

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Сборник задач

2-е издание, исправленное и дополненное

Грищенко Т. Н.  
Соколова Г. Е.

2017  
**1**

Кемеровский  
государственный  
университет  
Объединяем  
знания и людей



Кемерово 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Т. Н. Грищенко, Г. Е. Соколова**

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Сборник задач

2-е издание, исправленное и дополненное

Издатель:

Кемеровский государственный университет

© Грищенко Т. Н., Соколова Г. Е.,  
2020

© Кемеровский государственный  
университет, 2020

ISBN 978-5-8353- 2628-0

Кемерово 2020

**УДК 547.1**  
**ББК Г291я73**  
**Г 85**

*Печатается по решению научно-методического совета  
Кемеровского государственного университета*

**Рецензент:**

доктор химических наук, профессор кафедры технологии органических веществ и нефтехимии Кузбасского государственного технологического университета **А. Л. Перкель**

**Грищенкова, Т. Н.**

**Г 85** Органическая химия: сборник задач: [Электронный ресурс] – Изд. 2-е, испр. и доп. / Т. Н. Грищенкова, Г. Е. Соколова; Кемеровский государственный университет.

**ISBN 978-5-8353-2628-0**

Сборник задач составлен в соответствии с программой дисциплины «Органическая химия», содержит разнообразные типы задач: выполнение цепочек превращений; определение структуры веществ по свойствам; вопросы, предусматривающие знание способов получения и химических свойств основных классов органических соединений. Сборник задач состоит из одиннадцати разделов, согласующихся с основными разделами органической химии. Отдельные части сборника посвящены вопросам стереохимии и биологически активным соединениям: углеводам, липидам, аминокислотам и нуклеиновым кислотам.

Сборник задач предоставлен для обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология. Сборник задач также может быть рекомендован студентам биологических и химических специальностей и преподавателям, ведущим практические занятия.

**ISBN 978-5-8383-2628-0**

**УДК 547.1**  
**ББК Г291я73**

© Грищенкова Т. Н.,  
Соколова Г. Е., 2020  
© Кемеровский государственный  
университет, 2020

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1. Стереоизомерия .....	7
А. Геометрическая изомерия .....	7
Б. Соединения с несколькими асимметрическими центрами .....	11
В. Проекционные формулы .....	15
2. Алканы .....	19
А. Изомерия. Номенклатура. Гомология .....	19
Б. Строение алканов .....	23
В. Химические свойства .....	24
Г. Способы получения .....	27
Д. Схемы превращений .....	29
3. Алкены .....	32
А. Номенклатура и изомерия .....	32
Б. Строение и реакционная способность .....	34
В. Способы получения и химические свойства .....	35
Г. Целевые синтезы .....	39
Д. Установление структуры по свойствам. ....	42
4. Алкины и алкадиены .....	45
А. Номенклатура и изомерия .....	45
Б. Способы получения .....	48
В. Целевые синтезы .....	53
Г. Химические свойства .....	57
Д. Установление структуры по свойствам .....	61
5. Арены .....	65
А. Химические свойства .....	65
Б. Строение и реакционная способность .....	69
В. Схемы превращений .....	73
Г. Установление структуры по свойствам .....	77
6. Спирты и фенолы .....	80
А. Номенклатура и изомерия .....	80
Б. Способы получения и химические свойства .....	83
В. Строение и реакционная способность .....	86
Г. Химические свойства .....	88

Д. Установление структуры по свойствам .....	91
7. Альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты .....	96
А. Номенклатура и изомерия .....	96
Б. Способы получения .....	98
В. Химические свойства .....	103
Г. Схемы превращений .....	106
Д. Установление структуры по свойствам .....	108
8. Углеводы .....	112
А. Строение углеводов .....	112
Б. Стереохимия углеводов .....	114
В. Химические свойства и химические превращения .....	116
9. Липиды .....	120
А. Изомерия и классификация жирных кислот (ЖК), входящих в состав жиров .....	120
Б. Номенклатура жиров .....	121
В. Способы получения и химические свойства .....	123
Г. Химические и физические свойства жиров .....	127
10. Аминокислоты, пептиды .....	130
А. Строение и свойства аминокислот .....	130
Б. Пептиды .....	135
11. Нуклеиновые кислоты .....	137
А. Структуры и названия .....	137
Б. Биосинтез .....	141
Литература .....	147

## Предисловие

В процессе усвоения дисциплины «Органическая химия» студент направления подготовки **06.03.01 Биология** овладевает следующими компетенциями:

способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности;

способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой;

способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;

способностью применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов.

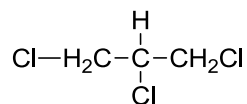
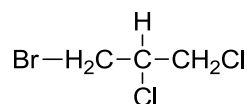
Решение задач и упражнений является необходимым условием для успешного изучения органической химии; способствует не только более глубокому и продуктивному усвоению учебного материала, но и формированию химической логики, представлений о биологически активных веществах. В соответствии с рабочей программой дисциплины «Органическая химия» более пятидесяти процентов учебного времени отводится на самостоятельную работу обучающихся. Предлагаемый сборник задач призван организовать самостоятельную работу студентов в течение всего периода изучения органической химии. Выполнение индивидуальных заданий по определенным темам, безусловно, должно помочь усвоить большую по объему дисциплину.

# 1. Стереоизомерия

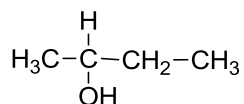
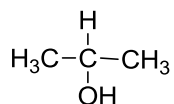
## *A. Геометрическая изомерия*

В приведенных ниже соединениях отметьте асимметрические центры. Для хиральных соединений приведите проекционные формулы энантиомеров и обозначьте их по D, L-номенклатуре:

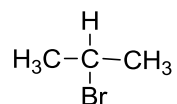
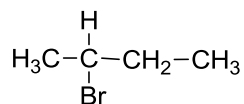
**A-1**



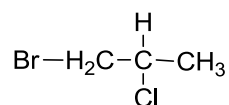
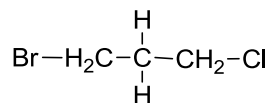
**A-2**



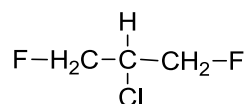
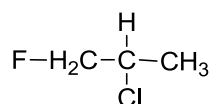
**A-3**



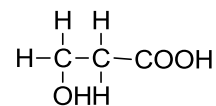
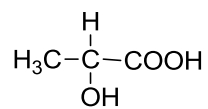
**A-4**



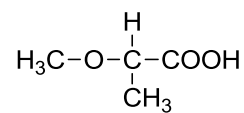
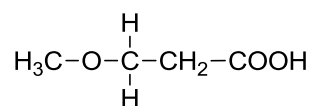
**A-5**



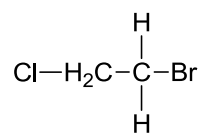
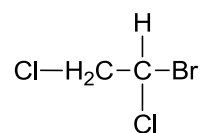
**A-6**



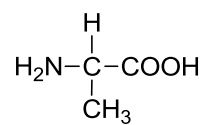
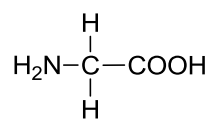
**A-7**



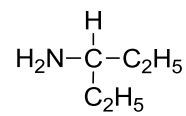
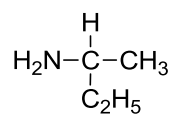
**A-8**



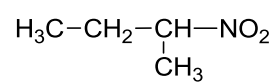
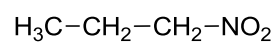
**A-9**



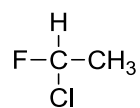
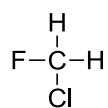
**A-10**



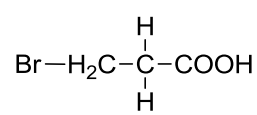
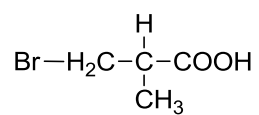
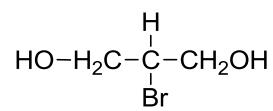
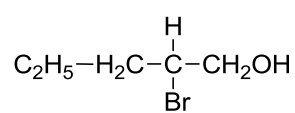
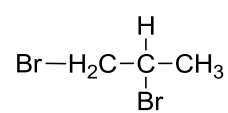
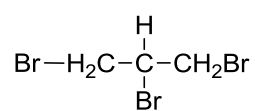
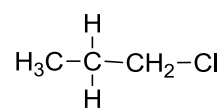
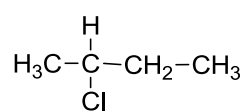
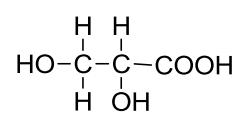
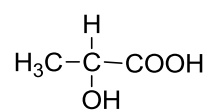
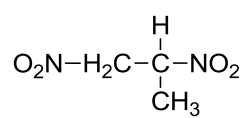
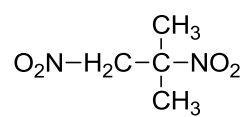
**A-11**



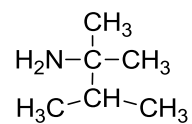
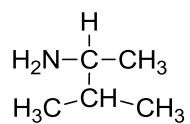
**A-12**



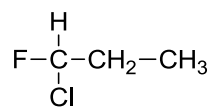
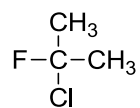


**A-13****A-14****A-15****A-16****A-17****A-18**

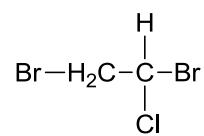
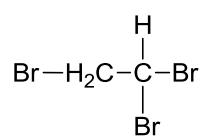
**A-19**



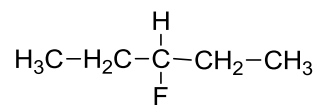
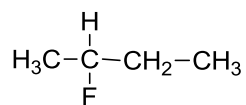
**A-20**



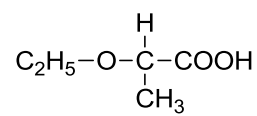
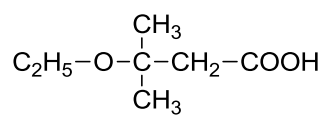
**A-21**



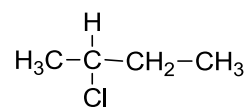
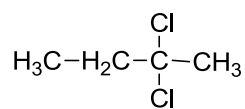
**A-22**



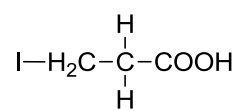
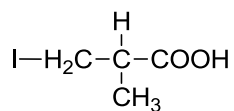
**A-23**



**A-24**



**A-25**



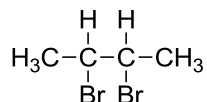
### ***Б. Соединения с несколькими асимметрическими центрами***

В приведенных ниже соединениях найдите и укажите хиральные центры. Изобразите проекционные формулы Фишера для стереоизомеров. Отметьте среди них:

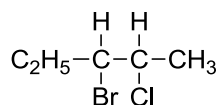
- энантиомеры
- диастереомеры
- рацематы
- мезоформы

Обозначьте стереоизомеры по D,L-номенклатуре, укажите treo- и эритро-формы:

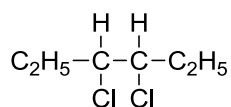
**Б-1**



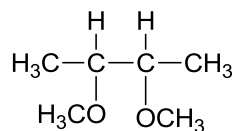
**Б-2**



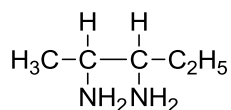
**Б-3**



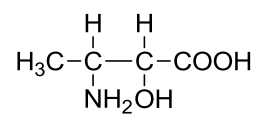
**Б-4**



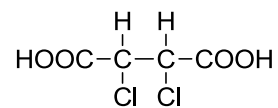
**Б-5**



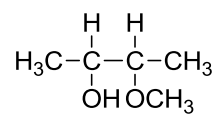
**Б-6**



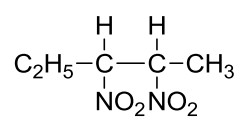
**Б-7**



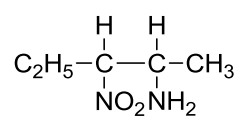
**Б-8**



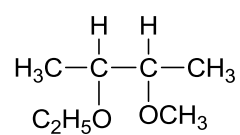
**Б-9**



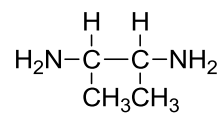
**Б-10**



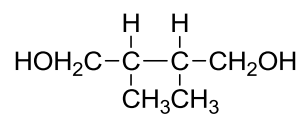
**Б-11**



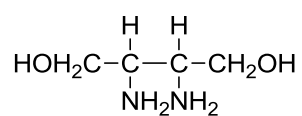
**Б-12**



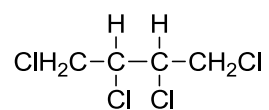
**Б-13**



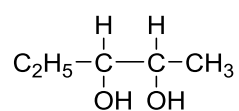
**Б-14**



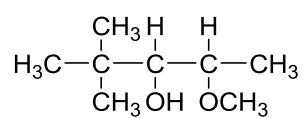
**Б-15**



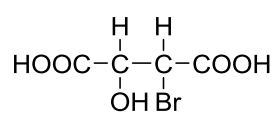
**Б-16**



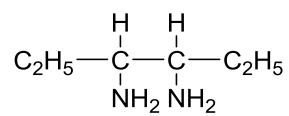
**Б-17**



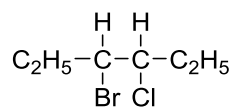
**Б-18**



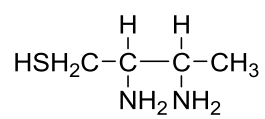
**Б-19**



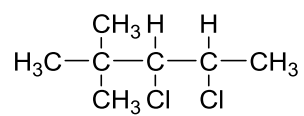
**Б-20**



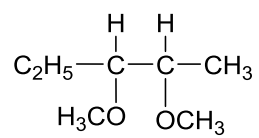
**Б-21**



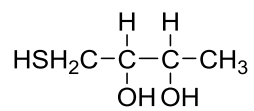
**Б-22**



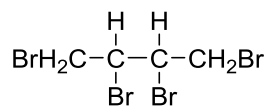
**Б-23**



**Б-24**



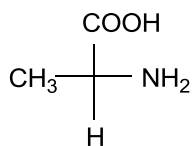
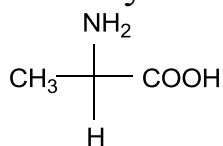
**Б-25**



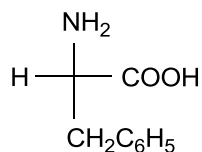
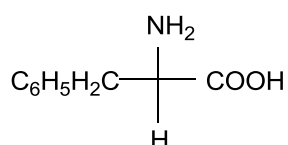
## ***V. Проекционные формулы***

Какая из двух проекционных формул соответствует:

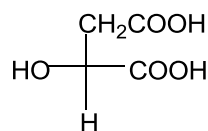
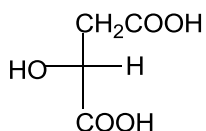
### **V-1 D-аланину**



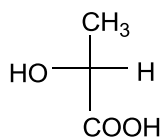
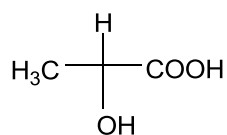
### **V-2 L-фенилаланину**



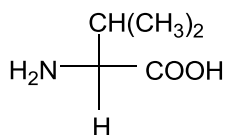
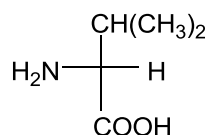
### **V-3 L-яблочной кислоте**



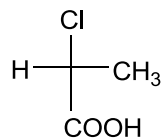
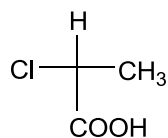
### **V-4 D-молочной кислоте**



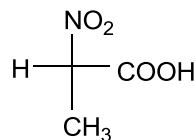
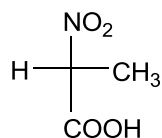
### **V-5 D-валину**



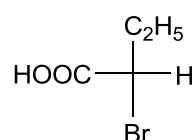
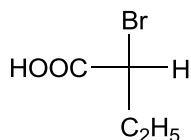
**В-6 D-2-хлорпропановой кислоте**



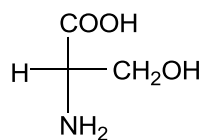
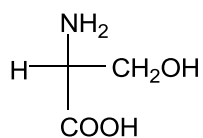
**В-7 L-2-нитропропановой кислоте**



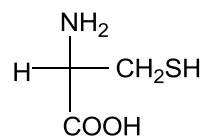
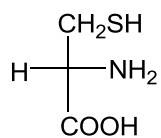
**В-8 L-α-броммасляной кислоте**



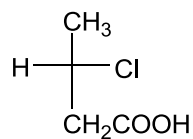
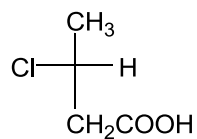
**В-9 D-серину**



**В-10 L-цистеину**

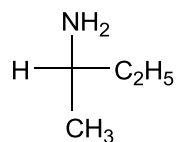
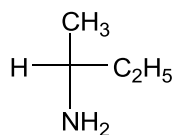


**В-11 L-3-хлорбутановой кислоте**

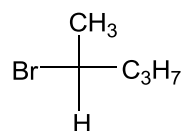
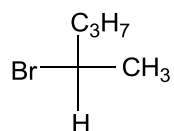




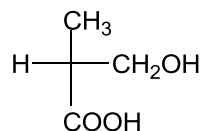
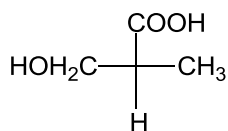
**В-12 D-2-аминобутану**



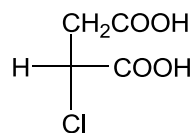
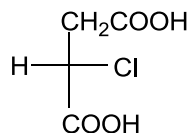
**В-13 D-3-бромпентану**



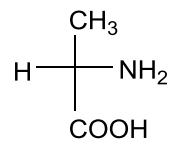
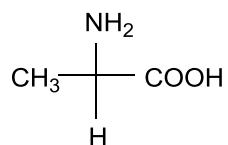
**В-14 L-глицериновой кислоте**



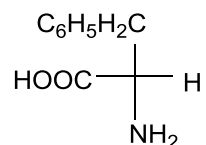
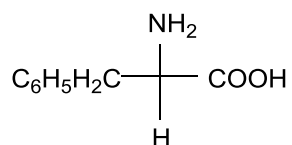
**В-15 D-хлорянтарной кислоте**



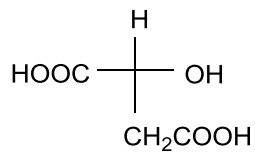
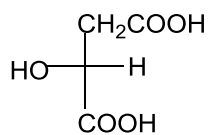
**В-16 L-аланину**



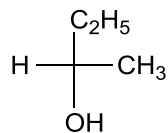
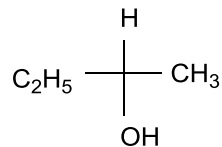
**В-17 D-фенилаланину**



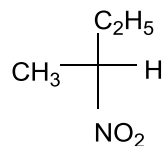
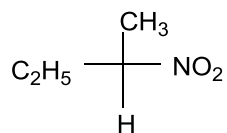
**В-18** D-яблочной кислоте



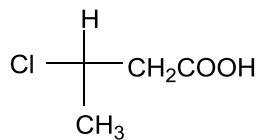
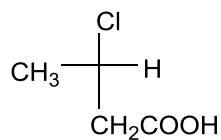
**В-19** L-бутанолу-2



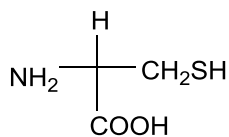
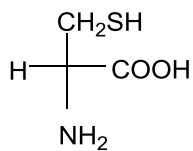
**В-20** L-2-нитробутану

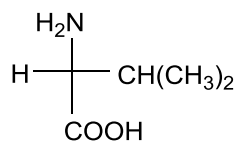
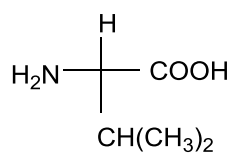
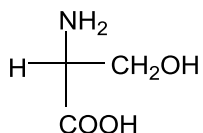
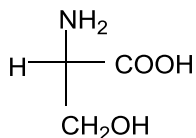
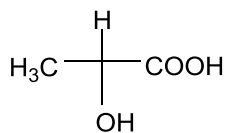
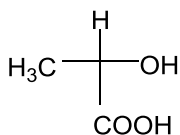


**В-21** D-3-хлорбутановой кислоте



**В-22** D-цистеину

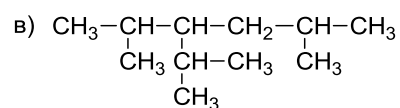
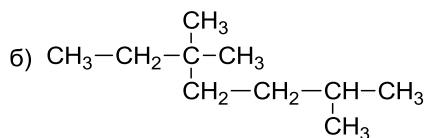
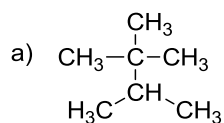


**В-23 L-валину****В-24 L-серину****В-25 L-молочной кислоте****2. Алканы*****А. Изомерия. Номенклатура. Гомология***

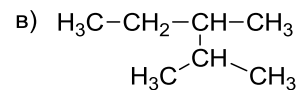
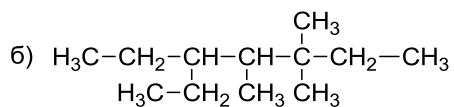
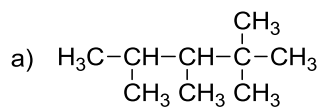
Назовите соединения по систематической номенклатуре.

