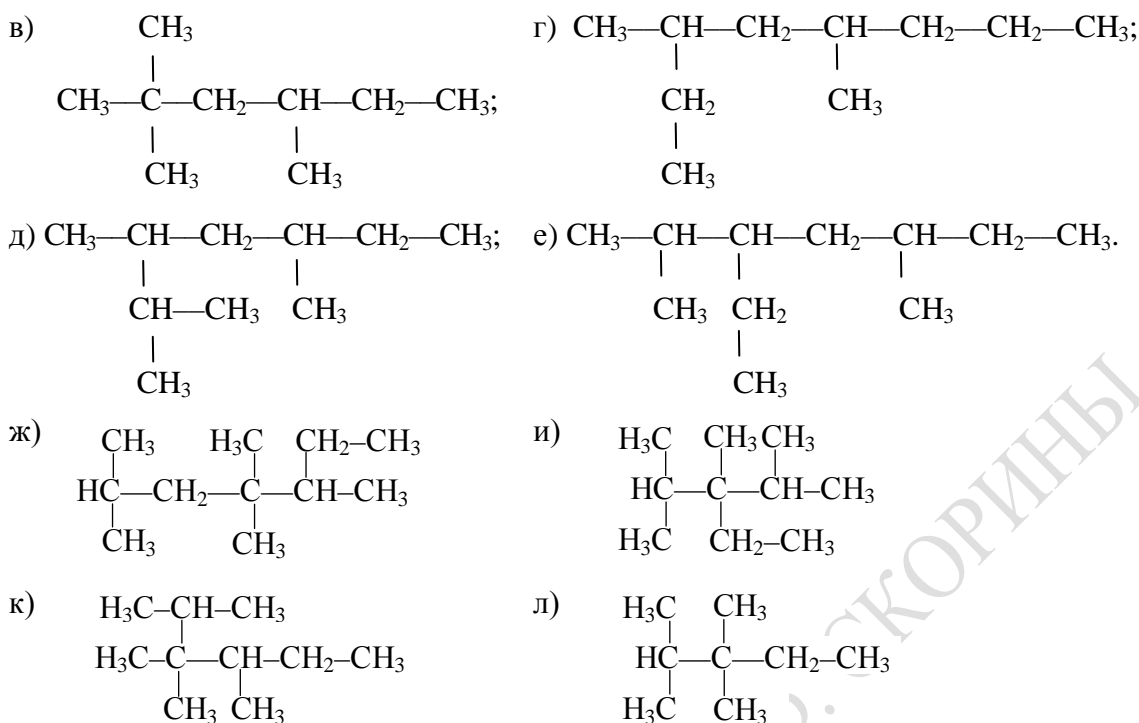
а)  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ;

|  
 $\text{CH}_3$

б)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$ ;

|     |  
 $\text{CH}_3$   $\text{CH}_3$



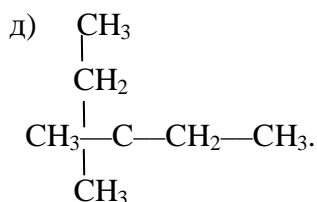
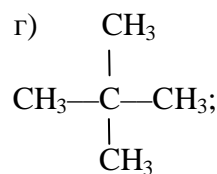
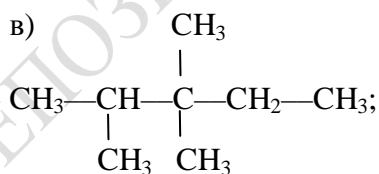
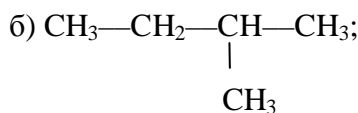


3. Напишите структурные формулы углеводородов:

- а) метилэтилметана;  
 б) диизопропилметана;  
 в) метилэтилпропилизопропилметана;  
 г) *втор*-бутилметана;  
 д) *изобутил*метана;  
 е) *трет*-бутилметана.

Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

4. Назовите по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



5. Напишите структурные формулы углеводородов:

- а) 2,5-диметилгексана;

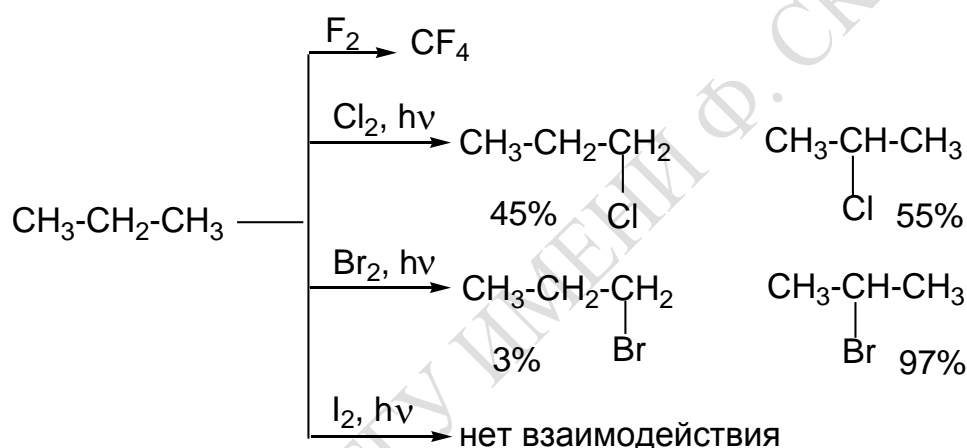
- б) 3-метил-3-этилпентана;
- в) 2-метил-4-изопропилгептана;
- г) 2,4-диметил-4-этилоктана.

6. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава  $C_7H_{16}$ . Назовите их. Укажите изомеры, содержащие третичные атомы углерода.

7. Укажите ошибки в названиях следующих углеводородов, дайте правильные названия:

- а) 2-этил-6-изопропилгексан;
- б) 2,2-диметил-1-изопропил-пентан;
- в) 4-изобутил-7,7-диметилоктан.

8. Объясните, почему пропан ведет себя не одинаково по отношению к различным галогенам:



9. Сколько монохлорпроизводных образуется при хлорировании 2-метилпентана? Напишите их структурные формулы и дайте названия.

10. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутана и изобутана с бромом и с азотной кислотой. Укажите условия их протекания.

11. Напишите уравнения реакций нитрования 2-метилгексана и сульфохлорирования *n*-октана. К какому типу реакций относятся эти превращения?

12. Запишите схему реакции взаимодействия 2-метилпропана с бромом в мольном соотношении 1:1. Укажите механизм этой реакции. Полученный продукт введите в реакцию с металлическим натрием. Назовите образующийся углеводород.

13. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь: а) йодистого метила и йодистого изобутила, б) йодистого этила и йодистого изопропила, в) бромистого пропила и бромистого втор-бутила.

14. Запишите все возможные варианты получения 2-метилпентана по реакции Вюрца.

15. Сколько изомеров получится при нитровании по Коновалову 2,2,3,4-тетраметилпентана? Напишите уравнения реакций, продукты назовите.

16. Углеводород  $C_5H_{12}$  в условиях реакции Коновалова превращается в третичное нитропроизводное. Какое строение имеет исходное соединение?

17. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: а) пропан  $\longrightarrow$  2,3-диметилбутан; б) пропионовая кислота  $\longrightarrow$  3,4-диметил-3-нитрогексан?

18. Напишите уравнения реакций сульфокисления: а) пентана; б) 2-метилбутана.

19. Напишите схемы получения этана, пропана, 2-метилбутана при нагревании соответствующих натриевых солей карбоновых кислот с твердой щелочью.

20. В каких условиях протекает окисление предельных углеводородов? Рассмотрите промышленное значение реакций окисления алканов.

21. В чем сущность и практическое значение процесса крекинга? Какие химические реакции характеризуют его?

22. Чем характеризуется антидетонационная устойчивость бензина? Как зависит это свойство от состава бензина и как повысить его антидетонационную устойчивость?

## 2.2. Циклоалканы

### Теоретические вопросы

1. Приведите общую характеристику класса циклоалканов: классификация, гомологический ряд, номенклатура, изомерия, электронное строение.

2. Расскажите о конформациях циклоалканов на примере циклогексана и его производных (с указанием экваториальных и аксиальных связей).

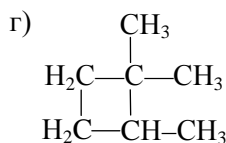
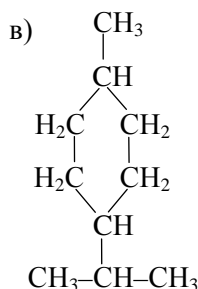
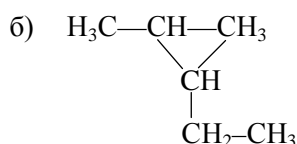
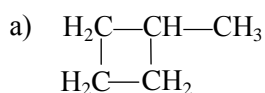
3. Расскажите о теории Байера, о типах напряжений в циклах.

4. Приведите уравнения реакций, характеризующих основные химические свойства циклопропана, циклобутана (малые циклы) и циклопентана, циклогексана (обычные циклы).

5. Расскажите о способах получения циклоалканов.

### Упражнения и задания

1. Назовите следующие циклопарафины:



2. Напишите структурные формулы соединений:

- 1,1-диметилциклопропана;
- цис*-1,2-диметилциклопропана;
- транс*-1,2-диметилциклопропана;
- метилциклобутана.

3. Изобразите конформации «кресла» и «ванны» для молекулы циклогексана. Охарактеризуйте их с точки зрения наличия углового и стерического напряжения? Какая конформация является теоретически более выгодной и почему?

4. Напишите схему реакции получения из соответствующих дигалогенпроизводных метилциклопропана; 1,2-диметил-циклобутана.

5. Сравните и поясните различия в устойчивости циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. На примере химических реакций циклопропана и циклогексана подтвердите это различие.

6. Сравните химические свойства пропана и циклопропана. Отметьте сходство и различие. Охарактеризуйте отношение этих соединений к действию следующих реагентов: а)  $\text{Br}_2$  (свет); б)  $\text{Br}_2(\text{CCl}_4)$ ; в)  $\text{HBr}$ ; г)  $\text{H}_2(\text{Ni}, t^\circ\text{C})$ . Где есть взаимодействие, приведите схемы реакций.

## 2.3. Алкены

### Теоретические вопросы

1. Приведите общую характеристику класса алкенов: гомологический ряд, номенклатура, изомерия, электронное строение, физические свойства.

2. Опишите механизм реакций электрофильного присоединения у алкенов. Приведите уравнения реакций, протекающих по этому механизму.

3. Сформулируйте правило Марковникова и приведите его объяснение, укажите исключения.

4. Укажите механизм реакции аллильного хлорирования алкенов.

5. Приведите реакции окисления алкенов: мягкое окисление перманганатом калия по Вагнеру (цис-дигидроксилирование), эпоксидирование (по Прилежаеву), окислительное расщепление алкенов (озонолиз).

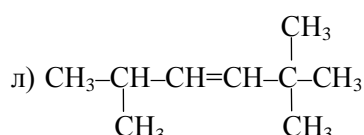
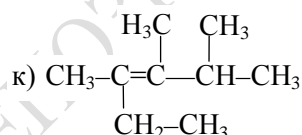
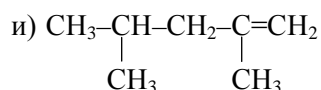
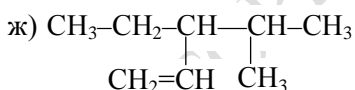
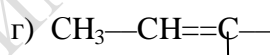
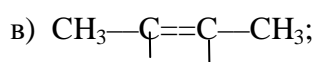
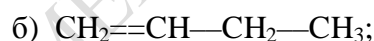
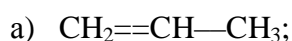
6. Приведите реакции полимеризация алкенов (на примере получения полиэтилена, полипропилена). Охарактеризуйте строение полимеров.