Найдите среди них гомологи и изомеры.

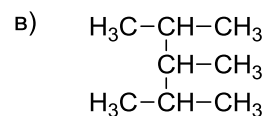
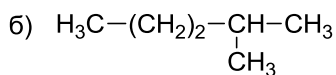
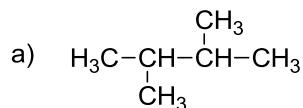
Укажите первичные, вторичные и третичные атомы углерода:

**А-1**

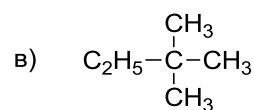
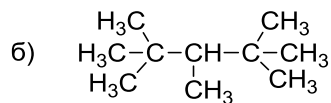
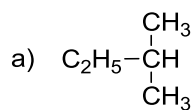
**A-2**



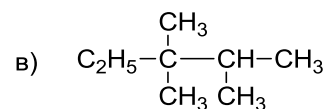
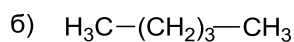
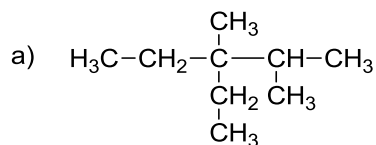
**A-3**



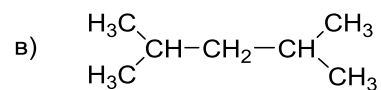
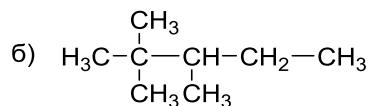
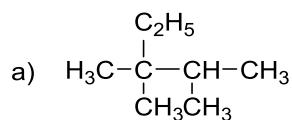
## A-4



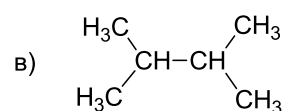
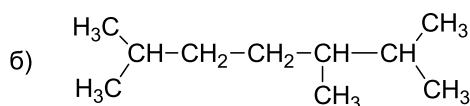
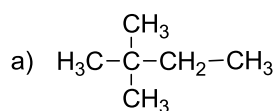
**A-5**



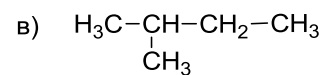
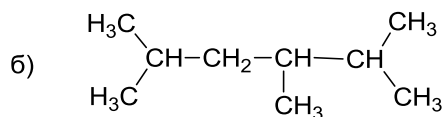
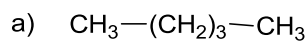
**A-6**



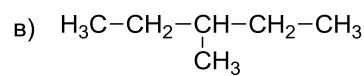
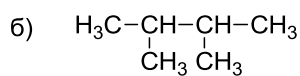
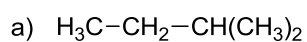
**A-7**

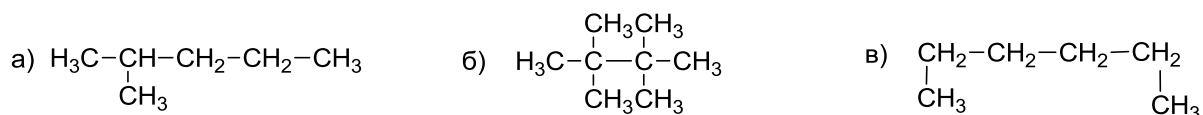
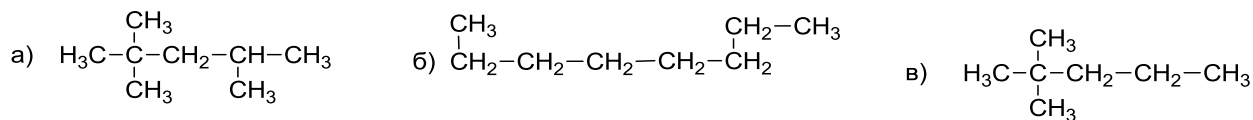
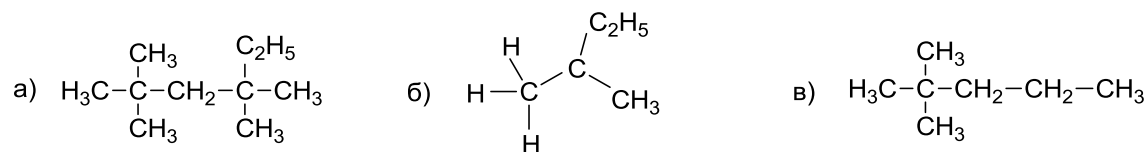
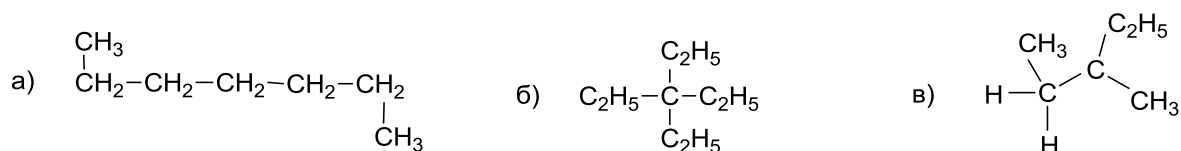
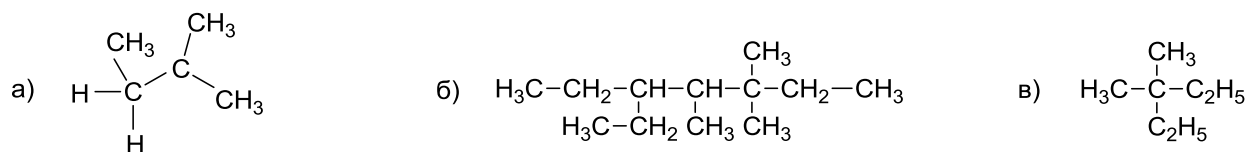
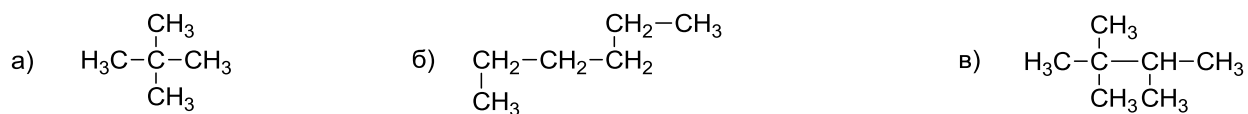
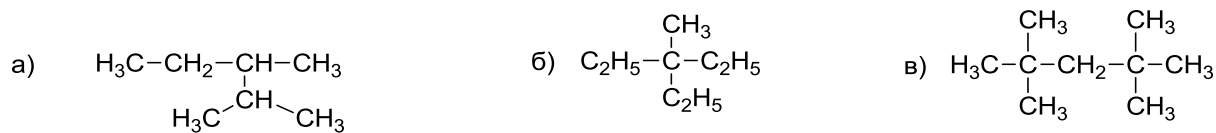
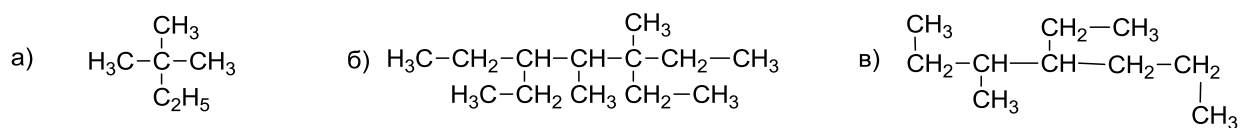


## A-8

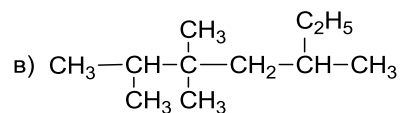
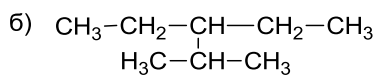
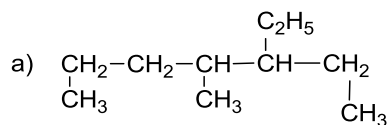


**A-9**

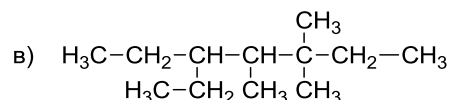
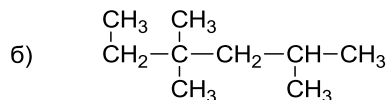
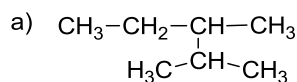


**A-10****A-11****A-12****A-13****A-14****A-15****A-16****A-17**

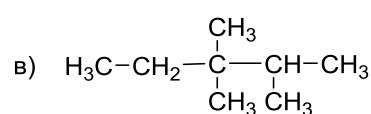
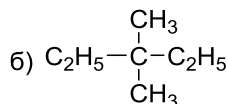
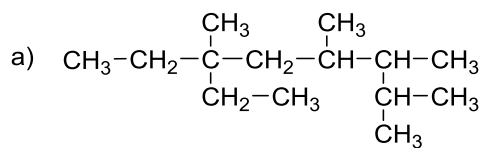
**A-18**



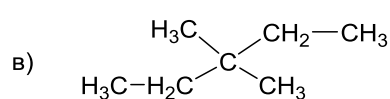
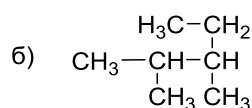
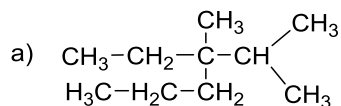
**A-19**



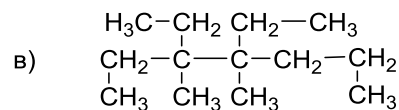
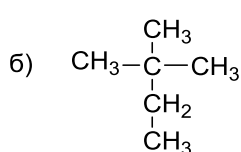
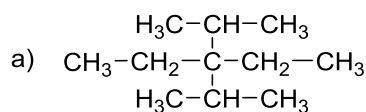
# A-20



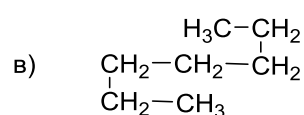
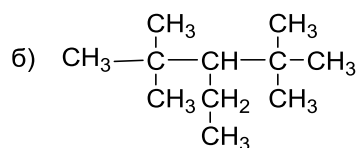
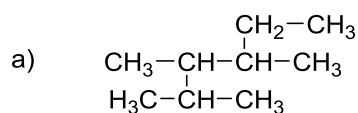
**A-21**



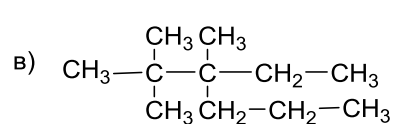
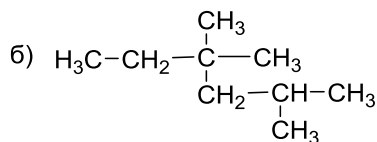
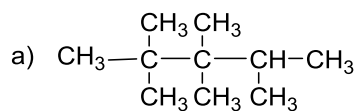
## A-22



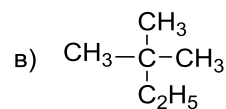
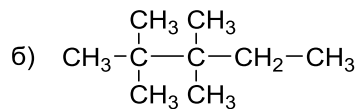
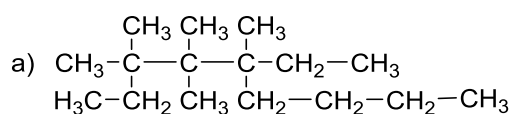
**A-23**



## A-24



## A-25



## ***Б. Строение алканов***

I. Изобразите атомно-орбитальные модели молекул.

Укажите, где возможно, длины связей и валентные углы:

**Б-1.** Дибромметан

**Б-2.** Иодистый этил

**Б-3.** 1,1,1-трихлорэтан

**Б-4.** 1,2-дихлорэтан

**Б-5.** Хлористый этил

**Б-6.** Тетрахлорметан

**Б-7.** 1-иодпропан

**Б-8.** 1,1-дихлорэтан

**Б-9.** 1-фторпропан

**Б-10.** 2-хлорпропан

**Б-11.** 1,2-дифторпропан

**Б-12.** 1,3-дихлорпропан

**Б-13.** 1,2-дибромпропан

**Б-14.** Трихлорметан

**Б-15.** Бромхлорметан

**Б-16.** 1,2-дихлорпропан

**Б-17.** Бромистый этил

**Б-18.** Трифторметан

**Б-19.** 1-хлорпропан

**Б-20.** 1,3-дибромпропан

**Б-21.** Пропан

**Б-22.** 1,1,1-трифторэтан

**Б-23.** Дифторметан

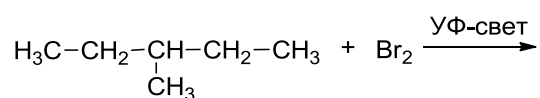
**Б-24.** 2-фторпропан

**Б-25.** 1,2-дибромэтан

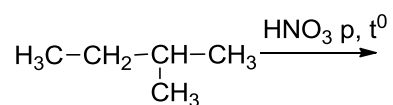
***В. Химические свойства.***

Допишите реакции, назовите исходные вещества и продукты реакции:

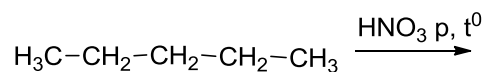
**В-1**



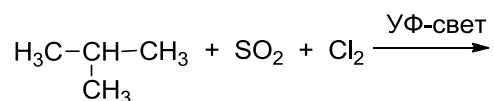
**В-2**



**В-3**

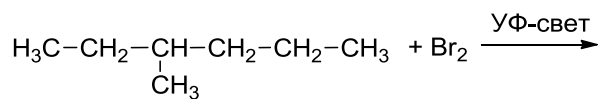


**В-4**

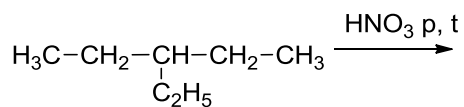




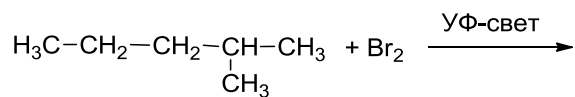
**B-5**



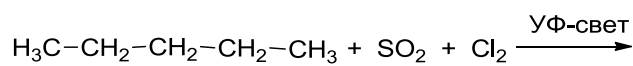
**B-6**



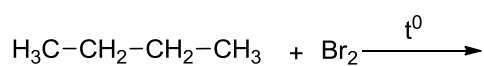
**B-7**



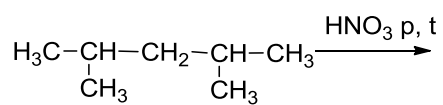
**B-8**



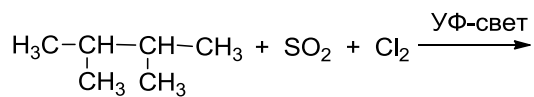
**B-9**



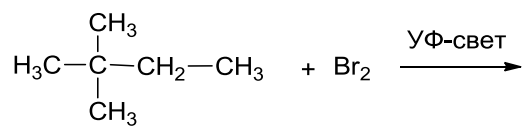
**B-10**



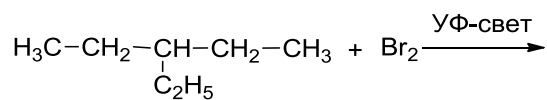
**B-11**



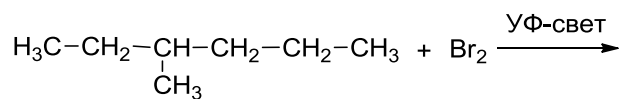
**B-12**

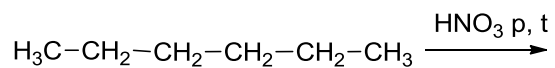
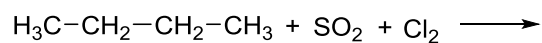
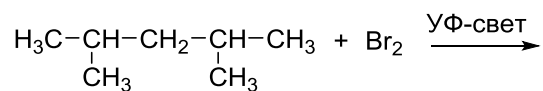
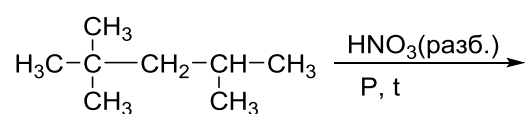
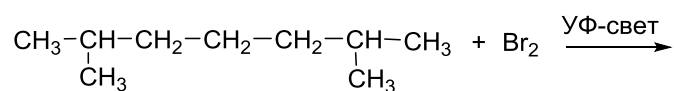
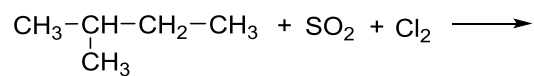
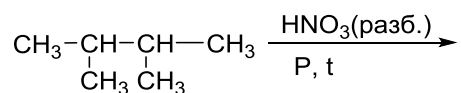
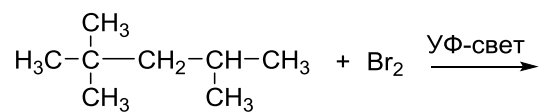
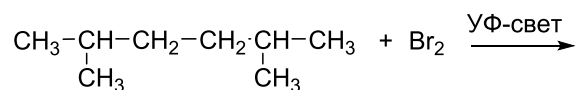
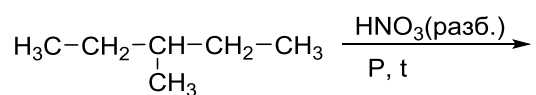


**B-13**

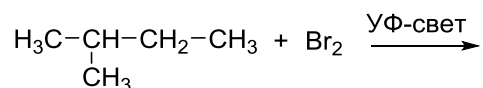


**B-14**



**B-15****B-16****B-17****B-18****B-19****B-20****B-21****B-22****B-23****B-24**

## **В-25**



### ***Г. Способы получения***

**Г-1.** Получите 2,3-диметилпентан:

- а) гидрированием непредельного углеводорода;
- б) восстановлением галогенопроизводного.

**Г-2.** Получите 2,3-диметилбутан двумя способами из солей карбоновых кислот [6, с.13].

**Г-3.** Превратите йодистый изопропил в алкан:

- а) с тем же строением углеродного скелета;
- б) с удвоенным числом атомов углерода.

**Г-4.** Получите 3-этилпентан:

- а) гидрированием непредельного углеводорода;
- б) восстановлением галогенопроизводного.

**Г-5.** Превратите 1-бром-2,3-диметилбутан в предельный углеводород:

- а) с тем же числом атомов углерода;
- б) с удвоенным числом атомов углерода.

**Г-6.** Получите 2,5-диметилгексан по реакции Вюрца и по реакции Кольбе.

**Г-7.** Получите 2,2-диметилпентан:

- а) гидрированием непредельного углеводорода;
- б) восстановлением галогенопроизводного.

**Г-8.** Получите изобутан из соединений, содержащих в молекуле 4 и 5 атомов углерода.

**Г-9.** Получите *n*-гексан двумя способами из солей карбоновых кислот.

**Г-10.** Предложите способы получения 2,4-диметилпентана из соединений, содержащих в молекуле 8 и 7 атомов углерода.

**Г-11.** Получите 2,3-диметилбутан по реакции Вюрца и по реакции Кольбе.

**Г-12.** Получите *n*-пентан из соответствующей соли карбоновой кислоты и из галогенопроизводного.

**Г-13.** Превратите йодистый втор-бутил в предельный углеводород:

- а) с тем же строением углеродного скелета;
- б) с удвоенным числом атомов углерода.

**Г-14.** Получите 3,4-диэтилгексан из соединений с пятью и десятью атомами углерода.

**Г-15.** Предложите способы получения 2-метилбутана из соединений, содержащих в молекуле 5 и 6 атомов углерода.

**Г-16.** Получите 3,4-диэтилгексан по реакции Вюрца и по реакции Кольбе.

**Г-17.** Превратите бромистый изобутил в предельный углеводород:

- а) с тем же числом атомов углерода;
- б) с удвоенным числом атомов углерода.

**Г-18.** Получите *n*-октан по реакции Вюрца и электролизом Кольбе.

**Г-19.** Предложите способы получения 2,3-диметилбутана из соединений, содержащих в молекулах 3 и 6 атомов углерода.

**Г-20.** Превратите бромистый *трет*-бутил в предельный углеводород:

- а) с тем же числом атомов углерода;
- б) с удвоенным числом атомов углерода.

**Г-21.** Получите 2-метилпентан из соответствующей соли карбоновой кислоты и из галогенопроизводного.

**Г-22.** Предложите способы получения 2,2,5,5-тетраметилгексана из соединений, содержащих в молекулах 5 и 10 атомов углерода.

**Г-23.** Получите 2,2,3-триметилбутан:

- а) гидрированием непредельного углеводорода;
- б) восстановлением галогенопроизводного.

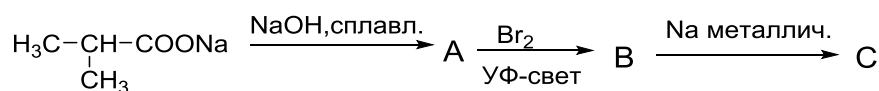
**Г-24.** Получите 3,4-диметилгексан по реакции Вюрца и по реакции Кольбе.

**Г-25.** Предложите способы получения 3-метилпентана из соединений, содержащих в молекулах 6 и 7 атомов углерода.

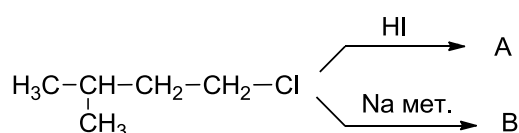
### Д. Схемы превращений

Заполните схемы превращений, назовите образующиеся продукты:

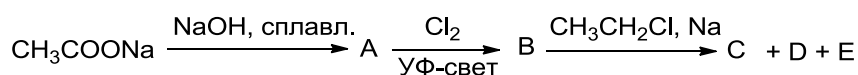
**Д-1**



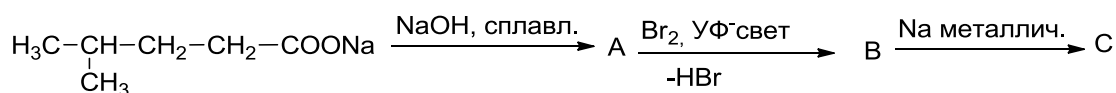
**Д-2**



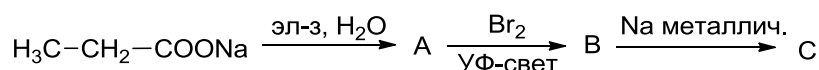
**Д-3**



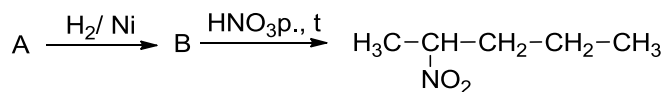
**Д-4**



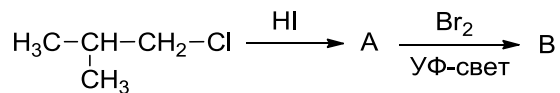
**Д-5**



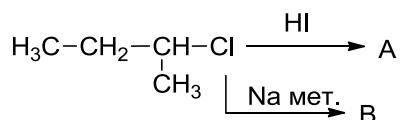
Д-6



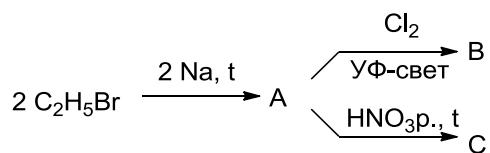
Д-7



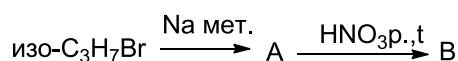
Д-8



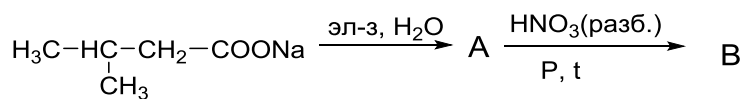
Д-9



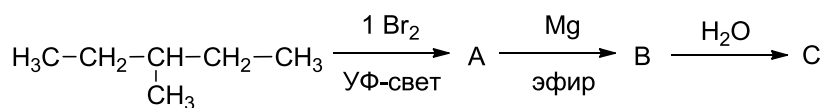
Д-10



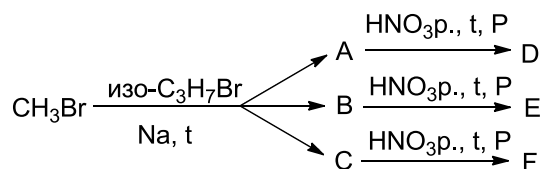
Д-11



Д-12

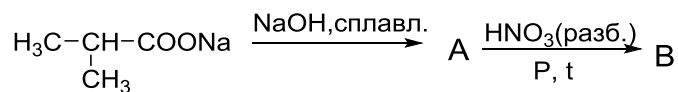


Д-13

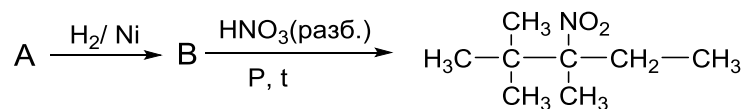


Д-14. Предложите путь синтеза 3,4-диметилгексана из бутана.

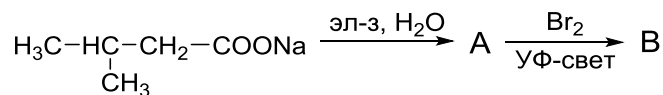
Д-15.



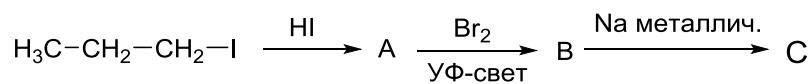
Д-16.



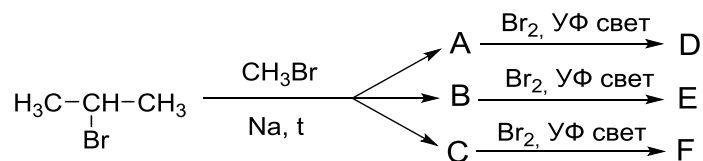
Д-17.



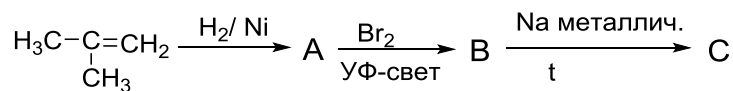
Д-18.



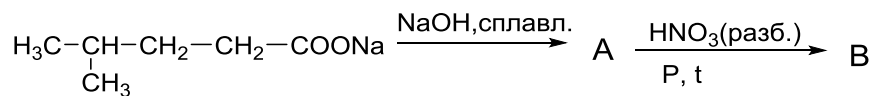
Д-19.



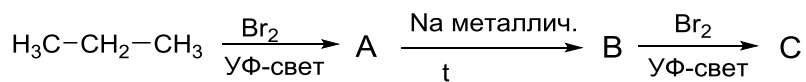
Д-20.



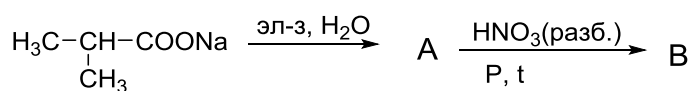
Д-21.



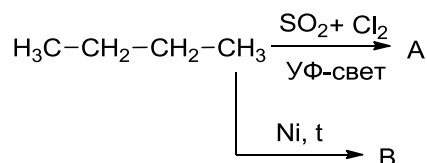
Д-22.



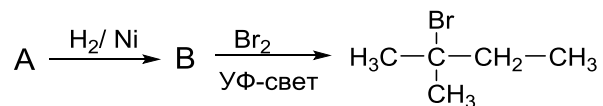
Д-23.



Д-24.



Д-25.



### 3. Алкены

#### А. Номенклатура и изомерия

Нарисуйте формулы:

А-1. а) (Е)-2,3,5-триметил-4-этилгептен-3,  
б) *цис*-гексен-2.

А-2. а) (Z)-2,2-диметилпентен-3,  
б) *цис*-3-метилгептен-3.

А-3. а) (Е)-3-метилгептен-4,  
б) *цис*-пентен-2.

А-4. а) (Z)-2-метилгептен-4,  
б) *транс*-пентен-2.

А-5. а) (Е)-2-метилгептен-4,  
б) *транс*-октен-2.

А-6. а) (Z)-2,4-диметилгексен-3,  
б) *транс*-4-метилгептен-2.

А-7. а) (Е)-2-метилгептен-4,  
б) *цис*-2-метилгексен-3.

А-8. а) (Е)-2,4-диметилгексен-3,  
б) *цис*-гептен-3.



- A-9.** а) (Z)-2,3-диметилгексен-3,  
б) *транс*-гептен-3.
- A-10.** а) (E)-2,3,4-триметилгексен-3,  
б) *цис*-гептен-2.
- A-11.** а) (Z)-2,3,5-триметил-4-этилгептен-3,  
б) *транс*-гексен-2.
- A-12.** а) (E)-2,3-диметилгексен-3,  
б) *цис*-октен-2.
- A-13.** а) (Z)-2,4-диметилгептен-3,  
б) *транс*-2-метилгексен-4.
- A-14.** а) (Z)-2,6-диметил-3-этилгептен-3,  
б) *транс*-гексен-3.
- A-15.** а) (Z)-3-этилгексен-2,  
б) *транс*-октен-3.
- A-16.** а) (E)-2-метил-3,4-диэтилгептен-3.  
б) *цис*-гексен-3.
- A-17.** а) (E)-2,4-диметилгептен-3,  
б) *цис*-октен-4.
- A-18.** а) (E)-3-этилгексен-2,  
б) *цис*-4-метилгептен-2.
- A-19.** а) (Z)-2-метил-4-этилгептен-3,  
б) *транс*-2-метилгексен-3.
- A-20.** а) (E)-2,6-диметил-3-этилгептен-3,  
б) *цис*-4-метилгексен-2.
- A-21.** а) (Z)-2-метил-3,4-диэтилгептен-3,  
б) *транс*-4-метилгексен-3.

**A-22.** а) (Z)-2,3,4-триметилгексен-3,  
б) *транс*-гептен-2.

**A-23.** а) (E)-2,3-диметилгексен-3,  
б) *цис*-октен-3.

**A-24.** а) (E)-3-метил-4-этилгептен-3,  
б) *цис*-2-метилгексен-4.

**A-25.** а) (Z)-2,3-диметилгексен-3,  
б) *транс*-октен-4.

### ***Б. Структура и реакционная способность***

Укажите типы гибридизации атомов углерода и типы связей  
в молекуле:

**Б-1.** 2,4-диметилгексен-2

**Б-2.** 3-этилпентен-2

**Б-3.** 3-метилбутен-1

**Б-4.** 2,3-диметилгексен-2

**Б-5.** 2,3-диметилпентен-1

**Б-6.** 2,3-диметилбутен-1

**Б-7.** 2-метилпентен-3

**Б-8.** 2-метилпропен

**Б-9.** 2,3,4-триметилпентен-1

**Б-10.** 2,5-диметилгексен-2

**Б-11.** 2,3-диметилпентен-2

**Б-12.** 2,3,3-триметилгексен-1

**Б-13.** 3,4,4-триметилпентен-1

**Б-14.** 2,3,4,4-тетраметилпентен-2

**Б-15.** 2,3-диметилгексен-1

**Б-16.** 2,4-диметилпентен-2

**Б-17.** 2,3-диметилбутен-2

**Б-18.** 2,3-диметилпентен-3

**Б-19.** 3,4-диметилгексен-2

**Б-20.** 3-метилпентен-2

**Б-21.** 2-метилбутен-1

**Б-22.** 2,2,3-триметилпентен-3

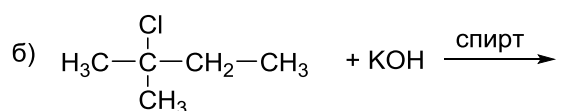
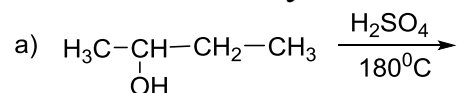
**Б-23.** 3-этилпентен-1

**Б-24.** 2-метилбутен-2

**Б-25.** 2-метилпентен-2

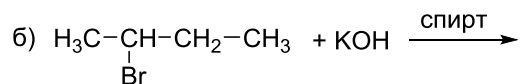
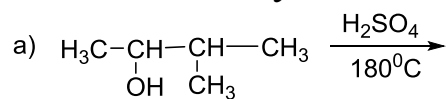
***В. Способы получения и химические свойства***

**В-1.** Какие алкены получают в следующих реакциях:



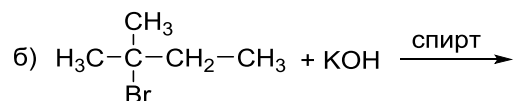
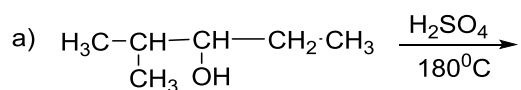
**В-2.** Получите 2-метилбутен-2 из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-3.** Какие алкены получаются в следующих реакциях:



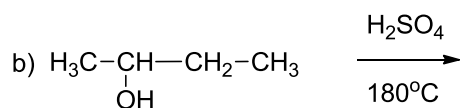
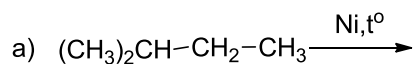
**В-4.** Получите 3,3-диметилбутен-1 из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-5.** Какие алкены образуются в следующих реакциях:



**В-6.** Получите 2-метилпентен-3 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

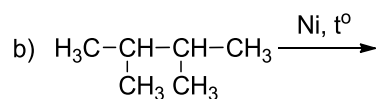
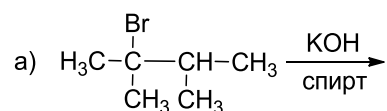
**В-7.** Какие алкены образуются в следующих реакциях:



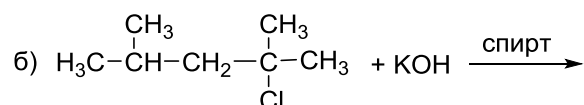
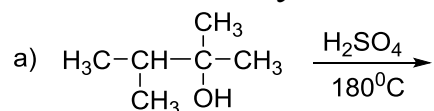
**В-8.** Получите 2,5-диметилгексен-2 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-9.** Получите 2,2,3-триметилгексен-2 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-10.** Какие алкены образуются в следующих реакциях:

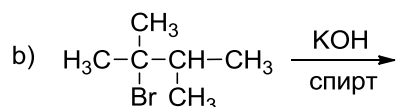
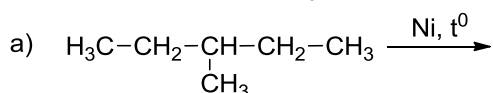


**В-11.** Какие алкены получают в следующих реакциях:



**В-12.** Получите 2,3,4-триметилпентен-2 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-13.** Какие алкены получают в следующих реакциях:



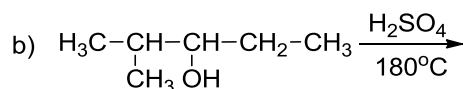
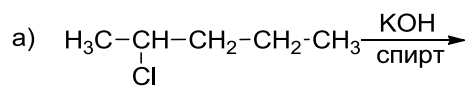
**В-14.** Из каких спиртов и галогенпроизводных может быть получен 2,3-диметилгексен-3?

**В-15.** Получите 2,3-диметилпентен-2 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

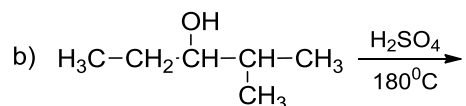
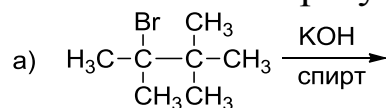
**В-16.** Из каких спиртов и галогенпроизводных может быть получен 2-метилгексен-2?

**В-17.** Получите 3,4-диметилоктен-3 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-18.** Какие алкены образуются в следующих реакциях:

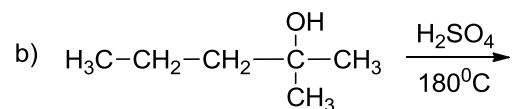
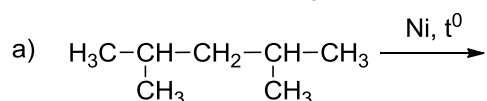


**В-19.** Какие алкены образуются в следующих реакциях:



**В-20.** Получите 3,4-диметилгексен-3 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

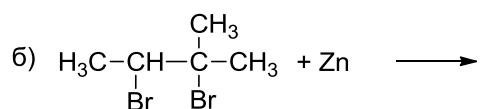
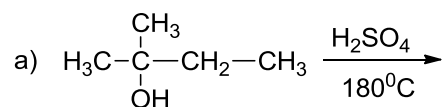
**В-21.** Какие алкены получают в следующих реакциях:



**В-22.** Получите 2,2,4-триметилгексен-3 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-23.** Получите 2,3,5-триметилгексен-2 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

**В-24.** Какие алкены получают в следующих реакциях:

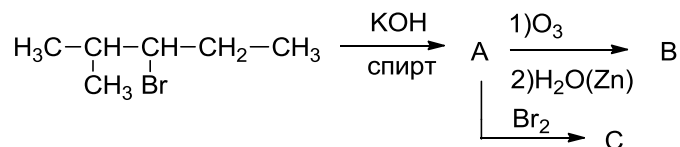


**В-25.** Получите 2-метилгексен-4 двумя способами из соответствующего спирта и галогенпроизводного.

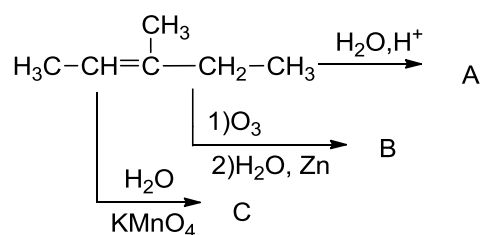
### Г. Целевые синтезы

Выполните превращения, назовите образующиеся продукты:

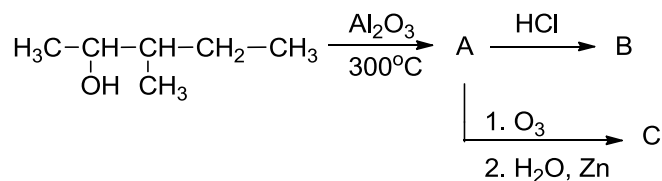
#### Г-1



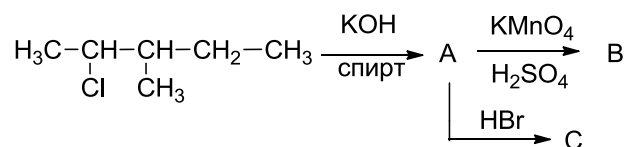
#### Г-2



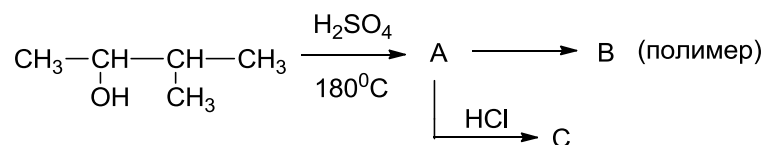
#### Г-3

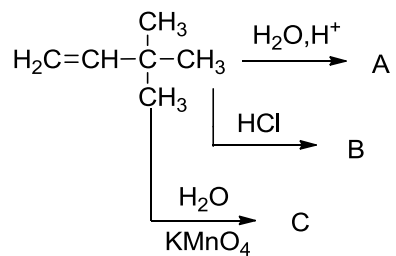
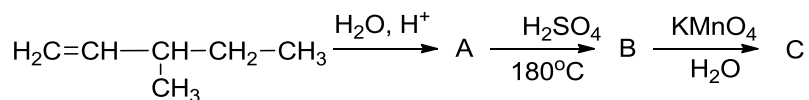
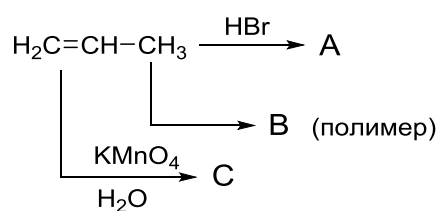
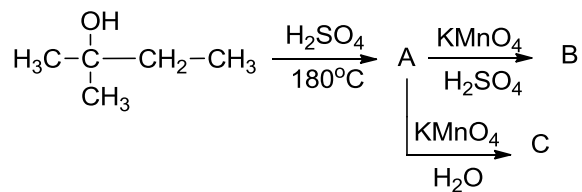
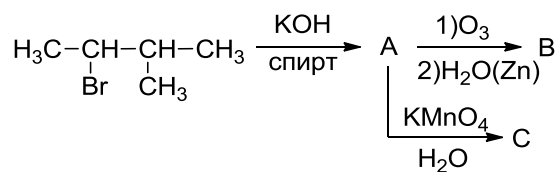
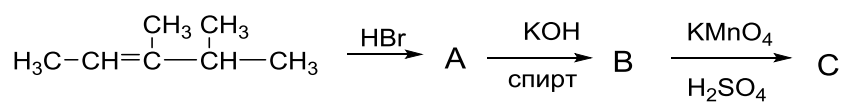
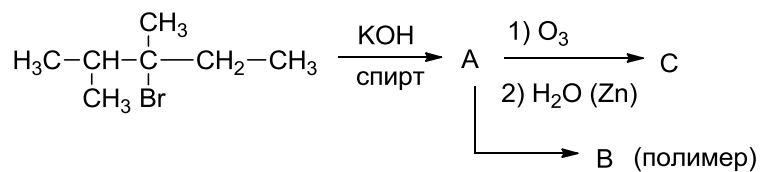