7. Укажите способы получения алкенов. Сформулируйте правило Зайцева.

### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы углеводородов: а) 2,2,6-триметилпентана-4; б) 2,3-диметилпентана-1; в) 2,2,4-триметилгексена-3; г) 2-метилгексена-3.

2. Назовите углеводороды номенклатуре ИЮПАК:



3. Напишите структурные формулы: а) сим.диизопропилэтилена; б) тетраэтилэтилена; в) метилдиэтилэтилена; г) *втор*-бутилэтилена; д) метил-*трет*-бутилэтилена; е) несим.диметилизопропилэтилена. Назовите эти соединения по номенклатуре ИЮПАК.

4. Напишите формулы геометрических изомеров: а) бутена-2; б) пентена-2; в) 2,5-диметилгексена-3; г) 3-метилпентена-2.

5. Напишите структурные формулы изомерных ациклических углеводородов состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Назовите их.

6. Укажите качественные реакции на двойную связь на примере молекулы бутена-1.

7. Сравните характер взаимодействия с бромом следующих соединений: а) 2,3-диметилпентена-2; б) 2,4-диметилпентана. Напишите уравнения реакций.

8. Объясните сущность механизма реакции электрофильного присоединения по кратной связи. Напишите уравнения реакций гидратации бутен-1 и 2-метилбутена-2. Назовите образующиеся продукты.

9. Из какого этиленового углеводорода можно получить бутандиол-2,3? Напишите уравнение реакции окисления этого олефина перманганатом калия в нейтральной и кислой среде.

10. Напишите уравнения реакций получения углеводородов этиленового ряда из 1-бромбутана, из 3-хлорпентана, из 2-иод-2-метилбутана в присутствии спиртового раствора щелочи.

11. Какое соединение получится в результате следующих превращений:  $CH_3-CH_2-CHBr-CH_2Br \xrightarrow{Zn} A \xrightarrow{HBr} B \xrightarrow{Na} V$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

12. Напишите схему получения 4-метилпентена-2 из 4-метилпентена-1 и окислите его водным раствором  $KMnO_4$ .

13. Какие углеводороды получатся при действии цинка на дигалогенопроизводные 2,3-дибромпентан, 2,3-дибром-2-метилпентан?

14. Напишите схему озонирования несимметричного диметилэтилена с последующим расщеплением озонида водой.

15. Напишите схемы полимеризации этена, пропена, хлорпропена.

## 2.4. Алкины

### Теоретические вопросы

1. Дайте общую характеристику класса алкинов: гомологический ряд, номенклатура, изомерия, электронное строение, физические свойства.

2. Опишите химические свойства алкинов: реакции гидрирования (получение Z- и E-алкенов), реакции электрофильного присоединения у алкинов.

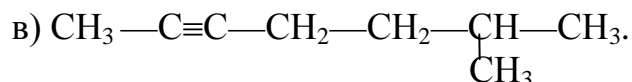
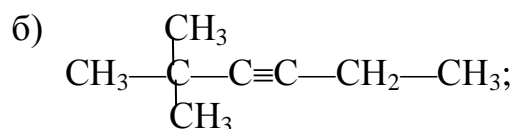
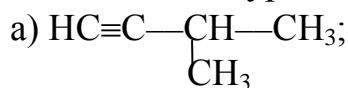
3. На основе электронного строения обоснуйте кислотность ацетилена и терминальных алкинов.

4. Опишите особенности полимеризации алкинов: димеризация; тримеризация ацетилена и его гомологов; полиацетилен.

5. Каковы промышленные и лабораторные способы получения алкинов.

## Упражнения и задания

1. Назовите углеводороды по номенклатуре ИЮПАК и рациональной номенклатуре:



2. Напишите структурные формулы метилацетилена; изобутил-ацетилена; 2,5-диметилгексина-3; 2,7-диметил-5-этилоктина-3.

3. Напишите структурные формулы изомеров ацетиленовых углеводородов состава  $\text{C}_4\text{H}_6$ . Назовите их по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК. Объясните, почему у алкинов не может быть геометрических изомеров.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилацетилена: а) с водородом; б) с бромом; в) с бромистым водородом.

5. Напишите схемы реакции ступенчатого гидрирования 2,5-диметилгексина-3. Как получить геометрические изомеры алкена, полученного на первой стадии гидрирования?

6. Какими реакциями можно отличить пентин-1 от пентина-2?

7. Напишите уравнения реакций конденсации ацетилена с ацетоном (реакция Фаворского).

8. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметилбутен-1 подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щелочи?

9. Напишите схему реакции образования ацетиленида меди и его взаимодействия с 1 и 2 молями бромистого этила.

10. Какие из названных ниже ацетиленовых углеводородов будут реагировать с аммиачным раствором оксида меди (I): бутин-1, 2,5-диметилгексин-3, 4-метилгексин-2, 3-метилгексин-1? Напишите уравнения реакций.

11. Укажите, какой реакцией можно отличить изопропилацетилен от метилацетилена. Напишите формулы указанных соединений и схему реакции.

12. Напишите уравнение реакции Кучерова для метилацетилена. Назовите промежуточный и конечный продукты.

13. Какие дигалогенпроизводные следует взять для получения: а) пропилацетилена; б) метилизопропилацетилена; в) метилэтил-ацетилена?

14. Из карбида кальция получите бутин-1; из ацетона и йодистого метила получите 3-метилбутин-1.

15. Какие соединения образуются при действии спиртового раствора щелочи на 1,2-дибромбутан; на 1,1-дибромбутан? Напишите схемы соответствующих реакций.

16. Каким способом можно получить 3-метилбутин-1? Напишите уравнения реакции его с водой.

## 2.5. Алкадиены

### Теоретические вопросы

1. Дайте общую характеристику класса алкадиенов: гомологический ряд, номенклатура, классификация, изомерия, электронное строение, физические свойства.

2. Охарактеризуйте химические свойства сопряженных диенов (1,3-бутадиен и изопрен): реакции электрофильного присоединения: 1,2- и 1,4-присоединение.

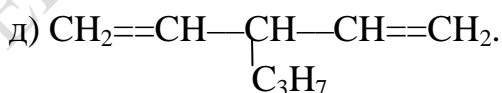
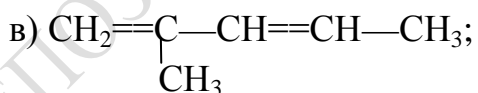
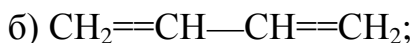
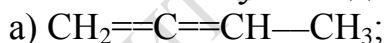
3. Приведите уравнение реакции диенового синтеза (реакция Дильса-Альдера), охарактеризуйте механизм реакции.

4. Приведите формулы натурального и синтетических каучуков.

### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы углеводородов: гексадиена-2,4; 2,3-диметилбутадиена-1,3; 2,5-гексадиена-1,5.

2. Назовите углеводороды:



3. Напишите схему строения полибутадиена, получающегося при полимеризации бутадиена-1,3.

4. Напишите формулы следующих углеводородов: а) пропадиена; б) бутадиена-1,3; в) 2-метилбутадиена-1,3; г) гексадиена-1,5; д) 2,3-диметилбутадиена-1,3. Рассмотрите классификацию алкадиенов на указанных примерах.



5. Напишите структурные формулы изомерных диеновых углеводородов состава  $C_5H_8$ . Назовите их. (Обратите внимание на E,Z-изомерию!).

6. Напишите формулы изомеров диенового углеводорода состава  $C_6H_{10}$ . Назовите их. Укажите разновидности изомерии и тип связей в молекулах.

7. Напишите уравнения реакций взаимодействия 2-метилпентадиена-1,3 с бромом, с бромистым водородом, с водородом.

8. Напишите уравнения реакций превращений: углерод  $\rightarrow$  метан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  ацетальдегид  $\rightarrow$  этиловый спирт  $\rightarrow$  бутadiен.

9. Напишите схемы получения хлоропрена из бутadiена-1,3 и его полимеризации с образованием каучука.

10. Напишите схему получения хлоропрена из ацетилена.

11. Напишите уравнения реакций присоединения хлористого водорода к 2,3-диметилбутadiену-1,3 в положение 1,2 и в положение 1,4.

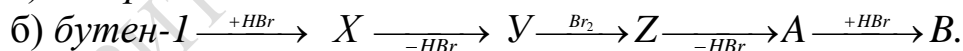
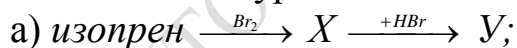
12. Напишите формулы всех возможных изомеров, получающихся при присоединении одной молекулы HBr: а) к хлоропрену, б) к изопрену.

13. Назовите конечный продукт последовательных взаимодействий 2,3-диметилбутadiена-1,3 с HBr, с металлическим натрием, с двумя молекулами брома.

14. Напишите уравнения реакций получения изопрена из ацетилена по способу А. Е. Фаворского.

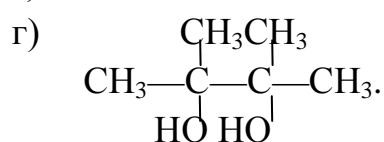
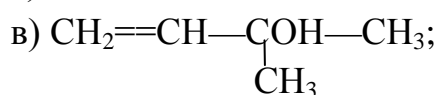
15. Напишите в структурном виде уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения: декан  $\rightarrow$  пентан  $\rightarrow$  изопентан  $\rightarrow$  изопрен  $\rightarrow$  изопреновый каучук.

16. Напишите уравнения последовательных реакций:



17. Получите углеводород нагреванием  $CH_3-CH_2-CBr=CH-CH_3$  со спиртовым раствором щелочи. Укажите, будет ли образовываться каучукоподобный полимер из этого диенового углеводорода?

18. Получите диеновые углеводороды с сопряженными двойными связями при каталитической дегидратации следующих соединений:



## 2.6. Ароматические углеводороды

### Теоретические вопросы

1. Назовите основные критерии ароматичности. Сформулируйте правило Хюккеля. Для каких ароматических соединений это правило не выполняется?

2. Охарактеризуйте небензоидные ароматические системы, приведите их примеры (циклопропенилий- и тропилий-катионы, циклопентадиенильный анион, азулен).

3. Приведите общую характеристику класса аренов: общая формула, номенклатура, изомерия, электронное строение, физические свойства.

4. Укажите характерные реакции бензола и его гомологов (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование). Приведите механизм электрофильного замещения в бензольном ядре (в общем виде).

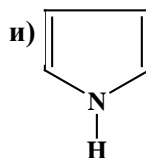
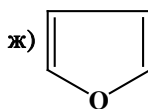
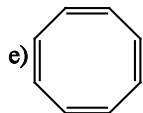
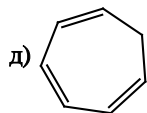
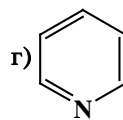
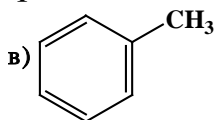
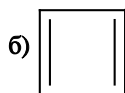
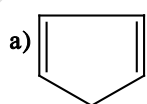
5. Сформулируйте правила ориентации в реакциях замещения. Что означают термины «активирующие» и «дезактивирующие» заместители? Каково влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции?