#### Г-4



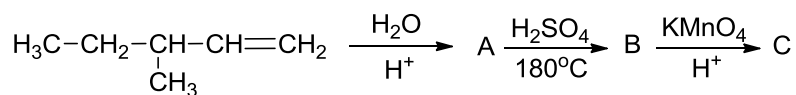
#### Г-5



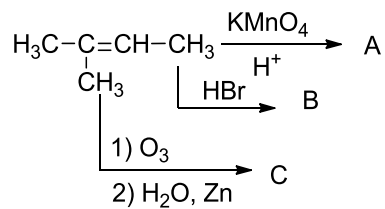
**Г-6****Г-7****Г-8****Г-9****Г-10****Г-11****Г-12**



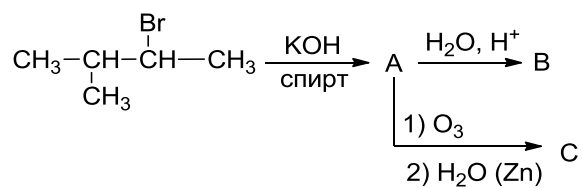
### Г-13



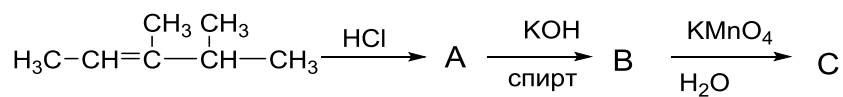
### Г-14



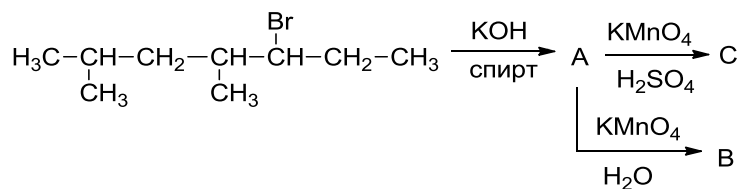
### Г-15



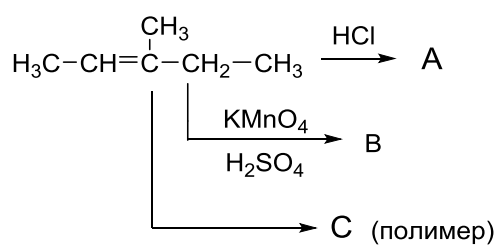
### Г-16



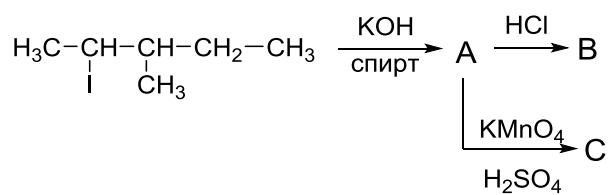
### Г-17

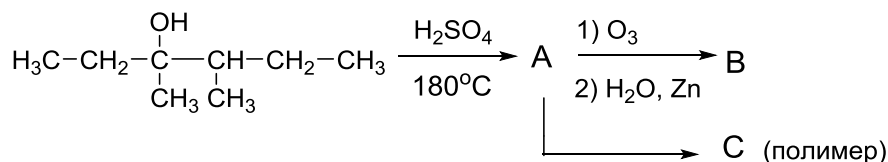
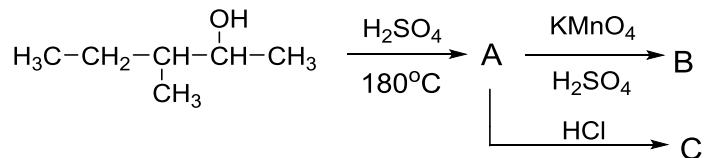
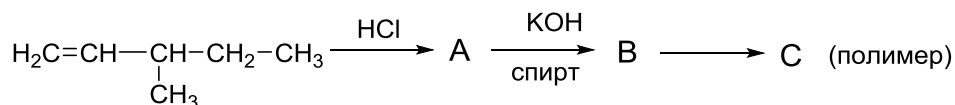
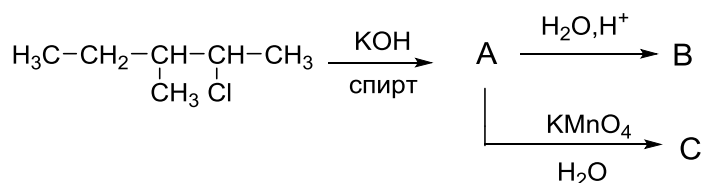
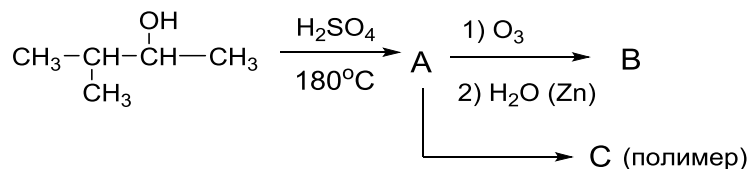
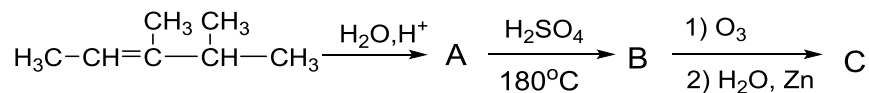


### Г-18



### Г-19



**Г-20****Г-21****Г-22****Г-23****Г-24****Г-25****Д. Установление структуры по свойствам.**

**Д-1.** Напишите структурную формулу алкена, при озоноллизе которого получается смесь диэтилкетона и уксусного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-2.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь ацетона и пропионового альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-3.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь уксусного альдегида и метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-4.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается 2 моль ацетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-5.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь метилэтилкетона и изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-6.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь триметилуксусного альдегида и ацетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-7.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь уксусного альдегида и изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-8.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается 2 моль метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-9.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается 2 моль уксусного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-10.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь ацетона и изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-11.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь пропионового альдегида и метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-12.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь триметилуксусного альдегида и уксусного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-13.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается 2 моль изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-14.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь дилэтилкетона и пропионового альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-15.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь ацетона и уксусного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-16.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается 2 моль пропионового альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-17.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь дилэтилкетона и ацетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-18.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь ацетона и метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-19.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь триметилуксусного альдегида и пропионового альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-20.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь дилэтилкетона и изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-21.** Напишите структурную формулу алкена, при озonoлизe которого получается смесь триметилуксусного альдегида и метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-22.** Напишите структурную формулу алкена, при озоноллизе которого получается смесь изомасляного альдегида и пропионового альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-23.** Напишите структурную формулу алкена, при озоноллизе которого получается смесь дилэтилкетона и метилэтилкетона, назовите его по систематической номенклатуре.

**Д-24.** Напишите структурную формулу алкена, при озоноллизе которого получается смесь триметилуксусного альдегида и изомасляного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

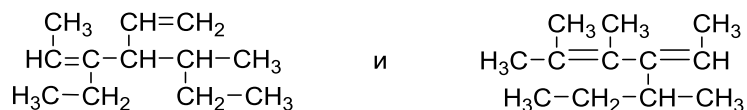
**Д-25.** Напишите структурную формулу алкена, при озоноллизе которого получается смесь пропионового альдегида и уксусного альдегида, назовите его по систематической номенклатуре.

#### 4. Алкины и алкадиены

##### *А. Номенклатура и изомерия*

Определите вид изомерии у следующих пар соединений. Назовите все вещества по номенклатуре IUPAC. Укажите тип каждого диена.

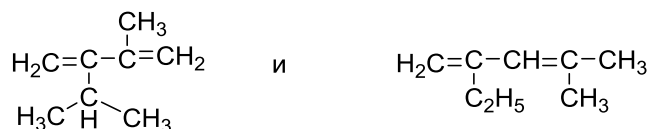
**А-1**

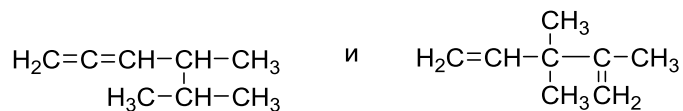
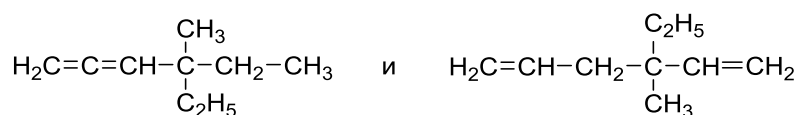
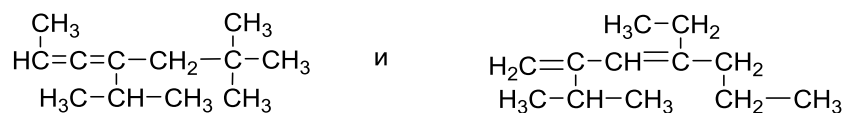
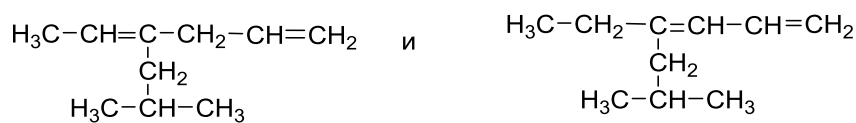
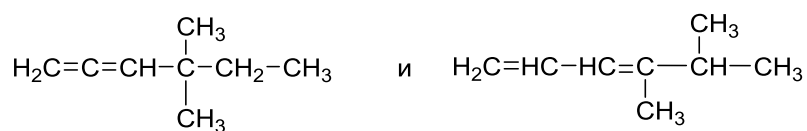
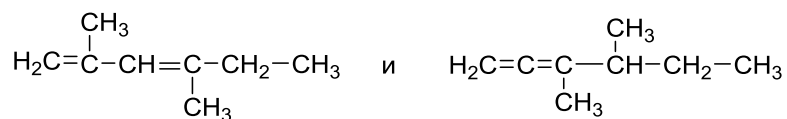


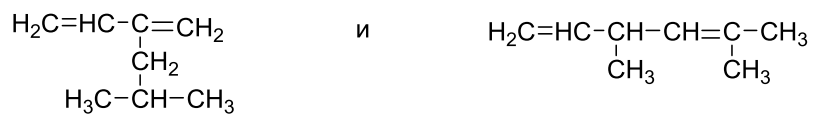
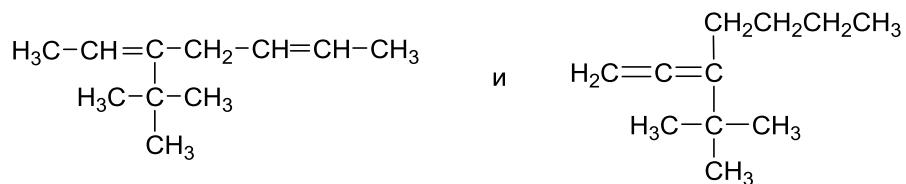
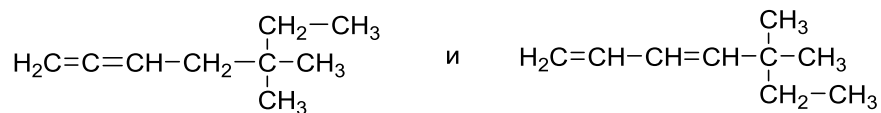
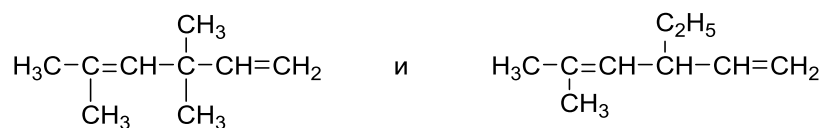
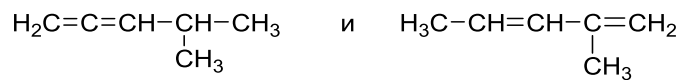
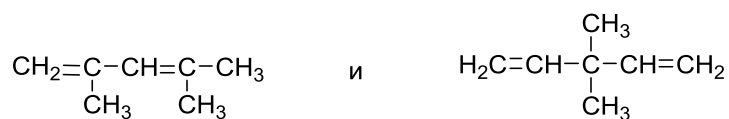
**А-2**



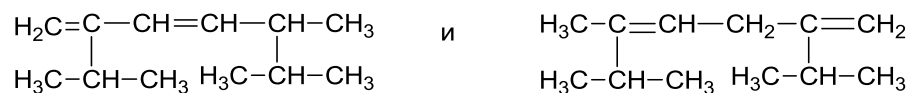
**А-3**



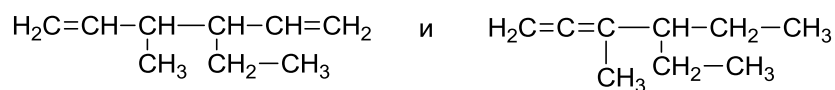
**A-4****A-5****A-6****A-7****A-8****A-9****A-10****A-11**

**A-12****A-13****A-14****A-15****A-16****A-17****A-18****A-19**

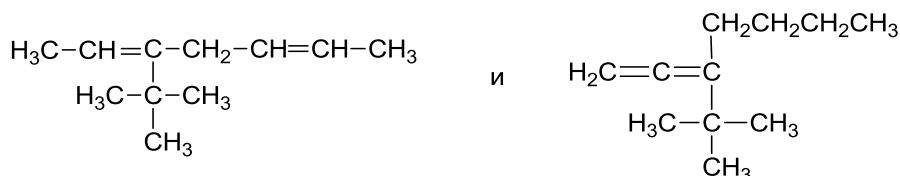
**A-20**



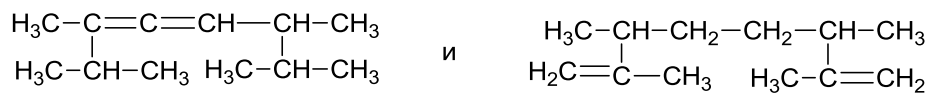
**A-21**



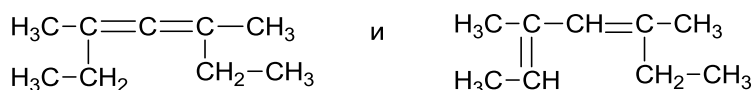
**A-22**



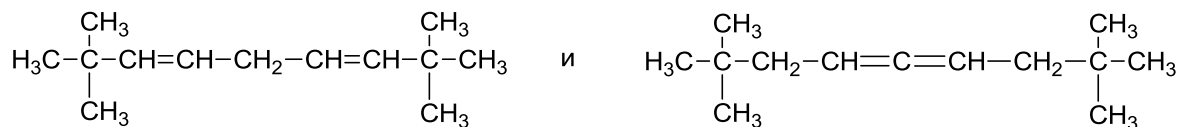
**A-23**



**A-24**

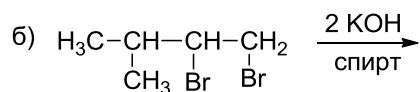
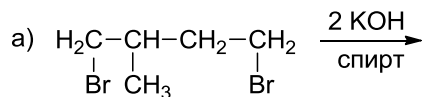


**A-25**



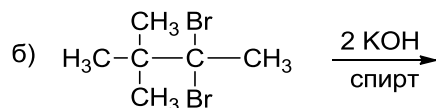
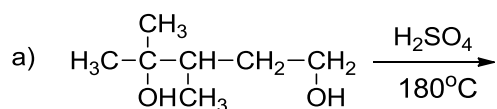
## **Б. Способы получения**

**Б-1.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:

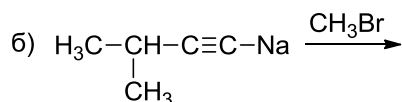
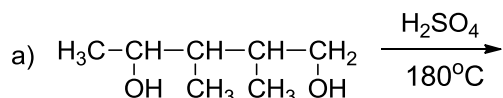




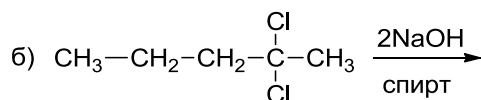
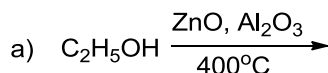
**Б-2.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



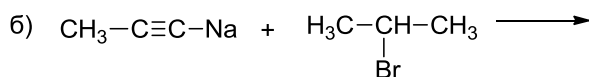
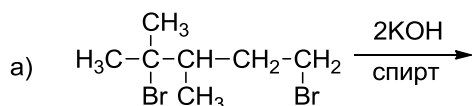
**Б-3.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



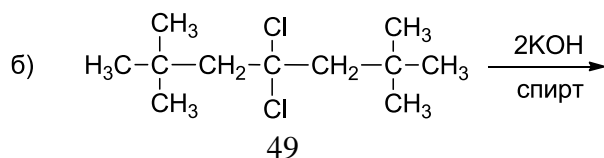
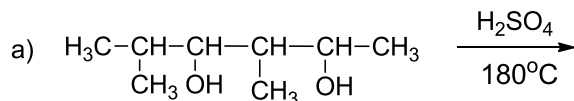
**Б-4.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



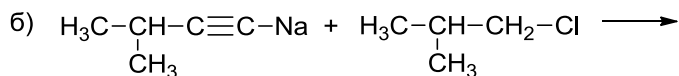
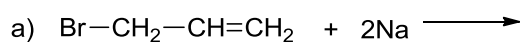
**Б-5.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



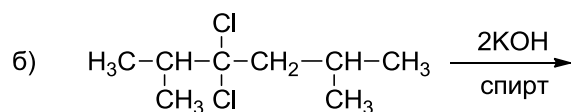
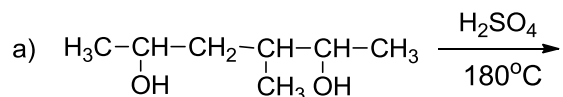
**Б-6.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



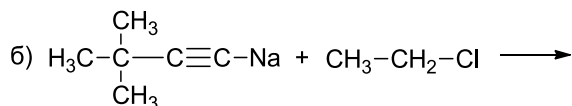
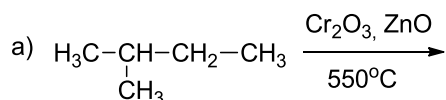
**Б-7.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



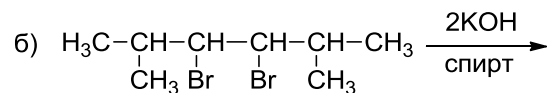
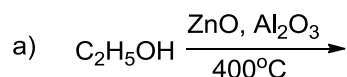
**Б-8.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



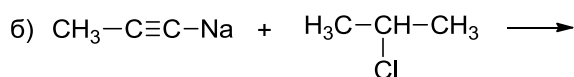
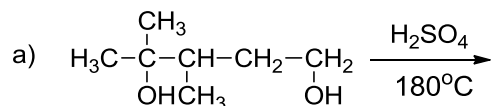
**Б-9.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



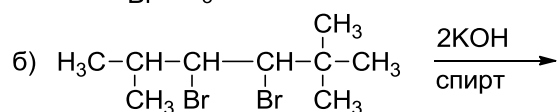
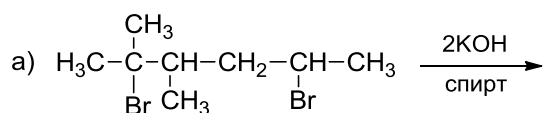
**Б-10.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



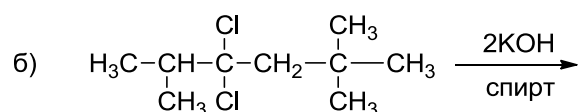
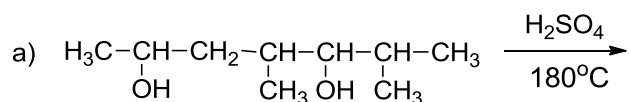
**Б-11.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



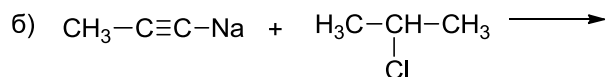
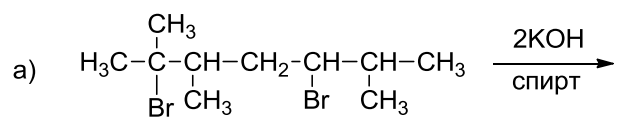
**Б-12.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



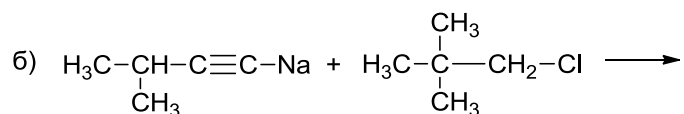
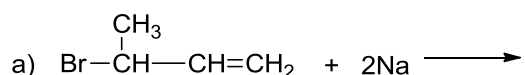
**Б-13.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



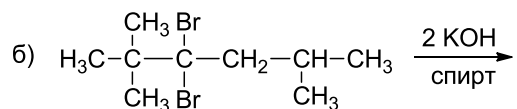
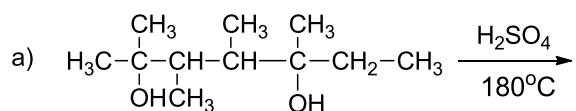
**Б-14.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



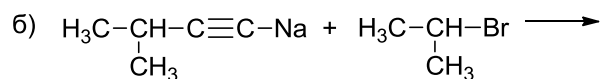
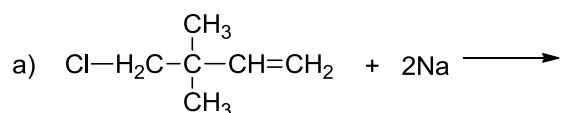
**Б-15.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



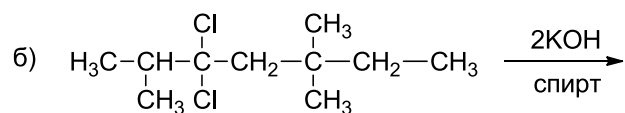
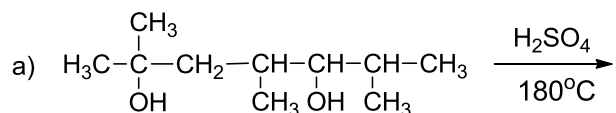
**Б-16.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



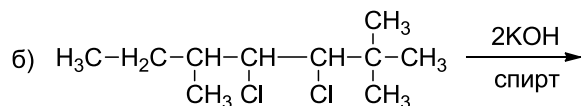
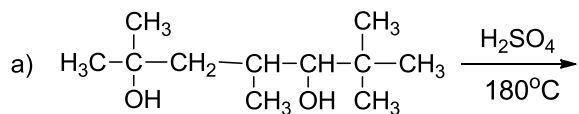
**Б-17.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



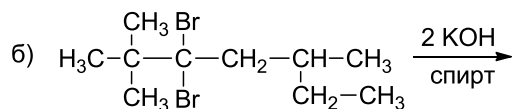
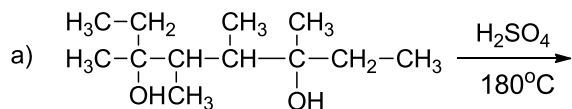
**Б-18.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



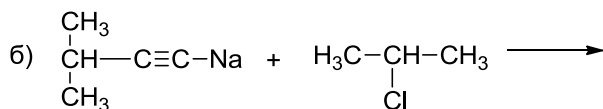
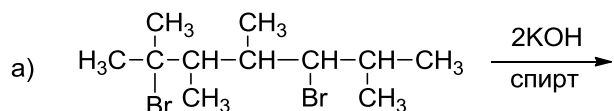
**Б-19.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



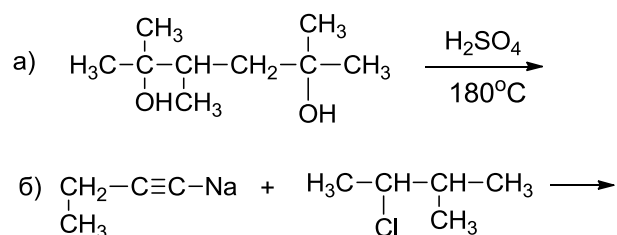
**Б-20.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



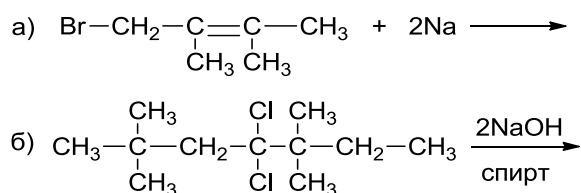
**Б-21.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



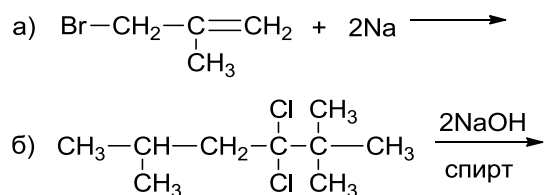
**Б-22.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



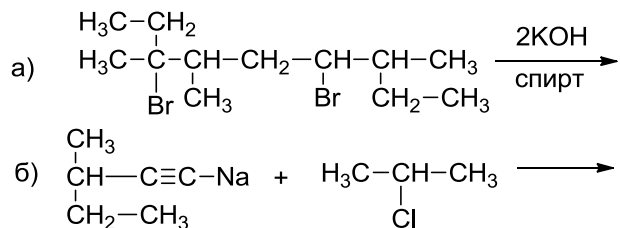
**Б-23.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



**Б-24.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:



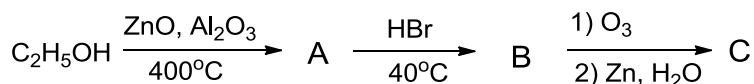
**Б-25.** Назовите соединения, образующиеся в результате следующих реакций:

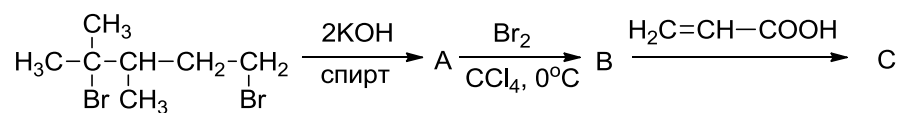
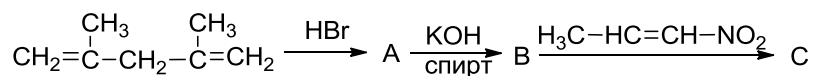
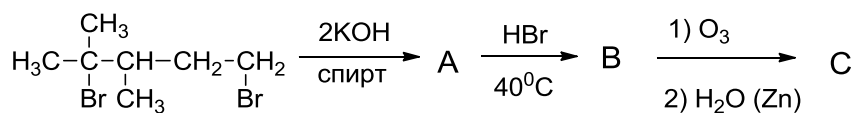
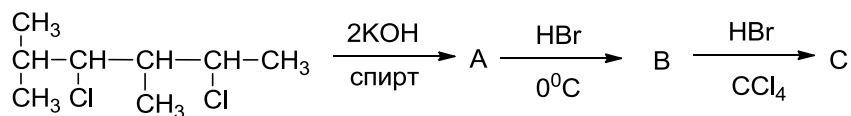
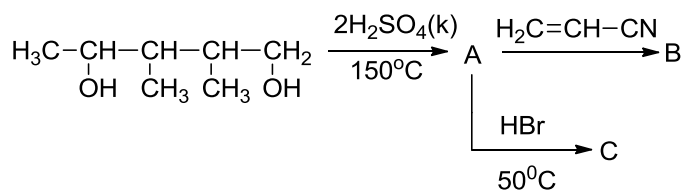
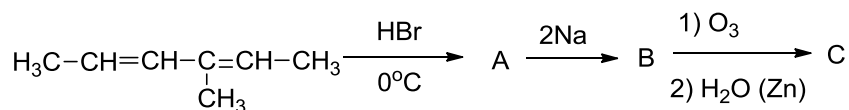
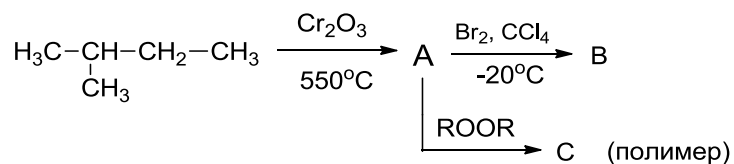


## ***В. Целевые синтезы***

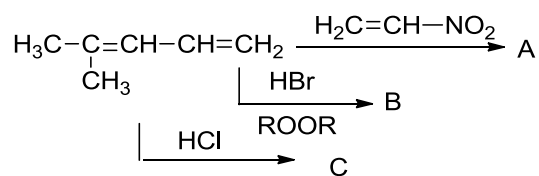
Выполните превращения, назовите образующиеся продукты:

**В-1**

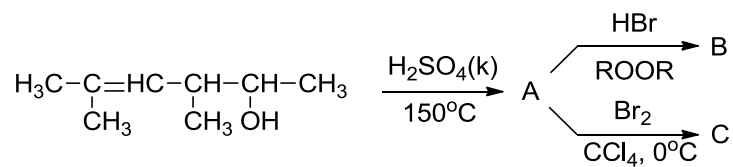


**B-2****B-3****B-4****B-5****B-6****B-7****B-8****B-9**

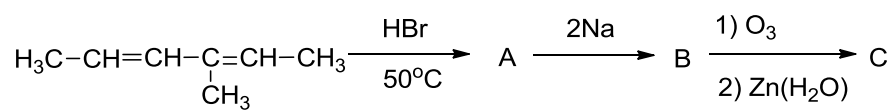
# B-10



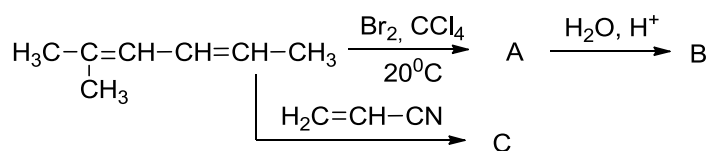
**B-11**



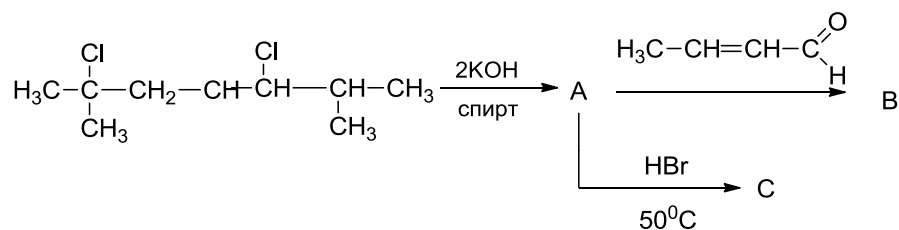
**B-12**



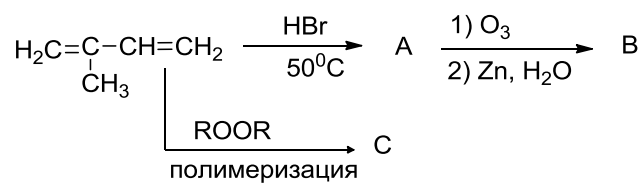
**B-13**



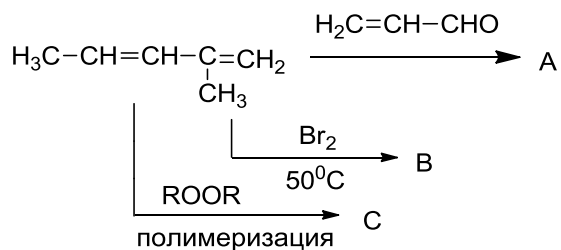
**B-14**

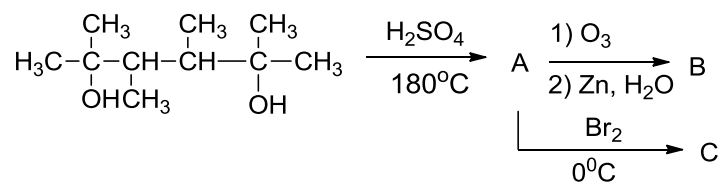
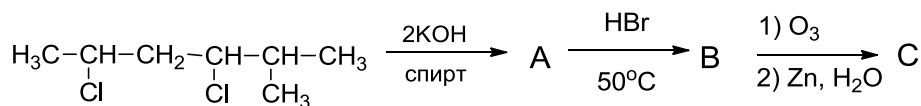
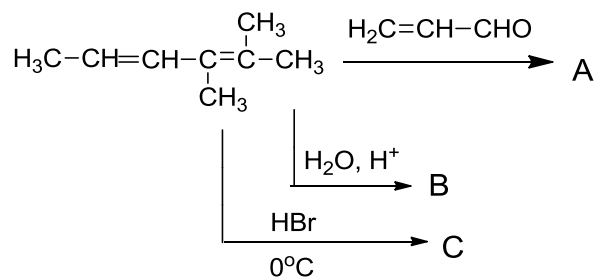
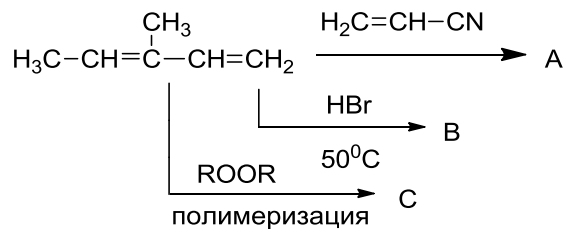
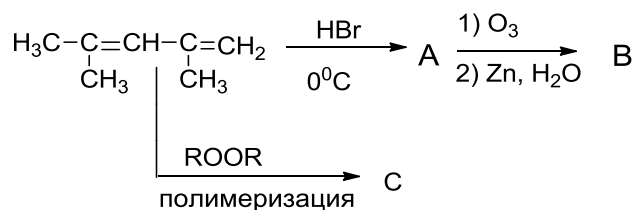
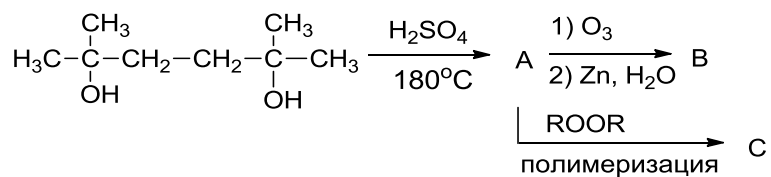


**B-15**

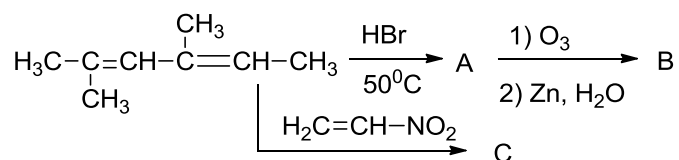
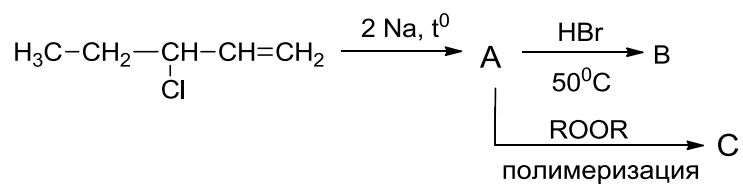
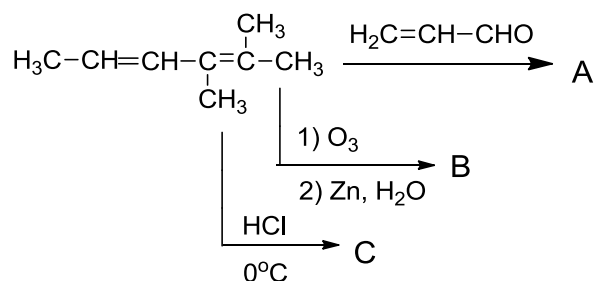


**B-16**

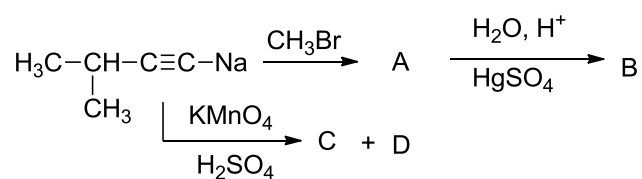
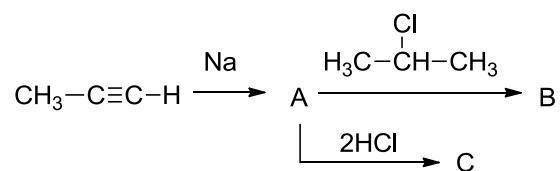


**B-17****B-18****B-19****B-20****B-21****B-22**



**В-23****В-24****В-25****Г. Химические свойства**

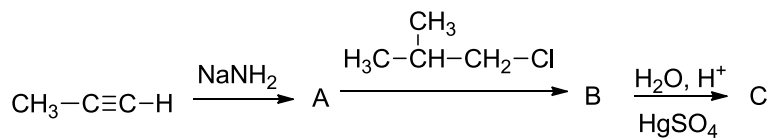
Выполните превращения, назовите образующиеся продукты:

**Г-1****Г-2**

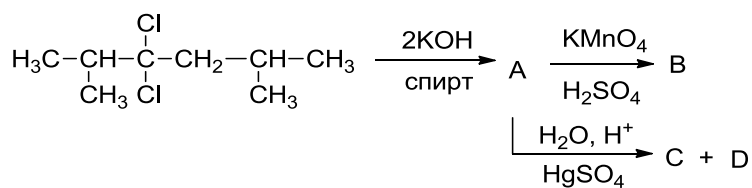
**Г-3**



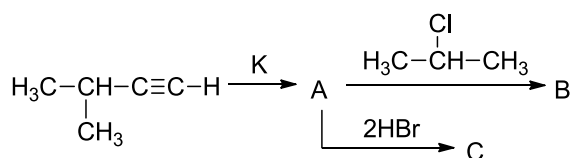
**Г-4**



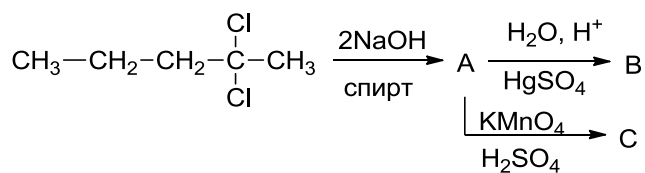
**Г-5**



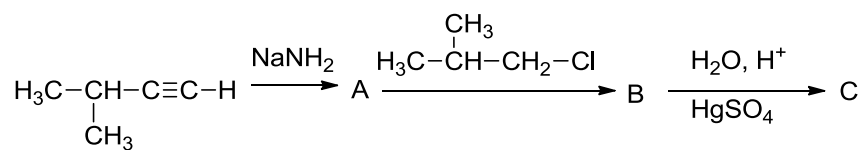
**Г-6**



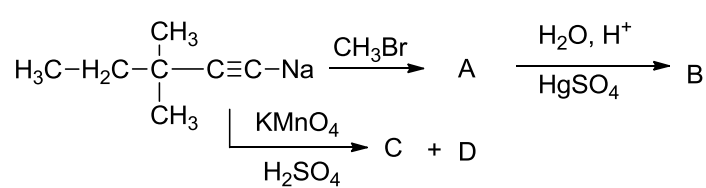
**Г-7**



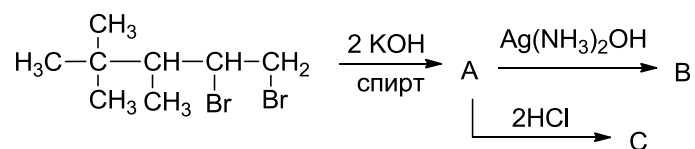
**Г-8**



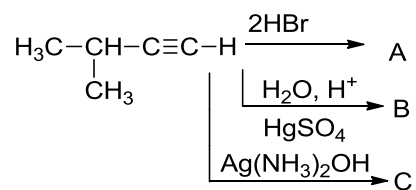
**Г-9**



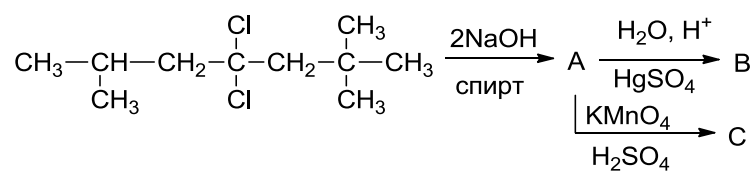
### Г-10



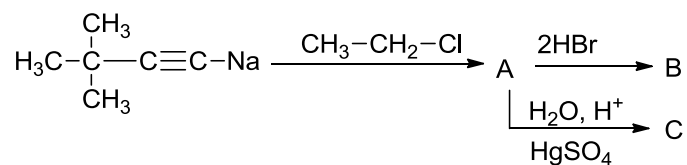
### Г-11



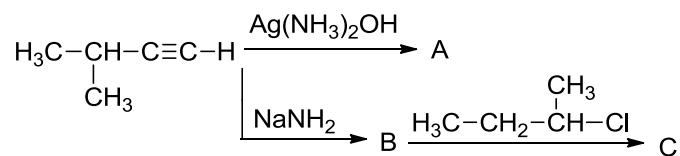
### Г-12



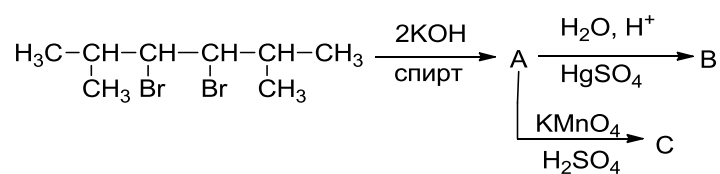
### Г-13



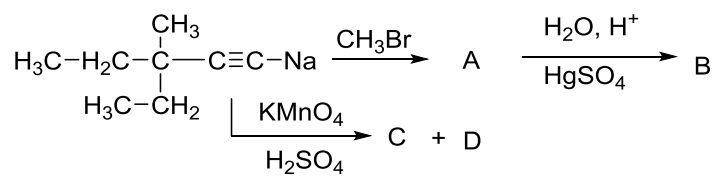
### Г-14



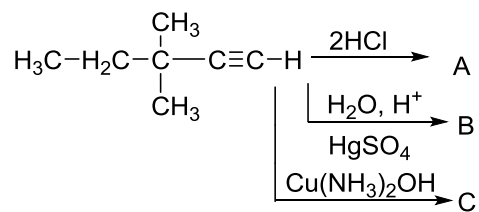
### Г-15



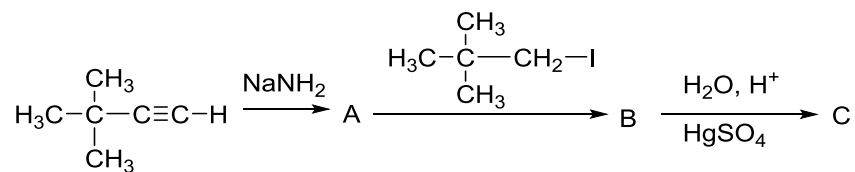
### Г-16



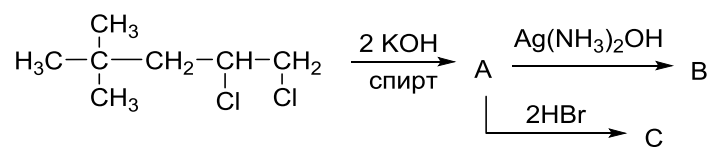
### Г-17



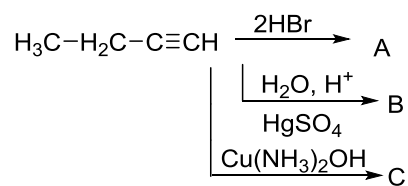
### Г-18



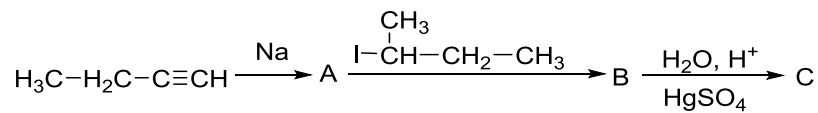
### Г-19



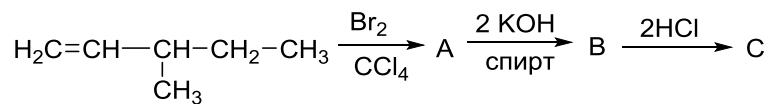
### Г-20



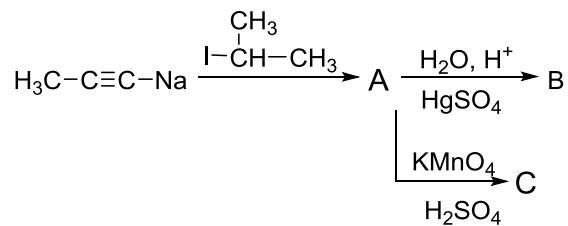
### Г-21



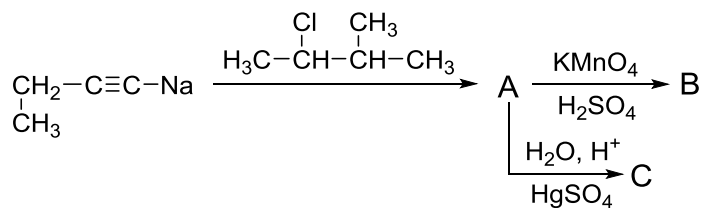
### Г-22



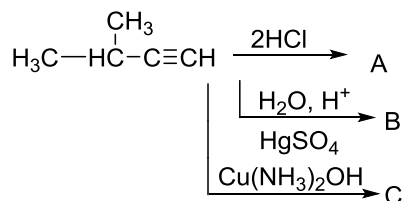
### Г-23



## Г-24



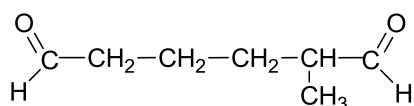
## Г-25



### Д. Установление структуры по свойствам

**Д-1.** Установите строение соединения  $\text{C}_8\text{H}_{14}$ , которое не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, а при нагревании в воде, содержащей серную кислоту и сульфат ртути, дает смесь двух кетонов – пропилизобутилкетона и изопропилбутилкетона [6, с.34].

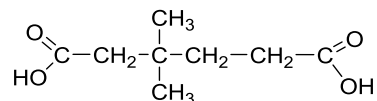
**Д-2.** Установите структуру соединения  $\text{C}_5\text{H}_8$ , которое при взаимодействии с этиленом дает аддукт (продукт присоединения) состава  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ ; при озоноллизе последнего образуется диальдегид



**Д-3.** Установите строение соединения  $\text{C}_5\text{H}_8$ , которое с аммиачным раствором оксида меди дает осадок красного цвета, а при нагревании в воде, содержащей серную кислоту и сульфат ртути, образует метилизопропилкетон.

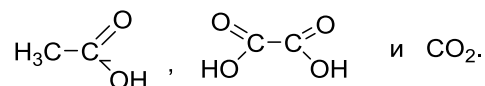
**Д-4.** Определите структурную формулу углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , который не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении перманганатом калия в кислой среде образует смесь уксусной и изомасляной кислот.

**Д-5.** Установите структурное звено бутилкаучука, который получается при сополимеризации бутадиена-1,3 и изобутилена. Он обладает высокой химической стойкостью и газонепроницаемостью, является хорошим изолятором. При окислении бутилкаучука перманганатом калия в кислой среде и при нагревании получается:



**Д-6.** Установите строение соединения  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , которое с аммиачным раствором оксида меди дает осадок красного цвета, а при нагревании в воде, содержащей серную кислоту и сульфат ртути, образует метилизобутилкетон [14, с.108]

**Д-7.** Определите структуру соединения  $\text{C}_5\text{H}_8$ , которое при взаимодействии с этиленом дает аддукт (продукт присоединения) состава  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ , а при окислении перманганатом калия в кислой среде образует смесь



**Д-8.** В результате присоединения двух атомов хлора к бутадиену-1,3 могут быть получены два дихлорида. Один из них при озонолитическом разрыве образует муравьиный альдегид и 2,3-дихлорпропаналь  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CHO}$ . Другой в этих же условиях превращается в хлоруксусный альдегид  $\text{ClCH}_2\text{CHO}$ . Установите структуры дихлоридов и напишите уравнения всех реакций.

**Д-9.** Определите структурную формулу углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , который при гидрировании дает 2-метилпентан, в условиях реакции Кучерова образует кетон и не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра [15, с.16].

**Д-10.** Из легких фракций продуктов крекинга нефти дегидрированием на оксидных катализаторах было получено соединение  $\text{C}_5\text{H}_8$ , которое при взаимодействии с  $\text{HCl}$  при температуре  $-20^\circ\text{C}$  дает 3-хлор-3-метилбутен-1. Установите структуру соединения  $\text{C}_5\text{H}_8$ .

**Д-11.** В результате присоединения 1 моль  $\text{HBr}$  к соединению состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  образовалась смесь галогенопроизводных. При окислении одного из них перманганатом калия в кислой среде образуется 2-

бром-3-метилбутановая кислота и углекислый газ. При окислении другого изомера образуется смесь уксусной и 2-бром-2-метилпропановой кислот. Установите структуру  $C_6H_{10}$ .

**Д-12.** Определите структурную формулу углеводорода  $C_6H_{10}$ , который не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, а в условиях реакции Кучерова образует смесь метилизобутилкетона и этилизопропилкетона.

**Д-13.** Установите строение соединения  $C_8H_{14}$ , которое при последовательном взаимодействии с 1 молем  $HBr$ , а затем – с  $HBr$  в присутствии перекиси, дает 1,3-дибром-2,3,4-триметилпентан.

**Д-14.** Установите строение соединения  $C_5H_8$ , если известно, что продукт его гидратации реагирует с бромом при  $t=500^0C$ , образуя соединение:

$$\begin{array}{c} H_3C-CH-CH=CH-CH_2Br \\ | \\ OH \end{array}$$

**Д-15.** Установите строение соединения  $C_7H_{12}$ , которое присоединяет молекулу этилена, образуя вещество  $C_9H_{16}$ .  $C_7H_{12}$  может быть получено действием спиртового раствора щелочи на 1,4-дибром-3-метилгексан. Установите структуры соединений, напишите уравнения реакций.

**Д-16.** Какое строение имеет продукт присоединения одной молекулы бромистого водорода к 2,2,5-триметилгексадиену-3,5, если при расщеплении полученного из него озонида образуется триметилуксусный альдегид  $(CH_3)_3CCOH$  и не наблюдается образование муравьиного альдегида  $HCOH$  и ацетона  $CH_3COCH_3$ ?

**Д-17.** Установите строение соединения  $C_8H_{14}$ , которое не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении перманганатом калия в кислой среде превращается в изомасляную кислоту.

**Д-18.** Установите строение соединения  $C_5H_{10}$ , если при взаимодействии его с бромом образуется вещество, которое со спиртовым раствором едкого кали образует 2-метилбутадиен-1,3.

**Д-19.** Установите строение соединения  $C_9H_{16}$ , если при взаимодействии его с бромом образуется вещество, дающее при окислении смесь 2-бром-3-метилбутановой кислоты  $CH_3CH(CH_3)CH(Br)COOH$  и 3-бромбутанона-2  $CH_3CH(Br)COCH_3$ .

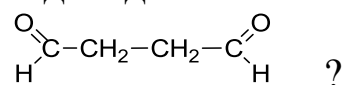
**Д-20.** Определите структурную формулу углеводорода  $C_6H_{10}$ , который взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, в условиях реакции Кучерова образует кетон, а при гидрировании получается 2,2-диметилбутан.

**Д-21.** Соединение  $C_9H_{16}$  реагирует с 2 молями бромоводорода, образуя продукт  $C_9H_{18}Br_2$ . Это же вещество  $C_9H_{16}$  с избытком перманганата калия в кислой среде дает смесь 2 молей ацетона и пропандикарбоновой кислоты. Установите указанные структуры и напишите уравнения упомянутых реакций.

**Д-22.** Соединение состава  $C_6H_{12}Br_2$  под действием  $KOH$  в спирте дает углеводород  $C_6H_{10}$ , при полимеризации которого образуется полидиметилбутадиен. Установите строение  $C_6H_{12}Br_2$  и  $C_6H_{10}$ .

**Д-23.** Определите структурную формулу углеводорода  $C_6H_{10}$ , который не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра, в условиях реакции Кучерова образует кетон, а при гидрировании получается 2,5-диметилгексан.

**Д-24.** Каково строение мономера, продукт полимеризации которого при озоноллизе образует янтарный альдегид:



**Д-25.** Установите строение соединения  $C_5H_8$ , которое с аммиачным раствором оксида меди дает осадок красного цвета, при нагревании в воде, содержащей серную кислоту и сульфат ртути, образует кетон, а при присоединении 2 молей хлороводорода образует 2,2-дихлор-3 метилбутан.



## 5. Арены

### *А. Химические свойства*

**А-1.** Сравните отношение бензола и циклогексена к действию:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )
- б)  $\text{HBr}$
- в)  $\text{H}_2$  /  $\text{Pd}$  ( $300^\circ\text{C}$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-2.** Сравните отношение бензола и гексена-1 к следующим реагентам:

- а)  $\text{HCl}$
- б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )
- в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-3.** Сравните отношение бензола и циклогексадиена-1,3 к действию:

- а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ )
- б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-4.** Сравните отношение бензола и гексана к действию:

- а)  $\text{Br}_2$ , УФ-свет
- б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )
- в)  $\text{HNO}_3$  (разб.),  $120^\circ\text{C}$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-5.** Сравните отношение бензола и гексена-1-ин-5 к действию:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )
- б)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ )
- в)  $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц.}}$  ( $\text{SO}_3$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-6.** Сравните отношение бензола и циклогексадиена-1,3 к действию:

- а)  $1\text{Br}_2$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- б)  $1\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )
- в)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-7.** Сравните отношение бензола и гексадиена-2,4 к действию:

- а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- б)  $\text{H}_2$ (изб.), Pt,  $300^\circ$
- в)  $\text{CH}_3\text{Br}$ ,  $\text{AlBr}_3$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-8.** Сравните отношение бензола и циклогексена-1 к действию:

- а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- б)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц., ( $\text{SO}_3$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-9.** Сравните отношение бензола и гексатриена-1,3,5 к действию:

- а)  $\text{HBr}$
- б)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )
- в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\text{SO}_3$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-10.** Сравните отношение бензола и гексана к действию:

- а)  $\text{HNO}_3$  конц. ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.)
- б)  $\text{Br}_2$ , УФ-свет
- в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-11.** Сравните отношение бензола и пропилена к действию:

- а)  $\text{Cl}_2$ ,  $t_{\text{комн.}}$
- б)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- в)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{FeCl}_3$ )

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-12.** Сравните отношение бензола и 2,2-диметилпропана к действию:

- а)  $\text{HBr}$
- б)  $\text{HNO}_3$  разб.
- в)  $\text{HNO}_3$  конц. ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-13.** Сравните отношение бензола и бутена-1 к действию:

а)  $\text{KMnO}_4 (\text{H}_2\text{O})$

б)  $\text{Cl}_2, t_{\text{комн.}}$

в)  $\text{Cl}_2 (\text{FeCl}_3)$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-14.** Сравните отношение бензола и циклогексена к действию:

а)  $\text{KMnO}_4 (\text{H}_2\text{O})$

б)  $\text{H}_2\text{O} (\text{H}^+)$

в)  $\text{HNO}_3\text{конц.} (\text{H}_2\text{SO}_4\text{конц.})$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-15.** Сравните отношение бензола и гексана к действию:

а)  $\text{HNO}_3(\text{разб.}), 120^\circ\text{C}$

б)  $\text{HNO}_3\text{конц.}, (\text{H}_2\text{SO}_4\text{конц.})$

в)  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{конц.}, (\text{SO}_3)$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-16.** Сравните отношение бензола и циклогексена к действию:

а)  $\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O})$

б)  $\text{HCl}$

в)  $\text{Br}_2 (\text{FeBr}_3)$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-17.** Сравните отношение бензола и гексена-1 к следующим реагентам:

а)  $\text{HBr}$

б)  $\text{Cl}_2 (\text{AlCl}_3)$

в)  $\text{KMnO}_4 (\text{H}_2\text{O}, 20^\circ\text{C})$ .

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-18.** Сравните отношение бензола и гексана к действию:

а)  $\text{HNO}_3\text{конц.} (\text{H}_2\text{SO}_4\text{конц.})$

б)  $\text{HNO}_3 (\text{разбавл.}), t, P$

в)  $\text{Br}_2 (\text{FeBr}_3)$

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-19.** Сравните отношение бензола и гексена-1 к следующим реагентам:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )
- б)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{AlCl}_3$ )
- в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-20.** Сравните отношение бензола и пропилена к действию:

- а)  $\text{Cl}_2$ ,  $t_{\text{комн.}}$
- б)  $\text{HCl}$
- в)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{FeCl}_3$ )

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-21.** Сравните отношение бензола и бутена-2 к действию:

- а)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- б)  $\text{Cl}_2$ ,  $t_{\text{комн.}}$
- в)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{FeCl}_3$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-22.** Сравните отношение бензола и 2-метилбутана к действию:

- а)  $\text{HBr}$
- б)  $\text{HNO}_3$  разб.
- в)  $\text{HNO}_3$  конц. ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-23.** Сравните отношение бензола и гексена-2 к следующим реагентам:

- а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )
- в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-24.** Сравните отношение бензола и циклогексадиена-1,3 к действию:

- а)  $1\text{Br}_2$  ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- б)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{FeCl}_3$ )
- в)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ ).

Напишите схемы протекающих реакций.

**А-25.** Сравните отношение бензола и гексена-3 к следующим реагентам:

а)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )

б)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ )

в)  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20^\circ\text{C}$ ).

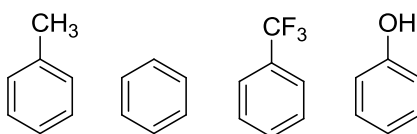
Напишите схемы протекающих реакций.

### ***Б. Структура и реакционная способность***

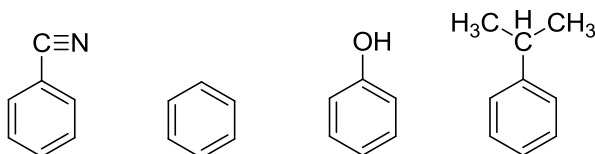
**Б-1.** Для следующих веществ напишите реакцию монобромирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензол, толуол, хлорбензол, нитробензол.

**Б-2.** Для следующих веществ напишите реакцию хлорирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензойная кислота, толуол, бензол, анилин.

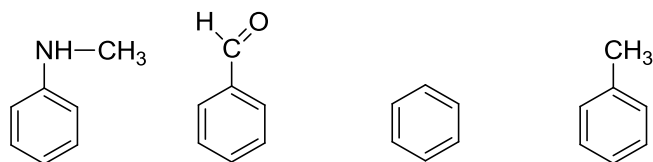
**Б-3.** Для следующих веществ напишите реакцию монохлорирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



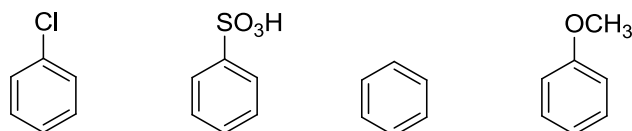
**Б-4.** Для следующих веществ напишите реакцию монобромирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



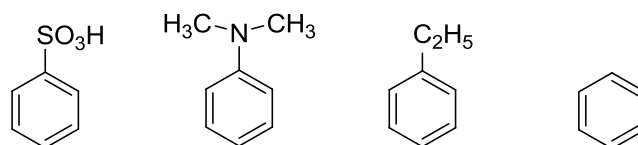
**Б-5.** Для следующих веществ напишите реакцию мононитрования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



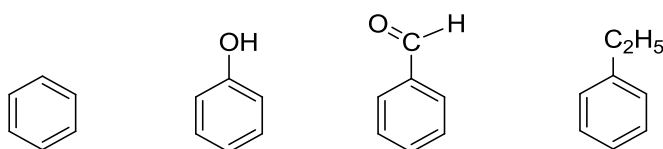
**Б-6.** Для следующих веществ напишите реакцию мононитрования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



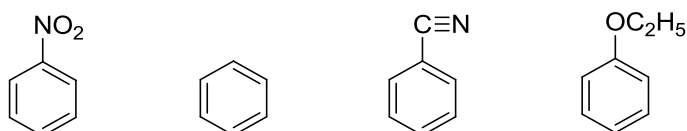
**Б-7.** Для следующих веществ напишите реакцию сульфирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



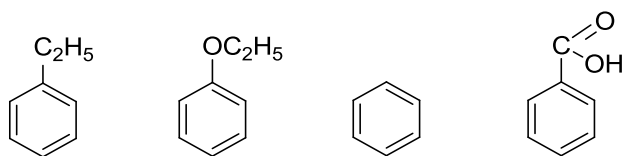
**Б-8.** Для следующих веществ напишите реакцию нитрования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



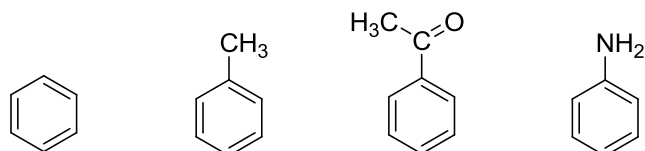
**Б-9.** Для следующих веществ напишите реакцию бромирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



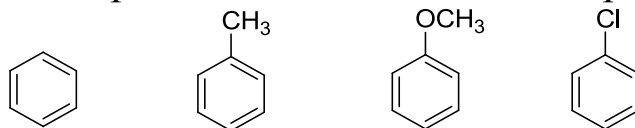
**Б-10.** Для следующих веществ напишите реакцию сульфирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



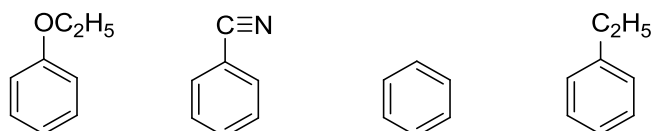
**Б-11.** Для следующих веществ напишите реакцию алкилирования (метилования) в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



**Б-12.** Для следующих веществ напишите реакцию ацилирования с  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCl}$ , отметьте реакцию с наибольшей скоростью:



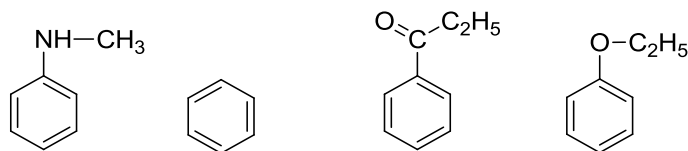
**Б-13.** Для следующих веществ напишите реакцию алкилирования с  $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$ , назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



**Б-14.** Для следующих веществ напишите реакцию сульфирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



**Б-15.** Для следующих веществ напишите реакцию ацилирования с  $\text{CH}_3\text{COCl}$ , назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



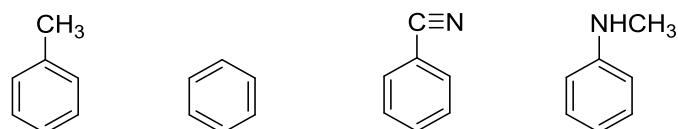
**Б-16.** Для следующих веществ напишите реакцию монохлорирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензол, толуол, хлорбензол, нитробензол.