6. Приведите строение и укажите особенности химических свойств конденсированных ароматических углеводородов на примере нафталина, антрацена. Какова биологическая роль конденсированных ароматических углеводородов?

7. Укажите промышленные и лабораторные способы получения бензола и толуола.

### Упражнения и задания

1. Пользуясь правилом Хюккеля, определите какие из приведенных ниже соединений являются ароматическими:



2. Напишите структурные формулы следующих радикалов: фенила, бензила, бензилидена, *o*-толила.

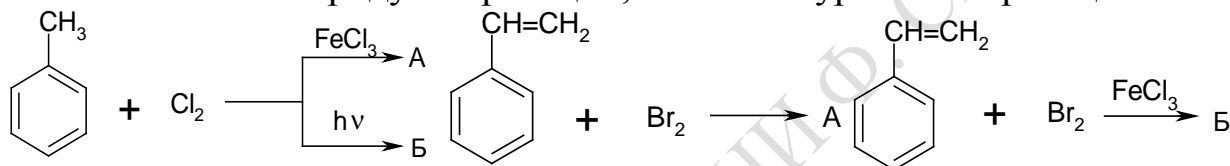
3. Напишите структурные формулы следующих соединений:  
 а) *o*-ксилол; б) кумол; в) стирол; г) *n*-метилстирол; д) 2-этил-4-пропилтолуол.

4. Напишите структурные формулы углеводородов бензольного ряда состава  $C_8H_{10}$ . Назовите их согласно правилам ИЮПАК.

5. Напишите формулы изомеров ароматического углеводорода  $C_9H_{12}$ . Назовите их и укажите разновидность изомерии.

6. Какие углеводороды получатся при взаимодействии следующих веществ по реакции Фриделя-Краффта: а) бензола с бромистым этилом; б) толуола с бромистым изопропиллом; в) *m*-ксилола с бромистым этилом.

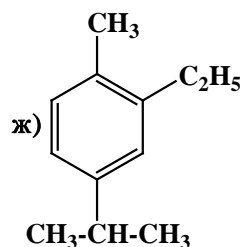
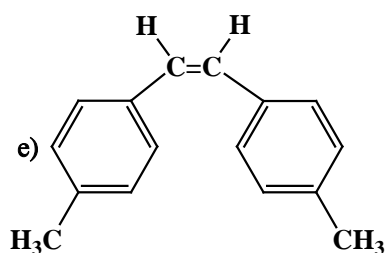
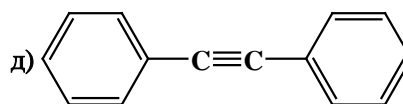
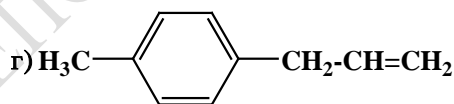
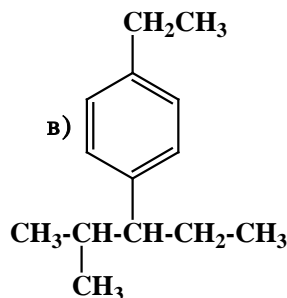
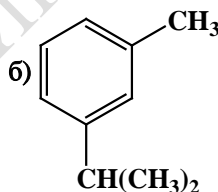
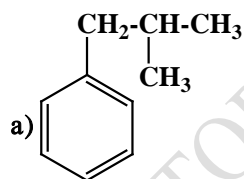
7. Назовите продукты реакций, запишите уравнения реакций:



8. Напишите схему гидрирования бензола. В каких условиях происходит присоединение водорода?

9. Какие вещества образуются при действии хромовой смеси па следующие соединения: а) этилбензол; б) изопропилбензол; в) *втор*-бутилбензол; г) *o*-ксилол?

10. Назовите следующие углеводороды:



11. Напишите структурные формулы углеводородов состава  $C_9H_{10}$  и  $C_8H_{10}$ , которые при окислении образуют бензойную кислоту.

12. Напишите схемы следующих превращений:

а) бензол  $\longrightarrow$  толуол  $\longrightarrow$  тринитротолуол;

б) бензол  $\longrightarrow$  хлорбензол  $\longrightarrow$  фенол;

в) бензол  $\longrightarrow$  этилбензол  $\longrightarrow$  стирол.

13. Напишите уравнения реакций бромирования (в ядро) следующих ароматических соединений: бензола, толуола, *m*-ксилола, *m*-динитробензола, *n*-нитротолуола. Расположите эти соединения в ряд по убывающей легкости бромирования. Назовите полученные вещества. Каков механизм бромирования бензола?

14. Приведите схему распределения электронной плотности в молекуле нитробензола. Как влияет введение нитрогруппы на электронную плотность в бензольном ядре? Какие из двух соединений – толуол или нитробензол, легче вступают в реакцию нитрования и почему? Напишите схемы реакций.

15. Напишите схему исчерпывающего нитрования толуола. Назовите продукт реакции.

16. В какой последовательности надо проводить реакции, чтобы из бензола получить 1-хлор-2,4-динитробензол? Напишите уравнения реакций, укажите возможные побочные продукты.

17. Напишите уравнения реакций взаимодействия стирола (фенилэтилена): а) с хлористым водородом; б) с хлором; в) исчерпывающего гидрирования; г) полимеризации.

18. Получите реакцией Вюрца-Фиттига следующие углеводороды: *n*-этилтолуол; изобутилбензол; 1,3-диэтилбензол; кумол.

19. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь галогенпроизводных: а) бромбензола и бромистого изопрпила; б) хлористого бензола и хлористого этила; в) *o*-бромтолуола и бромистого этила?

20. Какое строение имел ароматический углеводород состава  $C_{11}H_{16}$ , если при его окислении хромовой смесью была получена терефталевая кислота.

21. Напишите структурные формулы следующих соединений: дифенил, 1-пропилнафталин,  $\beta$ -нафталинсульфоокислота, 9-нитроантрацен, дифенилметан, 1,5-дифенилгексан.

22. Сравните реакционную способность бензола и нафталина в реакциях электрофильного замещения, присоединения, окисления. Напишите соответствующие уравнения реакций.

## 3. Гомофункциональные соединения

### 3.1 Галогенпроизводные углеводородов

#### Теоретические вопросы

1. Приведите общую характеристику класса галогенпроизводных углеводородов: классификация, номенклатура, изомерия, особенности электронного строения, физические свойства.

2. Укажите характерные реакции галогенпроизводных, приведите уравнения реакций получения из этих соединений органических соединений различных классов (спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов и сульфидов, нитроалканов, нитрилов).

3. Приведите схемы механизмов реакций  $S_N1$  и  $S_N2$ . Укажите влияние строения галогенпроизводных на скорость реакций замещения.

4. Какие соединения характеризуются повышенной подвижностью атома галогена? Почему?

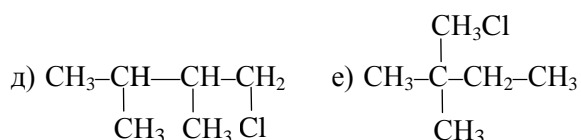
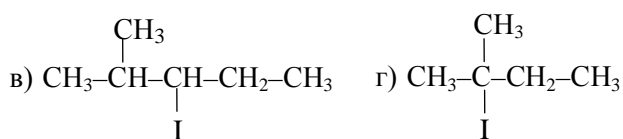
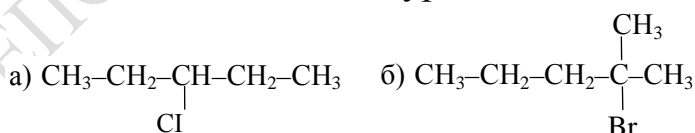
5. Какие соединения характеризуются пониженной подвижностью атома галогена? Почему?

6. Каким способом можно активировать галогенарены? Как при этом меняется механизм реакции? Каково строение анионного комплекса (Мейзенгеймера).

7. Сформулируйте правило Зайцева. В каких условиях протекают реакции элиминирования галогеноводорода?

#### Упражнения и задания

1. Назовите следующие галогенпроизводные по международной систематической номенклатуре:



2. Напишите структурные формулы соединений: а) 2-бром-2-бутена; б) 1-бром-2-метилпропана; в) 3-бромбутена-1.

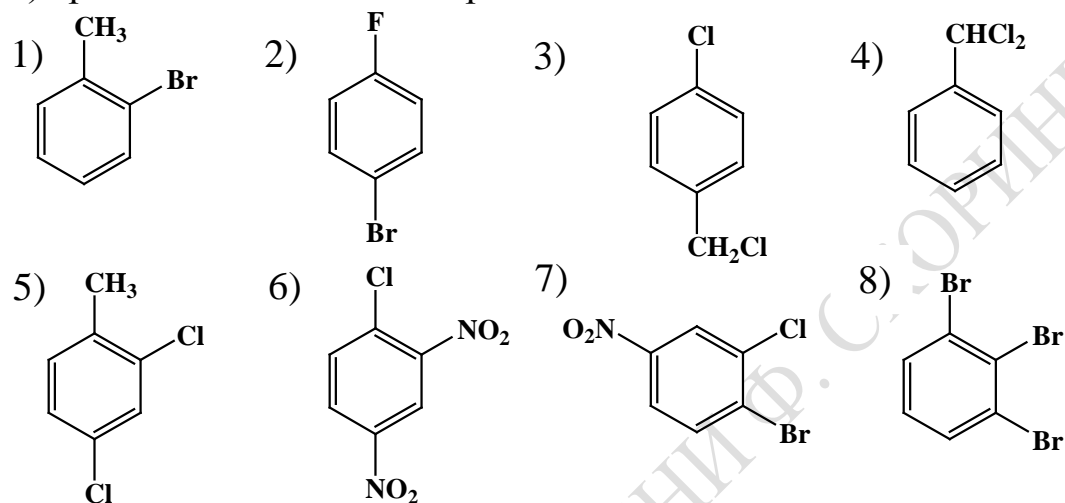
3. Назовите по международной номенклатуре:

а) полигалогенпроизводные:

1)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ ; 2)  $\text{CH}_3-\text{CHI}_2$ ; 3)  $\text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$ ;

4)  $\text{CF}_3-\text{CF}_3$ ; 5)  $\text{CBr}_2=\text{CBr}_2$ ; 6)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ ;

б) ароматические галогенпроизводные соединения:



4. Чем объяснить максимальную активность йодпроизводных по сравнению с другими галогеналкилами в реакциях нуклеофильного замещения типа:  $\text{R}-\text{I} + \text{NaOH} \rightarrow$ ;  $\text{R}-\text{I} + \text{NaSH} \rightarrow$ ;  $\text{R}-\text{I} + \text{NaCN} \rightarrow$ ? Завершите схемы реакций.

5. Какое галогенпроизводное (1-бромбутан или 2-метил-2-бромпропан) легче подвергается гидролизу? Напишите уравнения химических реакций.

6. Для какого из указанных ниже веществ легче пойдёт реакция гидролиза по механизму  $\text{S}_{\text{N}}1$ :

а) для 2-хлор-2-метилбутана;

б) для 2-хлорбутана;

в) для 1-хлорбутана;

г) для 1-хлор-2-метилбутена-2.

Дайте объяснения.

7. Расположите в порядке увеличения скорости нуклеофильного замещения брома в следующих соединениях: 1-бром-4-метилпентан, 3-бром-2-метилпентен-2, 1-бром-3-метилбутен-2? Ответ поясните.

8. Напишите уравнения реакций бензилхлорида со следующими соединениями: гидроксидом натрия (водным раствором), аммиаком, цианидом калия, этилатом натрия. Объясните, почему хлор в бензилхлориде обладает высокой подвижностью.

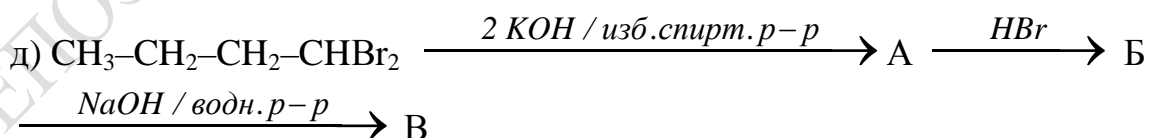
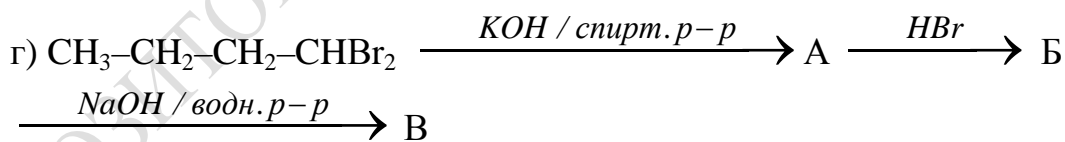
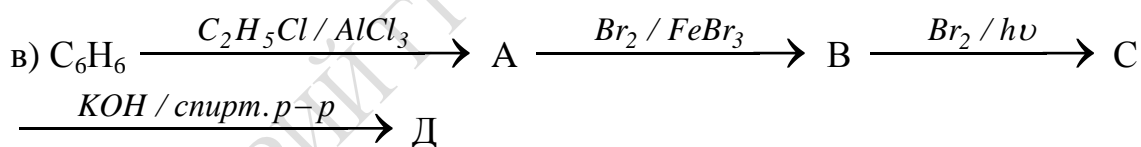
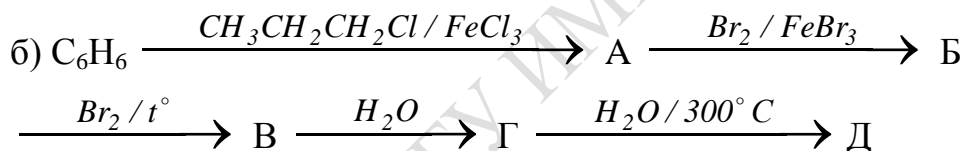
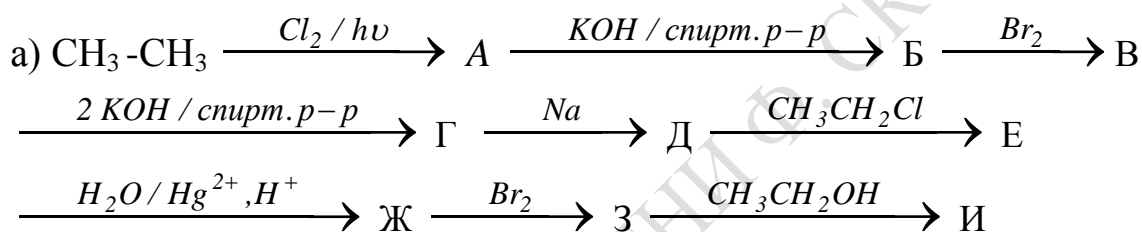
9. Объясните причину низкой реакционной способности атома галогена в бензольном ядре по сравнению с атомом галогена в боковой

цепи. Напишите продукты реакций взаимодействия хлорбензола и хлористого бензила с NaOH.

10. Расположите соединения каждой группы в порядке уменьшения реакционной способности в реакциях S<sub>N</sub>1: а) бензилхлорид, *пара*-метилбензилхлорид, *пара*-нитробензилхлорид; б) бензилбромид, 1-бром-1-фенилэтан, 1-бром-2-фенилэтан; в) 1-хлор-3-фенилпропан, 2-хлор-2-фенилпропан, 1-хлор-1-фенилпропан.

11. Расположите соединения каждой группы в порядке уменьшения реакционной способности в реакциях S<sub>N</sub>2: а) 2-бром-2-метилбутан, 1-бромпентан, 2-бромпентан; б) 1-бром-3-метилбутан, 2-бром-2-метилбутан, 2-бром-3-метилбутан; в) 1-бромбутан, 1-бром-2,2-диметилпропан, 1-бром-2-метилбутан.

12. Осуществите следующие превращения:



13. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно из 1-бромбутана получить 2-бромбутан.

14. Напишите формулу дигалогенпроизводного, если после отщепления от него двух молекул хлороводорода в спиртовом растворе щелочи образуется соединение, гидратация которого по Кучерову приводит к образованию бутанона-2.

## 3.2. Спирты, простые эфиры

### Теоретические вопросы

1. Дайте общую характеристику класса спиртов: гомологический ряд, классификация (по количеству гидроксильных групп, положение их в молекуле, от природы углеводородного радикала), номенклатура, изомерия.

2. Изобразите водородную связь между молекулами этилового спирта, между молекулами спирта и воды. Объясните влияние водородной связи на физические свойства спиртов.

3. Объясните строение и химические свойства предельных одноатомных спиртов, ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

4. Сопоставьте реакции окисления первичных, вторичных, третичных, двухатомных и трёхатомных спиртов.

5. Рассмотрите общие химические свойства и особенности многоатомных спиртов по сравнению с одноатомными.

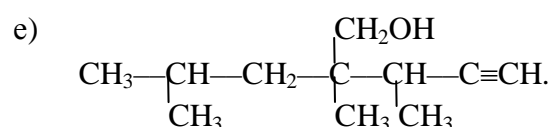
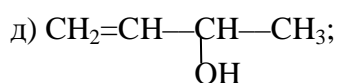
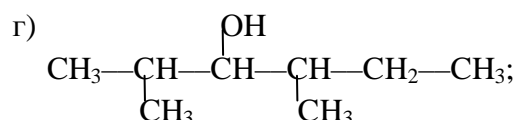
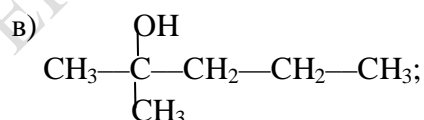
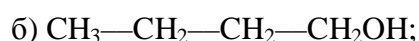
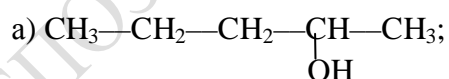
6. Приведите характерные качественные реакции на одноатомные и многоатомные спирты, напишите уравнения реакций.

7. Укажите основные промышленные и лабораторные способы получения спиртов синтетическими и биохимическими методами.

8. Дайте общую характеристику класса простых эфиров, приведите примеры смешанных, циклических эфиров. Укажите особенности их химических свойств.

### Упражнения и задания

1. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК.



2. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по рациональной номенклатуре:



а) 2,3-диметилбутанол-2; б) 2-метилбутин-3-ол-2; в) 2,2,4-триметилпентанол-3; г) бутен-3-ол-2; д) 2-метилпентанол-3; е) 2,3-диметилпентадиол-2,3; ж) 4,4-диметилпентен-1-ол-3.

3. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по номенклатуре ИЮПАК:

- а) метилизобутилкарбинол;
- б) диизо-пропилкарбинол;
- в) изопропилтретбутилкарбинол;
- г) этилизопропил-карбинол;
- д) третбутиловый спирт;
- е) изопропилвинилкарбинол.

4. Напишите структурные формулы спиртов состава  $C_5H_{11}OH$  и назовите их. Укажите, какие из изомеров содержат ассиметричные атомы углерода.

5. Напишите структурные формулы (по одному изомеру) первичных, вторичных и третичных спиртов состава  $C_6H_{13}OH$  и назовите их.

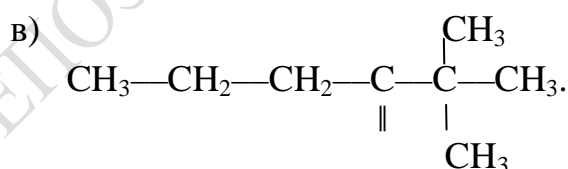
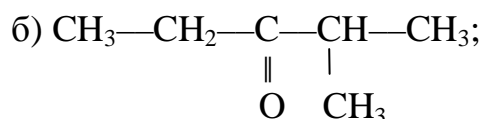
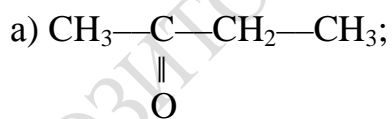
6. Напишите структурные формулы третичных гептиловых спиртов и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

7. Напишите структурные формулы непредельных спиртов состава  $C_5H_9OH$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

8. Сравните электронное строение молекулы воды и молекулы этанола. Что общего между ними и чем они отличаются?

9. Получите гидратацией соответствующих этиленовых углеводородов следующие спирты: 3,3-диметилбутанол-3; 2-метилпентанол-2; 3-метилгексанол-2.

10. Какие одноатомные спирты получатся при восстановлении следующих соединений:



Для полученных спиртов напишите реакции дегидратации.

11. Напишите схемы следующих превращений: а) хлористого бутила в бутанол-2; б) 2-бром-3-метилпентана в 3-метилпентанол-3; в) хлористого изоамила в метилизопропилкарбинол.

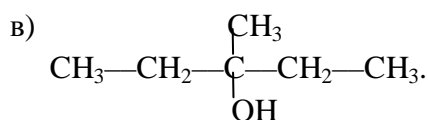
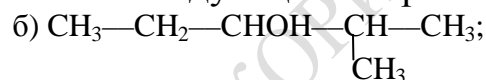
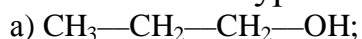
12. С помощью каких реакций можно осуществить превращение  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2Br \rightarrow CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$ ?

13. Напишите уравнения реакций гидратации бутена-1 и 3-метилпентена-1 в присутствии серной кислоты. Полученные соединения назовите и докажите их строение окислением.

14. Получите из соответствующих непредельных соединений изоамиловый спирт, метилизобутилкарбинол, 2-метилбутанол-2. Для полученных спиртов напишите уравнения реакций окисления, дегидрирования и дегидратации.

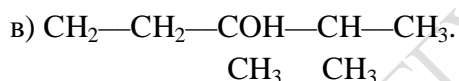
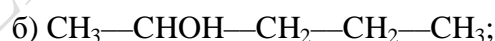
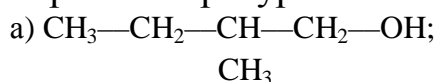
15. Получите спирты реакций Гриньяра, исходя из формальдегида и бромистого изопропилмагния; уксусного альдегида и бромистого втор-бутилмагния; метилэтилкетона и бромистого пропилмагния.

16. Напишите уравнения реакций окисления следующих спиртов:



Назовите продукты реакций.

17. Напишите уравнения реакций дегидратации следующих соединений при температурах  $< 140^\circ\text{C}$  и  $> 140^\circ\text{C}$ :



18. Используя реакцию Вагнера, получите из соответствующего непредельного соединения 2-метилбутандиол-2,3. Напишите уравнение реакции образования из него гликолята меди.

19. Как называется реакция взаимодействия спиртов и карбоновых кислот? Каковы условия её проведения? Каково её практическое значение?