**Б-17.** Для следующих веществ напишите реакцию монобромирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензол, этилбензол, бензолсульфокислота, нитробензол.

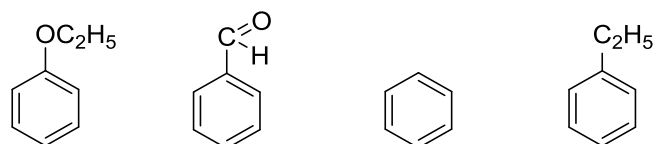
**Б-18.** Для следующих веществ напишите реакцию мононитрования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензойная кислота, кумол, бензол, нитробензол.

**Б-19.** Для следующих веществ напишите реакцию ацилирования с  $\text{CH}_3\text{COCl}$ , назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью: бензол, толуол, хлорбензол, бензойная кислота.

**Б-20.** Для следующих веществ напишите реакцию сульфирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:

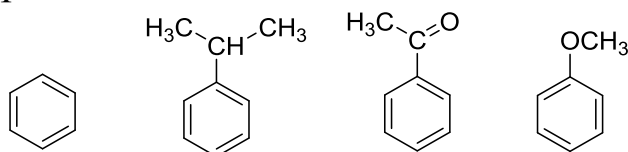


**Б-21.** Для следующих веществ напишите реакцию алкилирования с  $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$ , назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:

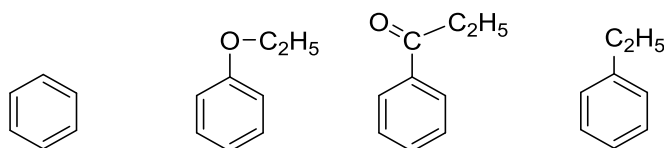




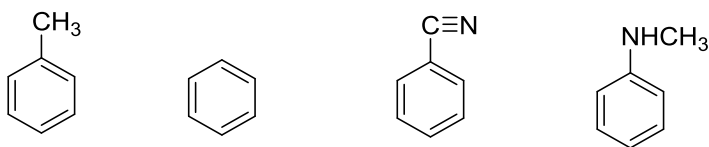
**Б-22.** Для следующих веществ напишите реакцию алкилирования (метилирования) в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



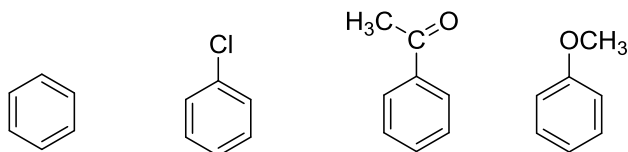
**Б-23.** Для следующих веществ напишите реакцию нитрования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:



**Б-24.** Для следующих веществ напишите реакцию ацилирования с  $\text{CH}_3\text{COCl}$ , назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:

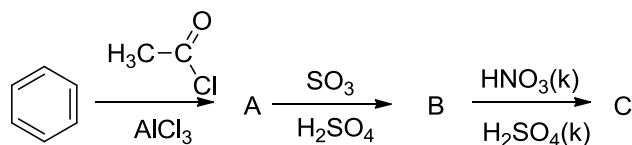


**Б-25.** Для следующих веществ напишите реакцию монобромирования в кольцо, назовите продукты, укажите реакцию с наибольшей скоростью:

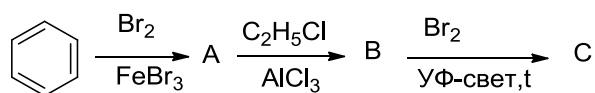


## **В. Схемы превращений**

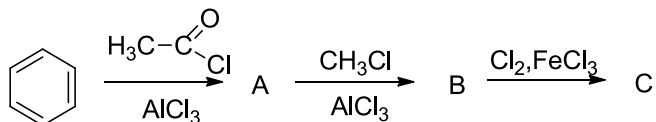
**В-1.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



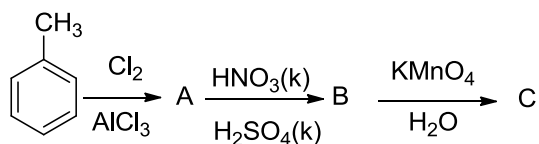
**В-2.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



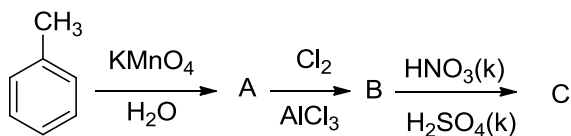
**В-3.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



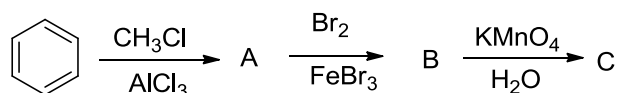
**В-4.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



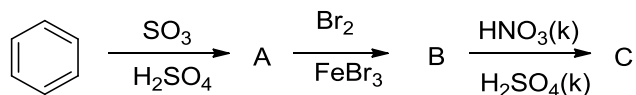
**В-5.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



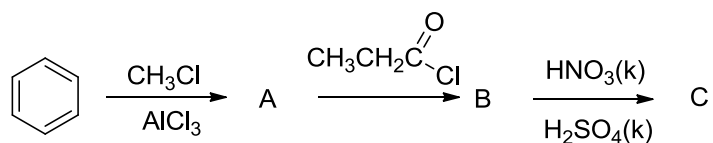
**В-6.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



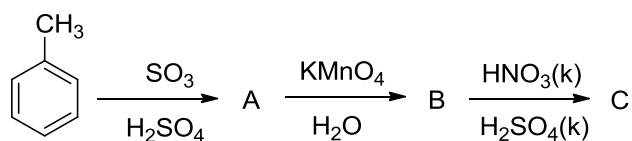
**В-7.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



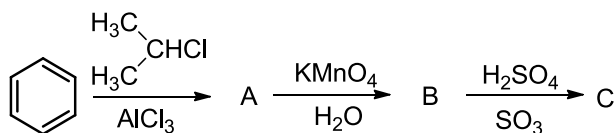
**В-8.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



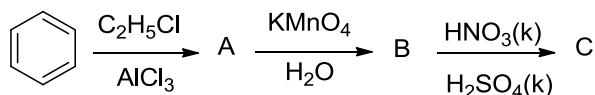
**В-9.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



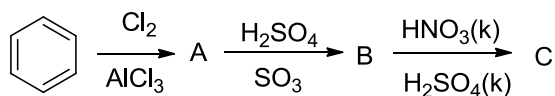
**В-10.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



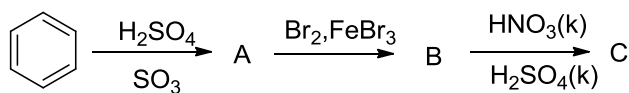
**В-11.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



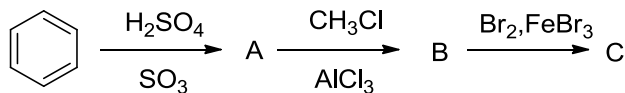
**В-12.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



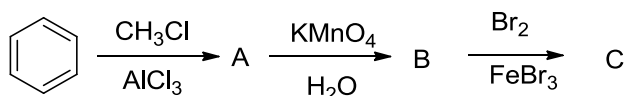
**В-13.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



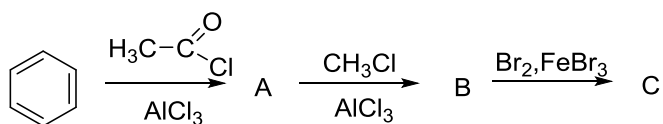
**В-14.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



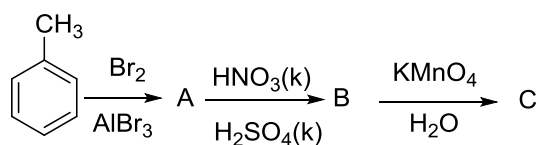
**В-15.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



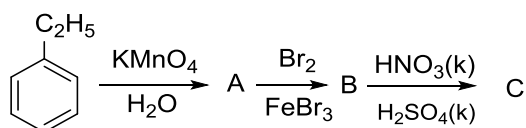
**В-16.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



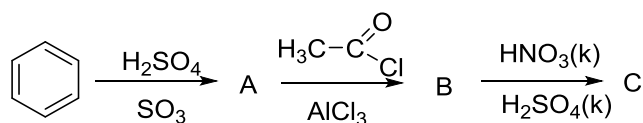
**В-17.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



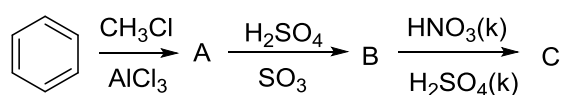
**В-18.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



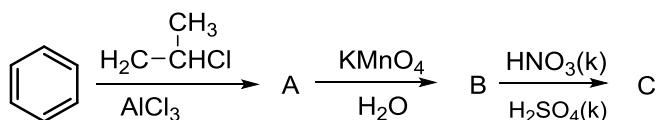
**В-19.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



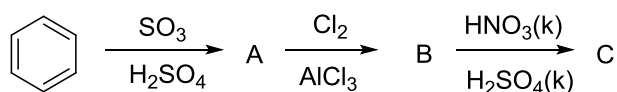
**В-20.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



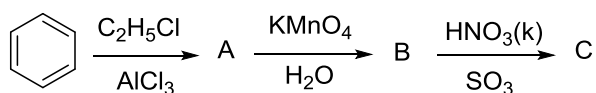
**В-21.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



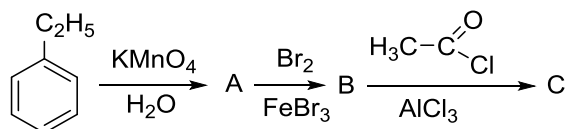
**В-22.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



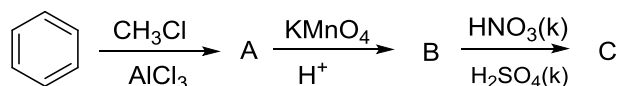
**В-23.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



**В-24.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



**В-25.** Заполните схему, назовите образующиеся продукты:



### ***Г. Установление структуры по свойствам***

**Г-1.** Какое строение имеет углеводород  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ , если при его озоноллизе образуется смесь глиоксаля и метилглиоксаля в соотношении 1:2?

**Г-2.** Какое строение имеет углеводород  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ , если при его озоноллизе образуется только метилглиоксаль?

**Г-3.** Какое строение имеет углеводород  $\text{C}_8\text{H}_6$ , обесцвечивающий бромную воду, дающий осадок с аммиачным раствором оксида серебра и окисляющийся до бензойной кислоты? [16, с.18].

**Г-4.** Какова структура углеводорода  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ , если при окислении он образует симметричную бензолтрикарбоновую кислоту?

**Г-5.** Вещество  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$  при окислении образует *n*-нитробензойную кислоту. Какова структура исходного вещества?

**Г-6.** Определите строение углеводорода  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ , который реагирует с аммиачным раствором оксида серебра и с водой в присутствии

сульфата ртути. При окислении в мягких условиях этот углеводород образует *n*-этилбензойную кислоту, а в жестких – терефталевую кислоту.

**Г-7.** Определите строение углеводорода  $C_9H_{12}$ , при монобромировании которого в присутствии катализатора образуется лишь одно соединение [15, с. 26].

**Г-8.** Определите строение углеводорода  $C_9H_8$ , который реагирует с аммиачным раствором оксида серебра и с водой в присутствии сульфата ртути. При окислении в жестких условиях углеводород образует бензолдикарбоновую кислоту с совпадающей ориентацией заместителей.

**Г-9.** Каково строение углеводорода  $C_9H_{12}$ , окисляющегося  $KMnO_4$  до бензолдикарбоновой кислоты. Последняя при нитровании образует только один изомер.

**Г-10.** Установите структурную формулу вещества  $C_7H_8SO_3$ , которое при окислении образует сульфобензойную кислоту с согласованной ориентацией заместителей [15, с. 30].

**Г-11.** Определите строение углеводорода  $C_9H_8$ , который не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, но реагирует с водой в присутствии сульфата ртути, при окислении образует бензойную кислоту.

**Г-12.** Определите возможные структурные формулы углеводорода  $C_8H_{10}$ , при монобромировании которого могут образоваться два изомерных соединения, а при окислении образуется бензолдикарбоновая кислота с несогласованной ориентацией заместителей.

**Г-13.** Углеводород  $C_9H_{12}$  при монобромировании на свету образует одно соединение, а при монобромировании в присутствии катализатора  $AlCl_3$  может образовывать два производных, причем одно из которых образуется в большем количестве. Установите строение углеводорода.

**Г-14.** Приведите две возможные структурные формулы углеводорода  $C_{10}H_{10}$ , который не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, но реагирует с водой в присутствии сульфата ртути, а при окислении образует бензойную кислоту.

**Г-15.** Определите структуру вещества  $C_9H_{10}$ , которое обесцвечивает бромную воду, при окислении в жестких условиях образует бензойную кислоту, а при окислении по Вагнеру дает 3-фенил-1,2-пропандиол.

**Г-16.** Установите структурную формулу вещества  $C_7H_8SO_3$ , которое при окислении образует сульфобензойную кислоту с несогласованной ориентацией заместителей.

**Г-17.** Каково строение углеводорода  $C_8H_{10}$ , окисляющегося  $KMnO_4$  до бензолдикарбоновой кислоты с несогласованной ориентацией заместителей и образующей при нитровании два изомера.

**Г-18.** Определите структуру вещества  $C_8H_8$ , которое обесцвечивает бромную воду, при окислении в жестких условиях образует бензойную кислоту, а при окислении по Вагнеру дает 1-фенилэтандиол-1,2.

**Г-19.** Установите структурную формулу вещества  $C_7H_7Br$ , которое при окислении образует бромбензойную кислоту с согласованной ориентацией заместителей.

**Г-20.** Определите строение углеводорода  $C_9H_8$ , который реагирует с аммиачным раствором оксида серебра и с водой в присутствии сульфата ртути. При окислении в жестких условиях углеводород образует бензолдикарбоновую кислоту с несовпадающей ориентацией заместителей.

**Г-21.** Определите структуру вещества  $C_9H_{10}$ , которое обесцвечивает бромную воду, а при окислении в жестких условиях образует фталевую кислоту.

**Г-22.** Определите строение углеводорода  $C_9H_8$ , который не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, но реагирует с водой

в присутствии сульфата ртути, в жестких условиях при окислении образует бензолдикарбоновую кислоту с согласованной ориентацией заместителей.

**Г-23.** Определите возможные структурные формулы углеводорода  $C_8H_{10}$ , при мононитровании которого могут образоваться два изомерных соединения, а при окислении образуется бензолдикарбоновая кислота с несогласованной ориентацией заместителей.

**Г-24.** Вещество  $C_8H_7NO_2$  обесцвечивает бромную воду, а при окислении образует *м*-нитробензойную кислоту. Какова структура исходного вещества?

**Г-25.** Определите строение углеводорода  $C_9H_{12}$ , при мононитровании которого нитрующей смесью образуется лишь одно соединение.

## 6. Спирты и фенолы

### *А. Номенклатура и изомерия*

**А-1.** Напишите структурные формулы всех изомерных спиртов состава  $C_4H_{10}O$ . Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-2.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_7H_8O_2$ .

**А-3.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) пентанол-2,
- б) 2-метилбутанол-1,
- в) 2,2-диметилпропанол-1,
- г) 2-метилбутанол-2.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-4.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_8H_{10}O_2$ , имеющие в бензольном кольце один алкильный заместитель.



**А-5.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) пентанол-1,
- б) 2-метилпентанол-3,
- в) 2,4-диметилгептанол-1,
- г) 3-метилпентанол-3.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-6.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные бромфенолы.

**А-7.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные дихлорфенолы.

**А-8.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) 3-этилпентанол-2,
- б) 3-этилпентанол-1,
- в) 2-метил-2-этилбутанол-1,
- г) 3-этилпентанол-3.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-9.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_6H_6O_2$ .

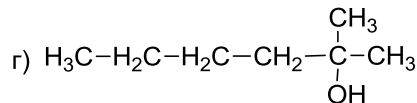
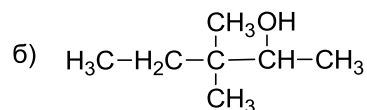
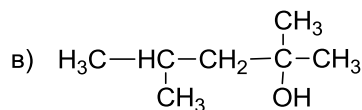
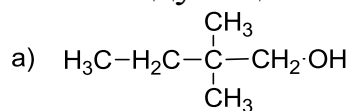
**А-10.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_7H_8O$ .

**А-11.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные аминфенолы.

**А-12.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные сульфифенолы.

**А-13.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные хлорфенолы.

**А-14.** Назовите следующие соединения:



Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-15.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные иодфенолы.

**А-16.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$ .

**А-17.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) гексанол-2,
- б) 2-метилпентанол-1,
- в) 2,2-диметилбутанол-1,
- г) 2-метилпентанол-2.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-18.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ , имеющие в бензольном кольце один алкильный заместитель.

**А-19.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) гексанол-3,
- б) 3-метилпентанол-3,
- в) 3,3-диметилбутанол-1,
- г) 3-метилпентанол-1.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-20.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные нитрофенолы.

**А-21.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) гептанол-2,
- б) 2,3,3-триметилбутанол-1,
- в) 2,3-диметилбутанол-2,
- г) 2,2,3-триметилпентанол-3.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-22.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_8H_{10}O_2$ , имеющие в бензольном кольце два алкильных заместителя.

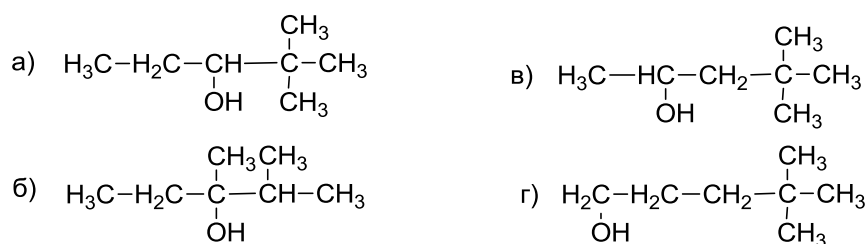
**А-23.** Напишите структурные формулы соединений:

- а) гептанол-1,
- б) 3-метилгексанол-3,
- в) 3,3,4-триметилпентанол-1,
- г) 2,2,4-триметилпентанол-3.

Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

**А-24.** Напишите структурные формулы и назовите все изомерные фенолы состава  $C_6H_5BrO_2$ .

**А-25.** Назовите следующие соединения:

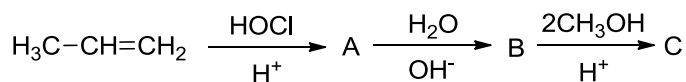


Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Укажите, в молекуле каких спиртов есть хиральный центр.