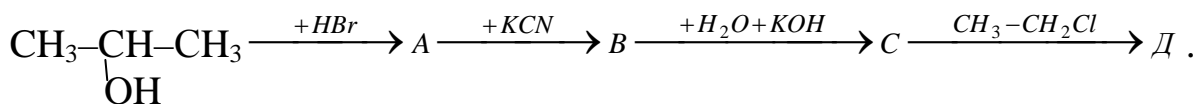
20. Из пропилена получите глицерин и напишите для него уравнения реакций с уксусной и азотной кислотами.

21. Напишите формулу спирта, который при окислении образует ацетон ( $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ ) и уксусную кислоту ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

22. Напишите структурную формулу вещества состава  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ , если известно, что оно реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, при окислении дает кетон состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ , а при дегидратации образует триметилэтилен.

23. Объясните, почему глицерин в отличие от одноатомных спиртов способен реагировать с гидроксидами тяжелых металлов. Ответ подтвердите уравнением реакции.

24. На пропанол-2 подействуйте последовательно:



25. Напишите формулы промежуточных и конечных соединений в схеме:



б)



26. Напишите уравнения реакций взаимодействия 3-метилбутанола-2 с  $\text{PCl}_5$ , с уксусной кислотой, бромистым водородом.

27. Спирт общей формулы  $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$  при дегидратации образует алкен, при озонлизе которого образуется только 2-бутанон. Определите строение исходного спирта и образующегося алкена.

28. Напишите формулы следующих соединений: а) дипропиловый эфир; б) изобутилметиловый эфир; в) 3-метокси-1-пентанол; г) 2-метоксибутан; д) 1,2-эпоксипропан; е) бутилвиниловый эфир; ж) втор-бутилизобутиловый эфир.

29. С использованием реакции Вильямсона получите следующие соединения: а) метилпропиловый эфир; б) фенилэтиловый эфир; в) трет-бутил-метиловый эфир; г) метилциклогексиловый эфир; д) изопропилметиловый эфир. На полученные простые эфиры подействуйте концентрированной йодистоводородной кислотой. Напишите уравнения соответствующих реакций.

### 3.3. Фенолы, тиолы

#### Теоретические вопросы

1. Дайте общую характеристику класса фенолы: номенклатура, изомерия, электронное строение фенола, кислотность фенолов. Простейшие представители: фенол, крезолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол.

2. Объясните строение и химические свойства фенолов, ответ подтвердите уравнениями химических реакций. На конкретных примерах покажите взаимовлияние гидроксильной группы и бензольного ядра в молекуле фенола. Приведите уравнения карбоксилирования фенолов щелочных металлов (реакция Кольбе).

3. Дайте определение класса тиолов, приведите формулы простейших представителей. Сравните их кислотные и нуклеофильные свойства со свойствами спиртов и фенолов.

## Упражнения и задания

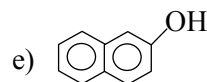
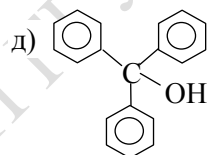
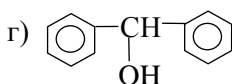
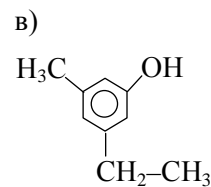
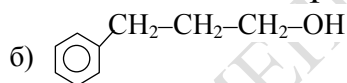
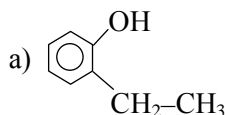
1. Напишите структурные формулы следующих соединений: *o*-крезола; *n*-нитрофенола; *n*-метокситолуола; *o*-бромфенола; *m*-сульфофенола; *m*-этоксинитробензола, сим.тринитрофенола. Назовите соединения по системе ИЮПАК.

2. Напишите структурные формулы всех изомеров фенола: двухатомных состава  $C_6H_4(OH)_2$ , трехатомных состава  $C_6H_3(OH)_3$ . Назовите их по системе ИЮПАК.

3. Напишите структурные формулы всех изомерных соединений ароматического ряда состава  $C_7H_8O$  (фенолов, ароматических спиртов, простых эфиров) и назовите их.

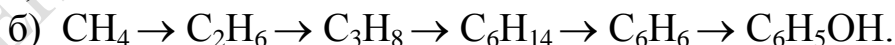
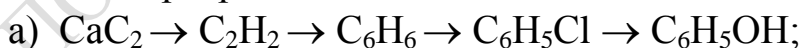
4. Объясните, почему фенолы имеют более сильные кислотные свойства, чем спирты. При наличии каких заместителей усиливаются кислотные свойства фенола? Приведите примеры.

5. Назовите все соединения и определите, какие из приведенных соединений относятся к фенолам и какие к ароматическим спиртам:



6. С помощью каких химических реакций можно отличить ароматические спирты от изомерных им фенолов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

7. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



8. Получите из толуола *n*-крезол. Напишите для крезолола реакции с едким натром, ацетилхлоридом.

9. Напишите уравнения реакций фенола со следующими веществами: а) бромной водой; б) разбавленной азотной кислотой; в) ацетилхлоридом; г) формальдегидом. Назовите продукты реакций.

10. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



б) ацетилен → уксусный альдегид → этиловый спирт → винилэтиловый эфир;

в) бензол → хлорбензол → фенол → фенолят натрия → фенол.

11. Напишите уравнения реакций конденсации фенола со следующими соединениями: а) формальдегидом; б) уксусным альдегидом; в) ацетоном. Укажите техническое применение этого типа реакции.

12. Как получить из соответствующих фенолов и хлорангидридов кислот: а) фениловый эфир изомасляной кислоты; б)  $\alpha$ -нафтиловый эфир валериановой кислоты?

13. В настоящее время фенол получают кумольным способом, разработанным советскими учеными. Составьте уравнение реакции получения фенола по названному способу. В чем его ценность? Дайте название промежуточному и конечным продуктам.

14. Напишите схему последовательных реакций, с помощью которых можно получить: а) из толуола *n*-крезол; б) из нитробензола *m*-нитрофенол; в) из нафталина  $\alpha$ -нафтол; г) из антрацена 1-оксиантрацен. Объясните реакции. Назовите все промежуточные продукты.

15. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) этантиола; б) меркаптобензола; в) пропантиола-2; г) 3-метилтиофенола; д) этандитиола-1,2; е) бензилмеркаптана; ж) натрия этантиолята.

16. Сравните кислотные свойства: а) этантиола и этанола; б) фенола и тиофенола. Ответ поясните. Напишите схемы реакций, позволяющих отличить этанол и этантиол.

## 3.4. Карбонильные соединения

### Теоретические вопросы

1. Какие соединения называются альдегидами и кетонами? Объясните сходство и различие в строении альдегидов и кетонов. Напишите гомологический ряд альдегидов, приведите их общую формулу, рассмотрите рациональную и международную номенклатуру альдегидов (кетонов).

2. Укажите характерные реакции на альдегиды и кетоны. Напишите уравнения реакций. Каковы сходства и различия в химическом поведении альдегидов и кетонов?

3. Рассмотрите  $\text{CН}$ -кислотность карбонильных соединений и кето-енольную таутомерию. Приведите реакции енольных форм:  $\alpha$ -галогенирование, галоформное расщепление.

4. Что такое альдольная и кротоновая конденсация? Приведите примеры уравнений химических реакций.

5. Рассмотрите реакции окисления и восстановления карбонильных соединений, отметьте среди них реакции диспропорционирования: реакцию Канниццаро, бензоиновую конденсацию.

6. Рассмотрите способы получения и техническое применение альдегидов и кетонов.

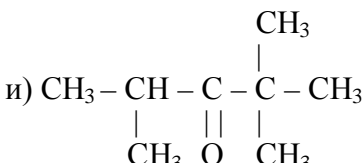
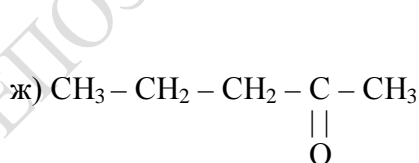
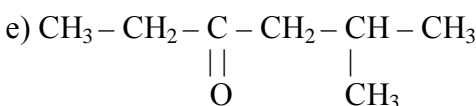
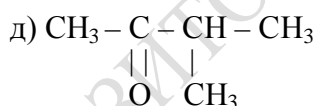
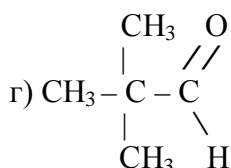
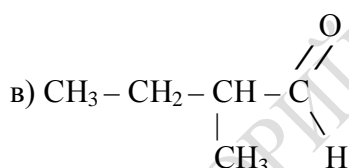
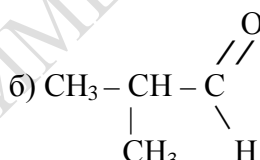
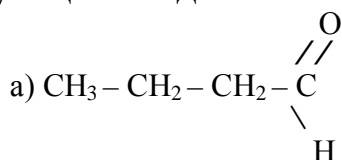
### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов состава  $C_4H_8O$ ,  $C_5H_{10}O$  и дайте им названия по номенклатуре ИЮПАК.

2. Напишите структурные формулы кетонов  $C_7H_{14}O$ , содержащих главные цепи из пяти атомов углерода. Назовите их.

3. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) 2,3-диметилбутаналь; б) 2,4-диметилпентаналь; в) 5,5-диметилгексанон-3.

4. Назовите по рациональной и международной номенклатурам следующие соединения:



5. Напишите формулы муравьиного и уксусного альдегидов. В каком веществе карбонильная группа более активна?

6. Напишите структурные формулы *o*- и *n*-толуиловых альдегидов; *o*-метоксибензальдегида; фенил-*n*-толилкетона; 4,4-дибромбензофенона.

7. Выведите формулы кетонов, при окислении которых были получены следующие продукты: а) уксусная и пропионовая кислоты,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ; б) уксусная, пропионовая и изомасляная кислоты,  $CO_2$  и  $H_2O$ .

8. Напишите уравнения реакций серебряного зеркала для следующих альдегидов: уксусного, пропионового, 3-метилпентаналь.

9. Напишите уравнения реакций полимеризации муравьиного альдегида с образованием триоксиметилена и параформальдегида.

10. Напишите уравнения реакций альдольной конденсации следующих соединений: масляного альдегида, диэтилкетона. Проведите кротоновую конденсацию. Назовите продукты реакции.

11. Напишите уравнения реакций восстановления до спиртов следующих соединений: бензойного альдегида, ацетофенона.

12. Какие вещества образуются при диспропорционировании бензойного и о-толуилового альдегидов в присутствии 50 %-ного раствора КОН?

13. В чем сущность реакций полимеризации и поликонденсации? Напишите эти уравнения для формальдегида.

14. Какие вещества образуются при взаимодействии йодистого пропилмагния с перечисленными ниже карбонильными соединениями (с последующим гидролизом): а) формальдегидом; б) ацетальдегидом; в) метилэтилкетон? Назовите их по международной номенклатуре.

15. Напишите схему взаимодействия *n*-толуилового альдегида со следующими веществами: синильной кислотой, гидросульфитом натрия, анилином, пятихлористым фосфором, ацетоном, спиртовым раствором цианистого калия.

16. Из этилацетилена получите бутанон. Напишите для него уравнения реакций с пятихлористым фосфором, с синильной кислотой, с гидросульфитом натрия.

17. Какими способами можно синтезировать следующие альдегиды и кетоны: уксусный альдегид, метилэтилкетон, метилизобутилкетон, пропионовый альдегид. Напишите уравнения реакций.

18. Из какого этиленового углеводорода реакцией оксосинтеза можно получить 3-метилбутаналь и 2,2-диметилпропаналь?

19. Какие соединения получают при сухой перегонке кальциевых солей смеси следующих кислот: муравьиной и изомасляной; пропионовой и изовалериановой?

### **3.5. Амины, азо- и diaзосоединения**

#### **Теоретические вопросы**

1. Дайте общую характеристику классу амины: классификация, номенклатура, изомерия (алифатические и ароматические амины, первичные, вторичные и третичные амины).

2. Рассмотрите электронное строение аминов; укажите роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств.

3. Охарактеризуйте химические свойства аминов. Приведите уравнения реакций ацилирования и алкилирования аминов.

4. Рассмотрите особенности свойств ариламинов: реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ариламинов.

5. Какое строение имеют азо- и диазосоединения? Приведите примеры реакций солей арилдиазония с выделением азота (замещение диазогруппы) и без выделения азота (азосочетание). Азокрасители.

### Упражнения и задания

1. Какие органические соединения называются аминами? Напишите структурные формулы следующих соединений: а) *втор*-бутиламина; б) дибутиламина; в) триизопропиламина; г) *трет*-бутиламина; д) изобутиламина; е) диметилэтиламина. Какие из них являются первичными, вторичными и третичными?

2. Напишите все возможные структурные формулы аминов  $C_3H_9N$  и  $C_4H_{11}N$ . Укажите первичные, вторичные и третичные амины.

3. Нарисуйте электронные схемы строения (атомно-орбитальные модели) молекул следующих аминов: метиламина, диметиламина, анилина, *n*-нитроанилина, *m*-нитроанилина.

4. Расположите следующие соединения в порядке возрастания их основных свойств: метиламин, диметиламин, триметиламин, гидроксид тетраметиламмония. Ответ мотивируйте.

5. Расположите следующие ароматические амины в порядке возрастания их основных свойств: анилин, *n*-нитроанилин, *m*-нитроанилин, *o*-нитроанилин. Ответ мотивируйте.

6. Из 1-хлорбутана по реакции Гофмана покажите образование первичных, вторичных, третичных аминов.

7. Напишите схемы реакций, с помощью которых из этилена можно получить: а) этиламин; б) пропиламин; в) триэтиламин; г) этилпропиламин; д) хлористый тетраэтиламмоний.

8. Напишите схемы реакций получения аминов из галогенпроизводных восстановлением нитросоединений, амидов и нитрилов.

9. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие соединения: а) этиламин; б) диэтиламин; в) триметиламин; г) хлорид анилина? Напишите схемы соответствующих реакций.

10. Напишите схемы реакций солеобразования, алкилирования и ацилирования на примере анилина.



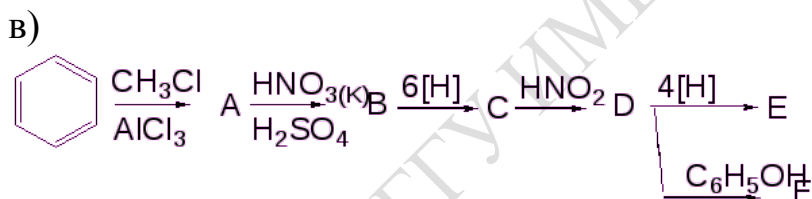
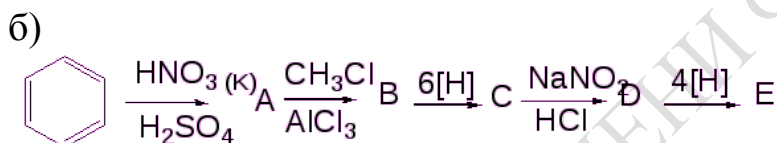
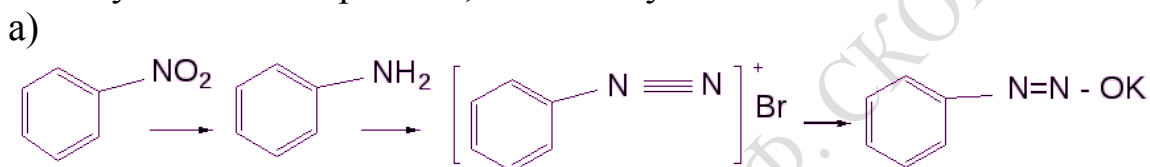
11. Установите строение вещества состава  $C_3H_{13}N$ , которое при взаимодействии с азотистой кислотой превращается в вещество  $C_3H_8O$ , образующее при окислении пропаналь.

12. Напишите схему реакции получения хлористого фенилдиазония при взаимодействии анилина с азотистой кислотой.

13. Покажите схематично механизм реакции азосочетания при взаимодействии хлористого фенилдиазония с фенолом с образованием кислого красителя.

14. Напишите реакцию азосочетания для: а) *n*-нитроанилина и фенола; б) *o*-метиланилина и диметилфениламина; в) *m*-нитроанилина и бутилфениламина; г) 2,4-динитроанилина и метилфениламина.

15. Осуществите переходы, назовите указанные соединения:



### 3.6. Карбоновые кислоты и их производные

#### Теоретические вопросы

1. Какие соединения называются карбоновыми кислотами и как они классифицируются? Приведите гомологический ряд предельных одноосновных монокарбоновых кислот. Рассмотрите их номенклатуру и виды изомерии.

2. Объясните особенности электронного строения карбоксильной группы. Рассмотрите, как изменяется сила кислот в гомологическом ряду одноосновных предельных кислот (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая). Сопоставьте силу галогенкарбоновых и соответствующих им карбоновых кислот.

3. Объясните химические свойства предельных карбоновых кислот в связи с их строением. Укажите производные карбоновых кислот:

сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, их получение и взаимопревращения. Каков механизм реакций этерификации, аминирования?

4. Укажите основные способы получения предельных карбоновых кислот, приведите уравнения химических реакций.

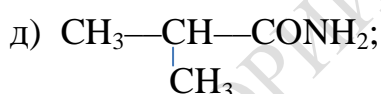
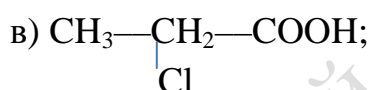
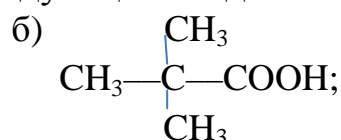
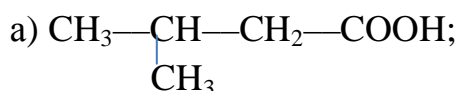
5. Укажите важнейшие высшие жирные кислоты и их техническое применение. Что такое жиры и мыла? Каковы основные пути переработки жиров?

6. Приведите характерные качественные реакции карбоновых кислот, напишите уравнения химических реакций.

### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: изомаляной кислоты; 2,4-диметилпентановой кислоты; метилизопропилуксусной кислоты; метилового эфира изокапроновой кислоты; бромангидрида  $\alpha$ -бромпропионовой кислоты.

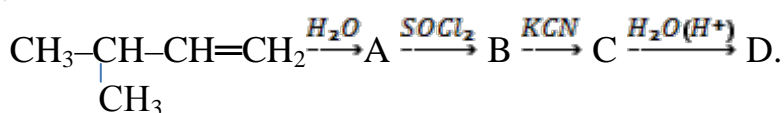
2. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующие соединения:



3. Напишите уравнения реакций, отличающих муравьиную кислоту от других карбоновых кислот.

4. Назовите кислоты, которые получаются при окислении изобутилового спирта; 3-метилгептанола; бутена-2.

5. Напишите и назовите соединения, получающиеся в результате следующих превращений:

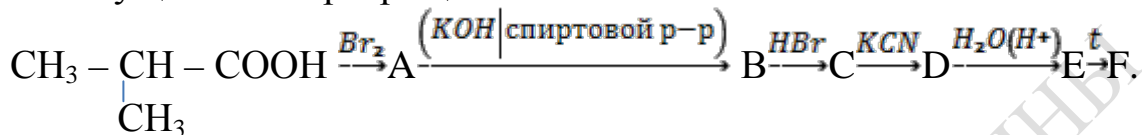


6. Напишите уравнения реакций получения масляной, изовалериановой и капроновой кислот следующими способами: а) окислением спирта; б) окислением альдегида; в) из галогеналкила (через нитрил); г) гидролизом сложного эфира.

7. Какое соединение образуется, если на масляную кислоту подействовать пятихлористым фосфором и полученное вещество обработать аммиаком?

8. Укажите условия проведения следующих последовательных превращений:  $R-COOH \rightarrow RCOONH_4 \rightarrow RCONH_2 \rightarrow R-C \equiv N$ . Какие реагенты необходимо взять для каждой из этих реакций?

9. Осуществите превращения:



10. Напишите структуру триацилглицерина, содержащего остатки олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислот. Напишите уравнения кислотного и щелочного гидролиза полученного липида.

### 3.7. Непредельные карбоновые кислоты

#### Теоретические вопросы

1. Приведите общую характеристику класса непредельных ациклических кислот.
2. Каковы особенности их химических свойств?
3. Как получают и используют в промышленности ароматические дикарбоновые кислоты. Приведите уравнения реакций получения лавсана (нейлона 66).

#### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) акриловая кислота; б) кротоновая кислота; в) метакриловая кислота, г) аллилуксусная кислота; д)  $\beta$ -хлоркротоновая кислота; е) диметилmaleиновая кислота; ж) этилфумаровая кислота.
2. Расположите в ряд по уменьшению кислотных свойств: а) пропионовую кислоту; б) винилуксусную кислоту; в) муравьиную кислоту; г) акриловую кислоту; д) пентен-4-овую кислоту.
3. Какие соединения образуются при взаимодействии акриловой кислоты с: а)  $Na_2CO_3$ ; б)  $Br_2$ ; в)  $HBr$ ? Разберите механизм последней реакции. Какие соединения можно получить при окислении акриловой кислоты?

4. Напишите уравнения реакций образования производных винилуксусной кислоты: а) калиевой соли; б) хлорангидрида; в) этилового эфира; г) амида.

5. Составьте схемы реакций: а) промышленного получения метилметакрилата; б) полимеризации метилметакрилата. Напишите уравнения реакций получения метакриловой кислоты из ацетона и синильной кислоты.

6. С помощью каких реакций можно превратить этиловый спирт в кротоновую кислоту?

7. Напишите уравнения реакций получения метакриловой кислоты из изомаляной.

8. Синтезируйте непредельные кислоты путем карбоксилирования магнийорганических соединений, полученных из следующих веществ: а) хлористого аллила; б) 4-бромбутена-1; в) 5-иод-4-метилпентена-1.

9. Получите бутен-3-овую кислоту исходя из следующих веществ:

а)  $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ ; б)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$ .

10. Напишите уравнения реакции присоединения брома к акриловой кислоте. Объясните, почему бром присоединяется к  $\alpha$ - и  $\beta$ -непредельным кислотам труднее, чем к этилену.

11. Какие вещества образуются при взаимодействии акриловой кислоты с нижеперечисленными: а) с раствором перманганата калия в щелочной среде; б) с бромоводородом; в) с гидроксидом натрия.

### 3.8. Дикарбоновые кислоты

#### Теоретические вопросы

1. Дайте краткую характеристику дикарбоновых кислот.

2. Укажите особенности электронного строения и химических свойств дикарбоновых кислот: константа диссоциации, отношение к нагреванию.

3. Приведите структурные формулы основных представителей: щавелевая, малоновая, адипиновая, фталевые кислоты, фумаровая и maleиновая кислоты.

4. Рассмотрите подвижность  $\alpha$ -водородных атомов малоновой кислоты.

## Упражнения и задания

1. Составьте структурные формулы следующих дикарбоновых кислот и их производных: а) метилмалоновой; б) метилянтарной; в)  $\alpha$ -метилглутаровой; г) ангидрида янтарной кислоты; д)  $\beta$ -хлорадипиновой; е) моноэтилового эфира щавелевой кислоты; ж) имида янтарной кислоты (сукцинимид); и) оксалата кальция; к)  $\alpha, \alpha'$ -дибромянтарной кислоты.

2. Как изменяется сила двухосновных кислот в гомологическом ряду? Расположите следующие кислоты в порядке уменьшения кислотных свойств: а) щавелевая; б) малоновая; в) янтарная; г) адипиновая.

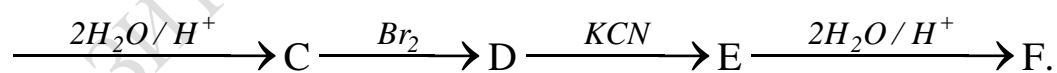
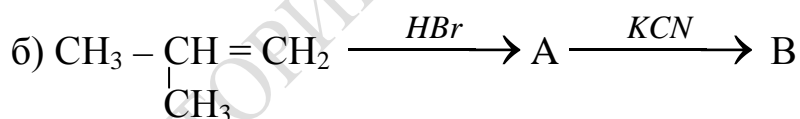
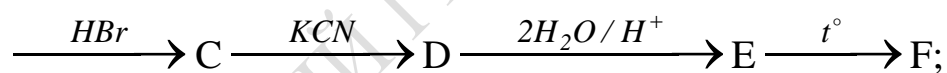
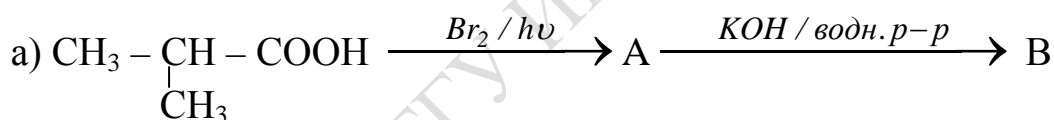
3. Объясните, какая кислота сильнее: уксусная или щавелевая.

4. Как на основе пропионовой кислоты получить: а) метилмалоновую кислоту; б) этилмалоновую кислоту?

5. Адипиновую кислоту в технике получают исходя из фенола: фенол  $\rightarrow$  циклогексанол  $\rightarrow$  циклогексанон  $\rightarrow$  адипиновая кислота. Составьте уравнения реакций.

6. Синтезируйте янтарную кислоту исходя из: а) этилена; б) акрилонитрила.

7. Запишите формулы промежуточных и конечного продукта в следующей схеме:



8. Какие соединения получатся при нагревании следующих кислот: а) щавелевой; б) малоновой; в) янтарной; г) метилмалоновой; д) глутаровой?

9. Получите натриймалоновый эфир. Рассмотрите его строение и химические свойства.

10. Составьте уравнения реакции получения малеинового ангидрида. Объясните, почему фумаровая кислота не имеет соответствующего ей ангидрида.

## 4. Гетерофункциональные соединения

### 4.1 Гидроксикислоты

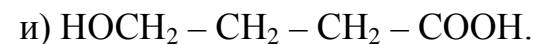
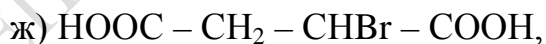
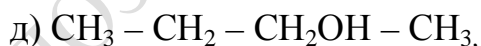
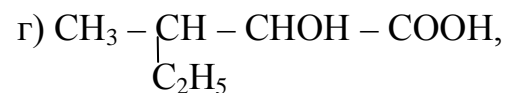
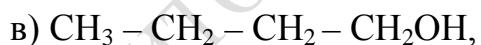
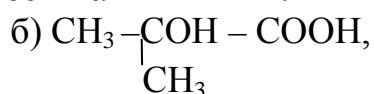
#### Теоретические вопросы

1. Рассмотрите стереохимию  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот. Приведите формулы молочной, яблочной, лимонной, винной кислот.
2. Укажите особенности химических свойств гидроксикислот (дегидратация  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -оксикислот, образование лактидов, лактонов).
3. Назовите пути использования фенолокарбоновых кислот и её производных (салициловая кислота и др.).

#### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы оксикислот и их производных:  
а)  $\alpha$ -оксипропионовой кислоты; б)  $\beta$ -оксимасляной кислоты; в) яблочной кислоты; г) сегнетовой соли; д) оксалата кальция; е) пентанол-2-й кислоты; ж) 2-метилпропанол-2-й кислоты; и) гидроксиэтановой кислоты.

2. Какой углеродный атом называется асимметричным? Какие из следующих соединений являются оптически активными:

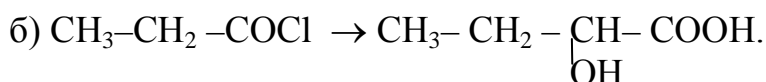
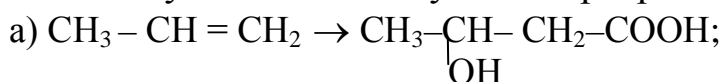


3. Приведите проекционные формулы стереоизомерных яблочных кислот:  $D$ -( $R$ ) яблочной,  $L$ -( $S$ ) яблочной,  $D$ -( $R$ ) глицериновой,  $L$ -( $S$ ) глицериновой.

4. Напишите структурные формулы всех изомерных гидрокси-, и бромзамещенных пропионовых кислот. Назовите их. Отметьте те, для которых возможно явление оптической изомерии. Приведите проекционные формулы энантиомеров. Отнесите их к  $D$ - и  $L$ - ряду, а также назовите их по  $R$ ,  $S$ -номенклатуре.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: а) этилена в 3-гидроксипропановую кислоту; б) ацетилен в 2-гидроксипропановую и 3-гидроксипропановую кислоты.

6. Как осуществить следующие превращения:



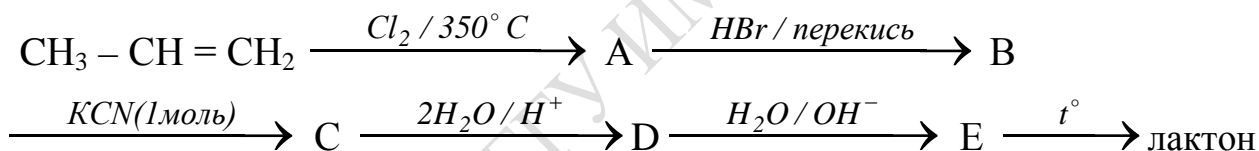
7. Получите из пропионовой кислоты молочную и напишите для последней уравнения реакций: а) с уксусным ангидридом; б) с хлоридом фосфора (V); в) с этиловым спиртом (в присут. конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

8. Какие соединения получатся при нагревании следующих кислот:

а) 3-гидроксипропановой; б) 2-гидроксипропановой; в) 4-гидроксипентановой; г) 4-гидрокси-5-метилгексановой?

9. Гидратацией соответствующей непредельной кислоты получите  $\beta$ -гидроксивалериановую кислоту. Для последней напишите уравнение реакции с  $\text{NaOH}$ .

10. Осуществите следующие превращения:



11. Из пропионового альдегида через продукт альдольной конденсации получите 3-гидрокси-2-метилпентановую кислоту.

## 4.2. Оксокислоты

### Теоретические вопросы

1. Рассмотрите альдегидо- и кетокислоты, их методы получения и свойства.

2. Приведите формулы глиоксиловой и пировиноградной, ацетоуксусной кислот.

3. Напишите схему получения ацетоуксусного эфира из этилацетата, его таутомерные формы.

## Упражнения и задания

1. Приведите структурные формулы следующих кислот: а) формилуксусной; б)  $\alpha$ -оксопропионовой (пировиноградной); в)  $\alpha$ -метил- $\beta$ -оксомасляной; г)  $\alpha,\alpha$ -диметил- $\gamma$ -кетовалериановой; д)  $\beta$ -формилакриловой; е)  $\beta$ -кетоглутаровой (ацетондикарбоновой). Назовите их по систематической номенклатуре.

2. Напишите структурные формулы соединений: а) метилового эфира глиоксиловой кислоты; б) нитрила пировиноградной кислоты; в) метилового эфира ацетоуксусной кислоты; г) амида  $\gamma$ -кетовалериановой кислоты; д) натриевой соли ацетоуксусной кислоты.

3. Отметьте сходство и различие химических свойств следующих пар соединений: а)  $\beta$ -формилпропионовой и масляной кислот; б)  $\gamma$ -кетовалериановой и валериановой кислот.

4. Напишите схемы реакций глиоксиловой кислоты с указанными реагентами: а)  $\text{NaHSO}_3$ ; б)  $\text{HCN}$ ; в)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; г)  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ . Назовите продукты.

5. Напишите, какие соединения образуются при нагревании указанных кислот: а)  $\beta$ -кетокапроновой; б)  $\alpha$ -метил- $\beta$ -кетовалериановой; в) этилацетоуксусной; г) диметилацетоуксусной.

## 4.3. Углеводы

### Теоретические вопросы

1. Какие соединения называются углеводами? Приведите классификацию и общую формулу углеводов.

2. Рассмотрите классификацию моносахаридов и их номенклатуру. Что такое D-(R) и L(S)- моносахариды? Какие углеводы называются альдозами и кетозами?

3. Назовите виды изомерии моносахаридов на примере молекулы глюкозы. Приведите примеры кольчато-цепной таутомерии. Объясните, что значит «пиранозные» и «фуранозные» формы. Какой гидроксил называется полуацетальным (гликозидным)? Что такое  $\alpha$  и  $\beta$ -аномеры?

4. Дайте определение терминам «мутаротация», «эпимеризация».

5. Рассмотрите химические свойства моносахаридов, при этом отметьте особые свойства гликозидного гидроксила.

6. Приведите уравнения реакций окисления (образования глюконовой, глюकारовой и глюкуроновой кислот) и восстановления глюкозы.



7. Охарактеризуйте важнейшие представители пентоз и гексоз. Приведите характерные качественные реакции на моносахариды.

8. Какие виды брожения моносахаридов Вам известны?

9. Какие соединения называются дисахаридами. На какие две группы и по каким признакам делятся дисахариды?

10. Напишите уравнения реакций гидролиза сахарозы, мальтозы, лактозы, целлобиозы (укажите условия). Объясните строение указанных дисахаридов, напишите их структурные формулы.

11. Какие соединения называются полисахаридами. Назовите важнейшие представители высших полисахаридов. Объясните строение крахмала и клетчатки (целлюлозы).

12. Какие промежуточные и конечные вещества получаются при гидролизе крахмала и клетчатки? Укажите условия процесса гидролиза, запишите схему гидролиза.

13. Рассмотрите техническое применение целлюлозы и её производных.

## Упражнения и задания

1. Какой процесс называется мутаротацией? Напишите уравнения реакций перехода  $\alpha$ , D-глюкозы и  $\alpha$ , D-фруктозы в соответствующие  $\beta$ -формы.

2. Приведите схемы реакций окисления глюкозы: а) окислитель – хлорная (или бромная) вода; б) окислитель – концентрированная азотная кислота.

3. На основании каких реакций можно доказать восстанавливающие свойства глюкозы? Напишите уравнения реакций.

4. Напишите схемы реакций восстановления: а) глюкозы; б) фруктозы.

5. Напишите схему реакции D-глюкозы с синильной кислотой с последующим гидролизом. Назовите продукты реакции.

6. Какой гидроксил называется полуацетальным? На примере какой реакции можно показать повышенную реакционную способность полуацетального гидроксила по сравнению со спиртовыми гидроксилами?

7. Напишите схему взаимодействия  $\beta$ , D-фруктопиранозы с пропиловым спиртом (в присутствии сухого хлористого водорода как катализатора).

8. Как реагирует  $\alpha$ ,D-галактопираноза с избытком уксусного ангидрида? Напишите уравнение реакции.

9. Напишите схему получения  $\alpha$ ,D-метилгалатопиранозида. В какой среде данное соединение гидролизуется?

10. Какую характерную реакцию на альдегидную форму глюкозы вы знаете? Напишите уравнение реакции.

11. На основании каких реакций можно доказать наличие пяти гидроксильных групп в молекуле глюкозы? Кем это было впервые доказано?

12. Перечислите способы получения моносахаридов. Напишите схему промышленного способа получения глюкозы.

13. Напишите схему образования сахарозы. Характерна ли для нее мутаротация?

14. Напишите схему получения лактозы. Приведите другое название дисахарида по системе ИЮПАК.

15. В чем заключается явление инверсии? Что такое инвертный сахар?

16. Как реагирует сахароза с избытком уксусного ангидрида? Напишите уравнение реакции.

17. Почему лактоза и мальтоза восстанавливают реактив Фелинга, а сахароза не восстанавливает? Напишите уравнения реакций.

18. Напишите уравнения реакций, при которых происходят следующие превращения:

а) целлюлоза  $\rightarrow$  целлобиоза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$   $\text{CO}_2$   $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  лактоза  $\rightarrow$  лактобионовая кислота;

б) сахароза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  этилат натрия  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  этен  $\rightarrow$  бромэтан  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бутадие-1,3  $\rightarrow$  бутен-2  $\rightarrow$  бутандиол-2,3;

в) карбид алюминия  $\rightarrow$  метан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  метилацетат  $\rightarrow$   $\text{CO}_2$   $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  сорбит.

19. Укажите, чем отличается строение крахмала от строения клетчатки. Приведите структурные формулы.

20. Что такое гликоген? Какие типы гликозидных связей в нем имеются?

21. Чем отличается амилоза от амилопектина по строению и свойствам?

22. Напишите схемы гидролиза: а) крахмала; б) клетчатки. Какие промежуточные и конечные продукты образуются?

23. Напишите уравнения реакций:

а) образования алкоголята клетчатки (алкалицеллюлозы);

б) получения тринитроклетчатки (пироксилина);

в) получения ацетилклетчатки (ацетилцеллюлозы);

г) получения полного этилового эфира клетчатки (этилцеллюлозы).

## 4.4. Аминокислоты и белки

### Теоретические вопросы

1. Дайте общую характеристику класса аминокислот, приведите классификацию. Приведите примеры представителей природных  $\alpha$ -аминокислот, объясните их стереоизомерию.

2. Охарактеризуйте химические свойства аминокислот: амфотерность, изоэлектрическая точка. Приведите уравнения реакций по карбоксильной и аминогруппе.

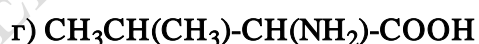
3. Приведите уравнения реакций, показывающие отношение аминокислот к нагреванию. Назовите продукты реакций.

4. Запишите схему образования пептидной связи. Что называют белками, укажите их биологическую роль. Объясните первичную, вторичную и третичную структуру белковых молекул.

### Упражнения и задания

1. Приведите структурные формулы аминокислот: а) аминокислоты (глицина); б)  $\alpha$ -аминопропионовой (аланина); в) 2-амино-3-метилбутановой (валина); г) 2-амино-4-метилпентановой (лейцина); д) 2-амино-3-фенилпропановой (фенилаланина); е) 2-амино-3-гидроксипропановой (серина); ж) 2-амино-3-меркаптопропановой (цистеина).

2. Назовите соединения по международной номенклатуре, в каждом соединении укажите хиральный атом углерода:



3. Чем обусловлен амфотерный характер аминокислот? Напишите схемы реакций диссоциации при различной реакции среды (нейтральной, кислой и щелочной) следующих аминокислот: аланина, серина, фенилаланина.

4. Напишите в виде биополярных ионов формулы следующих аминокислот: а)  $\beta$ -аминопропионовой; б)  $\alpha$ -аминопропионовой; в)  $\gamma$ -аминомасляной.

5. Для аминокислот лизина и аспарагиновой кислоты напишите уравнения реакций взаимодействия с  $\text{HCl}$  и  $\text{NaOH}$ .

6. Напишите схему реакции образования сложного эфира из триптофана и этанола. Укажите условия проведения реакции.

7. Получите галогенангидрид из фенилаланина действием пятихлористого фосфора  $\text{PCl}_5$ . Напишите схему реакции.

8. Напишите схемы реакций получения N-ацильного производного аминокислоты лейцина действием на нее: а) ангидридом уксусной кислоты; б) хлорангидридом уксусной кислоты.

9. Напишите схемы реакций декарбоксилирования лизина и орнитина.

10. Какие соединения получают при нагревании  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминовалериановых кислот? Напишите схемы реакций.

11. Какие способы известны для получения  $\alpha$ -аминопропионовой кислоты? Приведите уравнения реакций.

12. Как действует формальдегид в щелочной среде на аминокислоты? Напишите схему реакции его взаимодействия с аминокислотой лизином.

13. Напишите схемы образования двух возможных дипептидов из молекул: а) валина и тирозина; б) аланина и цистеина; в) аланина и аспарагиновой кислоты; г) серина и цистеина; д) триптофана и валина; е) глутаминовой кислоты и фенилаланина.

14. Напишите реакции взаимодействия аланина:

а) с  $\text{HCl}$ ; б) с  $\text{NaOH}$ ; в) с  $\text{HNO}_2$ .

15. Напишите уравнение реакций между азотистой кислотой и следующими соединениями: а) лейцином; б) изолейцином; в) метионином.

16. Напишите уравнения химических реакций, характеризующие свойства триптофана.

17. Напишите уравнения реакций гидролиза: а) аланилглицина; б) фенилаланилсерина; в) серилцистеина; г) триптофилсерина; д) глицилтриптофана.

18. Какое количество различных по структуре трипептидов может быть получено при поликонденсации следующих групп аминокислот при условии, что каждая аминокислота входит в состав трипептида один раз:

а) фенилаланина, тирозина и глицина;

б) серина, цистина и гистидина;

в) аспарагиновой аминокислоты, тирозина и гистидина;

г) глутаминовой аминокислоты, тирозина и цистеина;

д) лизина, триптофана и цистеина;

е) серина, цистина и цистеина;

ж) цистеина, цистина и аланина.

Напишите схемы реакции получения трипептидов из представленных аминокислот и дать им названия.

19. Напишите структурные формулы ди- и трипептидов, которые могут образовываться при поликонденсации аминокислоты. Назовите эти пептиды. Дайте определение пептидной связи. Объясните, почему ее длина (0,132 нм) меньше длины связи C—N в аминах (0,147 нм).

## 4.5. Гетероциклические соединения

### Теоретические вопросы

1. Приведите классификацию и номенклатуру гетероциклов.
2. Приведите формулы пятичленных гетероциклов (фуран, тиофен, пиррол), покажите участие неподеленной электронной пары в создании ароматической системы.
3. Приведите уравнения реакций, отражающие особенности протекания реакций электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах.
4. Приведите формулы шестичленных гетероциклов с одним гетероатомом (пиридин, хинолин).
5. Докажите ароматичность пиридина и покажите особенности реакций электрофильного замещения с ним. Рассмотрите пиридин как основание.

### Упражнения и задания

1. Напишите структурные формулы: а)  $\alpha$ -метилфурана; б) 2-бром-4-метилфурана; в) фурфурола; г) 5-нитрофурфурола; д) *N*-метилпиррола; е) 2-карбокспиррола; ж)  $\beta$ -тиофенсульфокислоты; и)  $\beta$ -ацетилтиофена.
2. Напишите структурные формулы: а) хлористого пиридиния; б) 2-аминопиридина; в) 2-метилхинолина; г) 8-гидроксихинолина; д) 5-нитроизохинолина.
3. Приведите реакции частичного и полного гидрирования фурана, пиррола и тиофена. Назовите полученные соединения, охарактеризуйте их свойства. Сравните отношение к действию кислот фурана, пиррола и продуктов полного гидрирования этих соединений. Почему фуран и пиррол проявляют ацидофобность (неустойчивость к кислотам)?

4. Напишите уравнения реакций: а) нитрования пиррола; б) сульфирования пиррола; в) бромирования пиррола; г) сульфирования фурана; д) ацетилирования тиофена. Действием каких реагентов и в каких условиях можно провести эти реакции?

5. Напишите уравнения реакций пиридина со следующими соединениями: а) соляной кислотой; б) серной кислотой при комнатной температуре; в) иодистым метилом; г) триоксидом серы. Назовите полученные соединения.

6. Напишите схему каталитического гидрирования пиридина. Сравните пиридин и пиперидин по основности, отношению к иодистому метилу, уксусному ангидриду, азотистой кислоте. Приведите реакции.

7. С какими из приведенных ниже соединений реагирует пиридин? Приведите схемы возможных реакций: а)  $\text{HBr}$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $0^\circ\text{C}$ ; в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $350^\circ\text{C}$ ; г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $300^\circ\text{C}$ ; д)  $\text{Br}_2$ ,  $350^\circ\text{C}$ ; е)  $\text{NaNH}_2$ ,  $\text{NH}_3$  (ж),  $130^\circ\text{C}$ .

## Список использованной литературы

1. Романовский, И. В. Основы биоорганической химии: учеб. пособие: в 2 ч. / И. В. Романовский. – Минск: МГМИ, 1999. – Ч. 1. – 150 с.; Ч. 2. – 155 с.
2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия: учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 416 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии / под ред. Н. А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 1999. – 459 с.
4. Попков, В. А. Общая химия: учебник для вузов / В. А. Попков. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 976 с.
5. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии: учебное пособие для вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. – М.: Высшая школа, 2001. – 768 с.
6. Петров, А. А. Органическая химия : учебник для вузов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко. – Санкт-Петербург: Наука, 2002. – 622 с.
7. Органическая химия: учебник для вузов: в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.]; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2003, 2008. – Кн. 1: Основной курс. – 640 с.; Кн. 2: Специальный курс. – 592 с.
8. Номенклатурные правила ИЮПАК по химии : Органическая химия: в 2 т. / перевод Б. А. Руденко. – М. – 1979. – Т. 1. – С. 1–508; Т. 2. – С. 511–896.

Производственно-практическое издание

**Воробьева Елена Валерьевна**

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Практическое пособие

Редактор *В. И. Шкредова*  
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 08.12.2015. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,8.  
Уч.-изд. л. 3,1. Тираж 25 экз. Заказ 618.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.



**Е. В. ВОРОБЬЕВА**

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Гомель  
2015