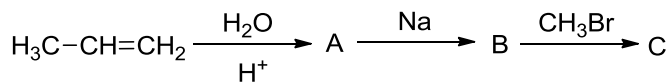
## **Б. Способы получения и химические свойства**

Заполните схемы, назовите промежуточные и конечные вещества:

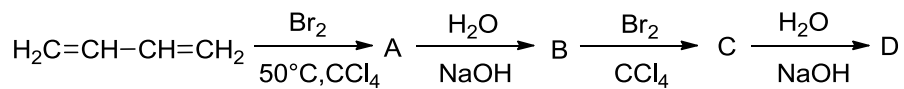
**Б-1.**



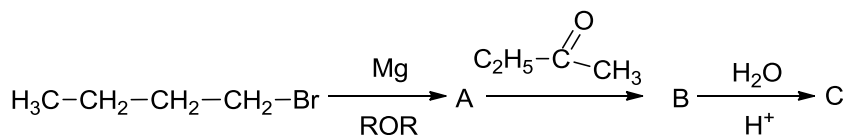
**Б-2.**



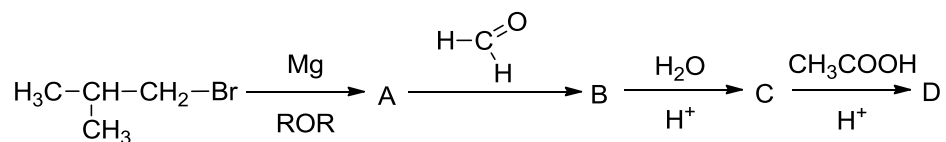
**Б-3.**



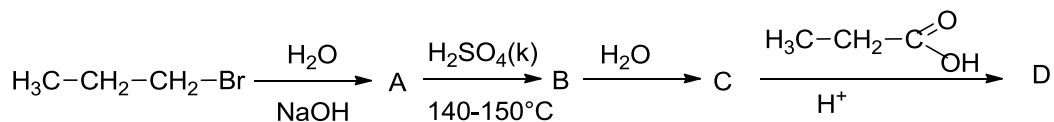
**Б-4.**



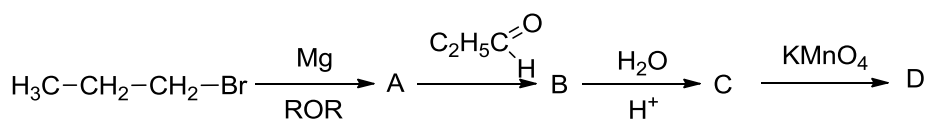
**Б-5.**



**Б-6.**



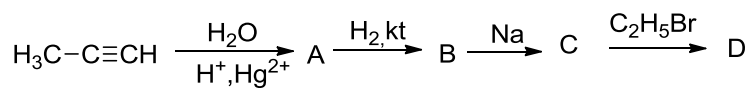
**Б-7.**



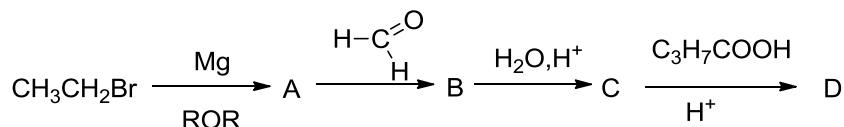
**Б-8.**



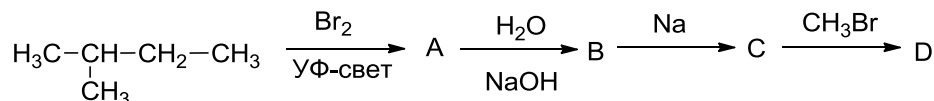
**Б-9.**



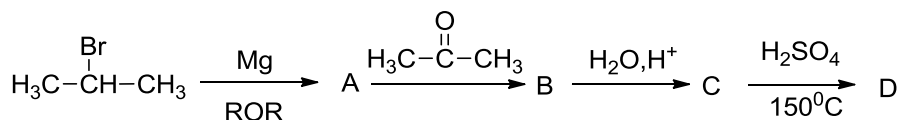
**Б-10.**



**Б-11.**



**Б-12.**



**Б-13.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и этиленгликоль.

**Б-14.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и глицерин.

**Б-15.** Приведите химические реакции, позволяющие различить *m*-нитрофенол и *m*-нитротолуол.

**Б-16.** Приведите химические реакции, позволяющие различить *m*-бромфенол и *m*-бромметоксибензол.

**Б-17.** Приведите химические реакции, позволяющие различить *n*-крезол и бензиловый спирт.

**Б-18.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и *o*-ксилол.

**Б-19.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и бромбензол.

**Б-20.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и толуол.

**Б-21.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и *n*-ксилол.

**Б-22.** Приведите химические реакции, позволяющие различить *n*-ацетилфенол и уксусную кислоту.

**Б-23.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и бензойную кислоту.

**Б-24.** Приведите химические реакции, позволяющие различить фенол и сульфобензол.

**Б-25.** Приведите химические реакции, позволяющие различить *m*-хлорфенол и *m*-хлортолуол.

### ***В. Структура и реакционная способность***

В каждом ряду расположите соединения в порядке возрастания их кислотности и объясните:

**В-1.** *o*-Крезол, *n*-бромфенол, *n*-нитрофенол, фенол

**В-2.** 1-Пропанол; 2-пропанол; 2-метил-2-пропанол

**В-3.** *m*-Хлорфенол, *m*-крезол, *m*-сульфофенол, фенол

**В-4.** Метанол; этанол; пропанол-2; пропанол-1

**В-5.** Фенол, *n*-нитрофенол, *m*-нитрофенол, 2,4-динитрофенол, 2,4,6-тринитрофенол

**В-6.** Этанол; 2-хлорэтанол-1; 2,2-дихлорэтанол; 2,2,2-трихлорэтанол-1

**В-7.** *m*-Нитрофенол, фенол, *n*-крезол, *o*-хлорфенол

**В-8.** *n*-Хлорфенол, *m*-крезол, фенол, *o*-нитрофенол

**В-9.** *o*-Бромфенол, *n*-нитрофенол, *o*-крезол, фенол

**В-10.** Фенол, резорцин, флороглюцин

**В-11.** *n*-Крезол, *o*-сульфофенол, фенол, *o*-нитрофенол

**В-12.** Фенол, *m*-бромфенол, *o*-крезол, *n*-нитрофенол

**В-13.** Фенол; *o*-метоксифенол; 2,4-динитрофенол; *o*-бромфенол

**В-14.** *n*-Сульфофенол, *n*-бромфенол, фенол, *m*-крезол

**В-15.** Фенол, *n*-нитрофенол, *n*-крезол, *m*-хлорфенол

**В-16.** Фенол, *n*-нитрофенол, *m*-крезол, 3,4-динитрофенол

**В-17.** Этанол; 1,2-этандиол; 1,2,3-пропантриол

**В-18.** Фенол; *n*-хлорфенол; 2,4-дихлорфенол; 2,4,6-трихлорфенол

**В-19.** Бутанол-1; бутанол-2; 2-метилпропанол-2

**В-20.** *o*-Крезол, *n*-метоксифенол, *m*-хлорфенол, фенол

**В-21.** Приведите химические реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения:

- а) 1- и 2-бутанолы;
- б) глицерин и 1-пропанол.

**В-22.** Приведите химические реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения:

- а) изобутиловый и трет-бутиловый спирты;
- б) этанол и этиленгликоль.

**В-23.** Приведите химические реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения:

- а) пропиловый и аллиловый спирты;
- б) бутандиол-1,2 и бутандиол-1,4.

**В-24.** Приведите химические реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения:

- а) пропиловый и пропаргиловый спирты;  
 б) 1,2-пропандиол и 1,3-пропандиол.

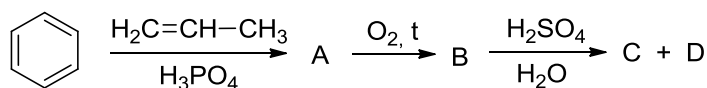
**В-25.** Приведите химические реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения:

- а) аллиловый и пропаргиловый спирты;  
 б) бромистый этил и бромистый винил.

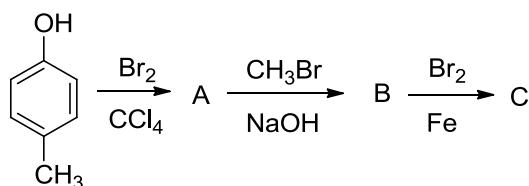
### Г. Химические свойства

Осуществить следующие превращения, назвать образующиеся продукты:

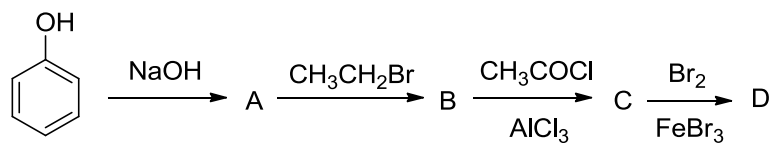
#### Г-1



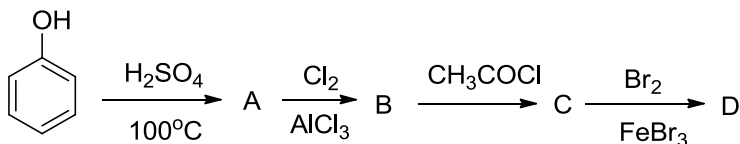
#### Г-2



#### Г-3

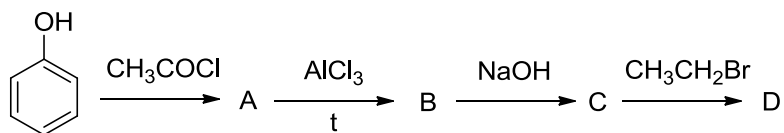


#### Г-4

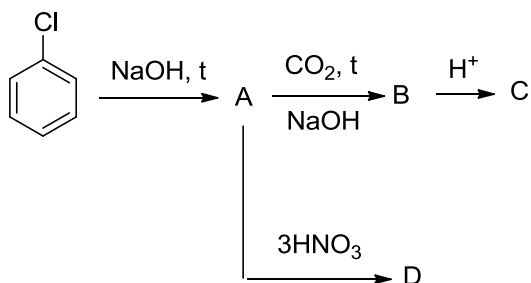




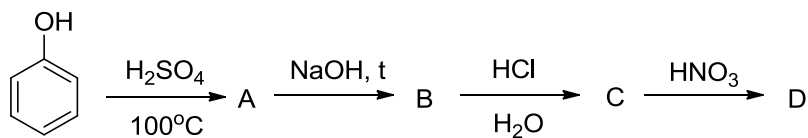
### Г-5



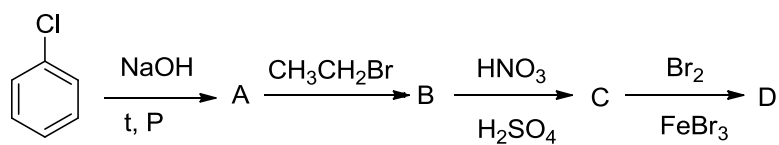
### Г-6



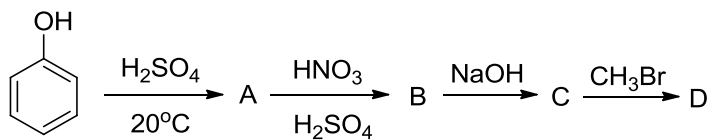
### Г-7



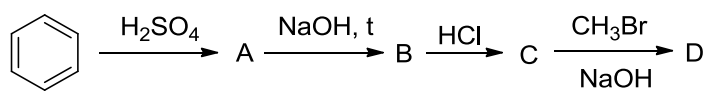
### Г-8



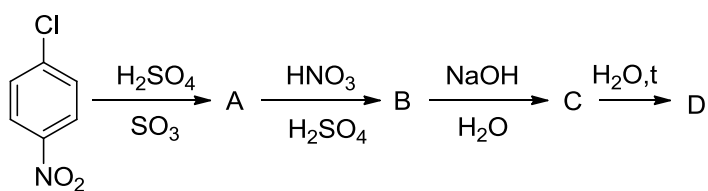
### Г-9



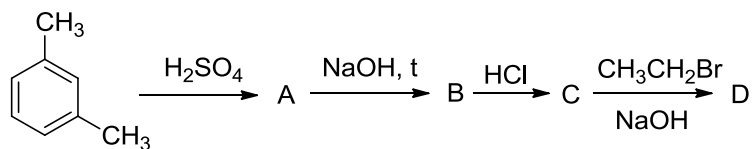
### Г-10



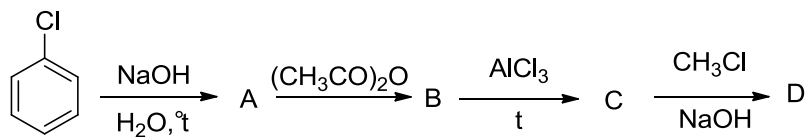
### Г-11



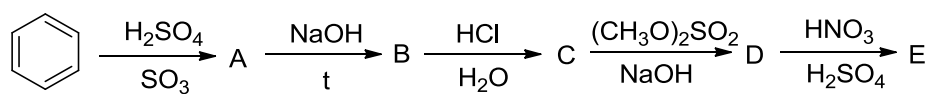
### Г-12



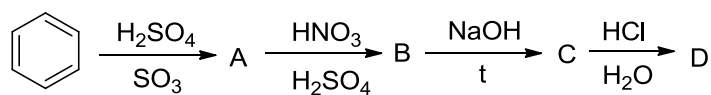
### Г-13



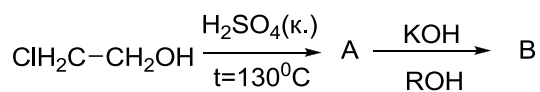
### Г-14



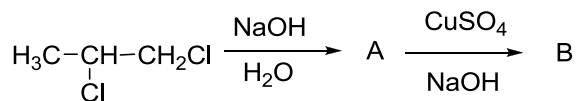
### Г-15



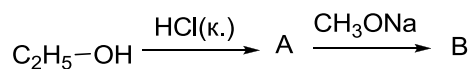
### Г-16



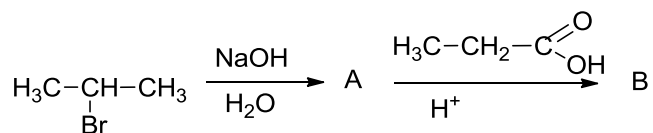
### Г-17



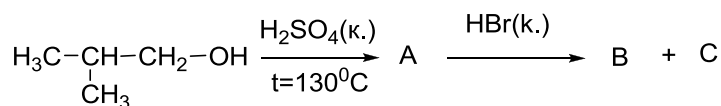
### Г-18



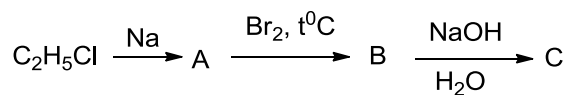
### Г-19



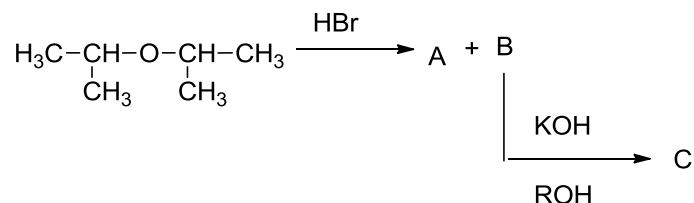
### Г-20



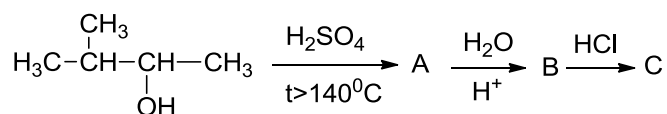
**Г-21**



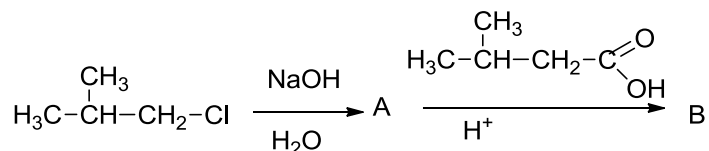
**Г-22**



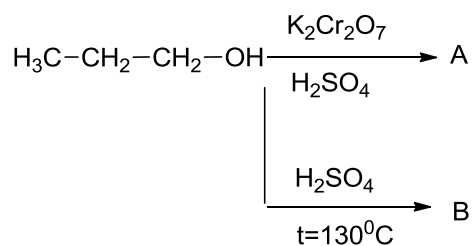
**Г-23**



**Г-24**



**Г-25**



#### *Д. Установление структуры по свойствам*

**Д-1.** Установите строение вещества  $C_7H_{16}O$ , не реагирующего с металлическим натрием при обычной температуре. При нагревании с HI оно образует этиловый спирт и соединение  $C_5H_{11}I$ , которое после обработки влажной окисью серебра превращается в изоамиловый спирт.

Д-2. Установите строение соединения  $C_5H_{12}O_2$ , которое при действии  $PCl_5$  образует дигалогенопроизводное, при взаимодействии с натрием выделяет водород, а с уксусной кислотой дает сложные эфиры. При жестком окислении  $C_5H_{12}O_2$  образуется ацетон и уксусная кислота.

Д-3. Напишите структурную формулу вещества  $C_4H_8O$ , если известно, что оно обесцвечивает бромную воду, реагирует с натрием с выделением водорода, а при осторожном окислении образует винилуксусный альдегид.

Д-4. Установите структуру соединения  $C_5H_{12}O$ , если оно реагирует с реактивом Гриньяра с образованием алкана, при окислении вначале образуется кетон состава  $C_5H_{10}O$ , а при дальнейшем окислении - ацетон и уксусная кислота.

Д-5. Напишите структурную формулу вещества  $C_5H_{12}O$ , если известно, что оно реагирует с натрием с выделением водорода, при окислении дает кетон  $C_5H_{10}O$ , а при дегидратации образует 2-метилбутен-2. [16, с. 57]

Д-6. Вещество  $C_5H_{12}O$  при нагревании с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты дает соединение  $C_7H_{17}O_2$ . При окислении  $C_5H_{12}O$  образуется вещество  $C_5H_{10}O$ , дальнейшее окисление которого приводит к смеси уксусной и пропионовой кислот. Определите строение вещества  $C_5H_{12}O$  и напишите все перечисленные реакции.

Д-7. Установите строение вещества  $C_5H_{12}O$ , которое при взаимодействии с метилмагнийбромидом выделяет метан, а при мягком окислении образует альдегид, обладающий оптической активностью.

Д-8. Установите строение вещества  $C_4H_{10}O$ , если известно, что оно не реагирует при комнатной температуре с металлическим натрием, а при нагревании с  $HI$  дает смесь, содержащую йодистый метил и йодистый пропил (наряду с другими веществами).

**Д-9.** Установите строение вещества  $C_7H_{16}O$ , не реагирующего с натрием при обычной температуре. При нагревании с HI это вещество дает смесь соединений, в которой присутствуют  $C_2H_5I$  и  $C_5H_{11}I$ . После обработки влажным оксидом серебра  $C_2H_{11}I$  превращается в изоамиловый спирт.

**Д-10.** Напишите формулу вещества  $C_4H_{10}O_2$ , если оно реагирует с натрием, выделяя водород. Продукт дегидратации вещества  $C_4H_{10}O_2$  при озоноллизе образует смесь гликоля и формальдегида.

**Д-11.** Напишите формулу вещества  $C_5H_{10}O$ , если известно, что оно обесцвечивает бромную воду, реагирует с натрием с выделением водорода, а при осторожном окислении образует 3-метил-3-бутеналь.

**Д-12.** Вещество  $C_5H_{12}O$  при окислении образует кетон, а при дегидратации алкен –  $C_5H_{10}$ . Жесткое окисление алкена приводит к образованию ацетона и уксусной кислоты. Установите строение соединения  $C_5H_{12}O$ .

**Д-13.** Два спирта (I и II) при действии  $PBr_3$  образуют изомерные бромпроизводные, которые при нагревании со спиртовым раствором щелочи дают один и тот же алкен - 2-метил-2-бутен. Напишите структурные формулы спиртов I и II [6, с.58].

**Д-14.** Оптически активный спирт  $C_5H_{12}O$  при дегидратации превращается в соединение, озонлиз которого дает ацетон и уксусный альдегид. Установите строение исходного спирта.

**Д-15.** Установите строение вещества  $C_4H_{10}O$ , которое при нагревании с серной кислотой дает углеводород  $C_4H_8$ . Последний при озонировании и дальнейшем разложении озонида водой образует уксусный альдегид.

**Д-16.** Установите строение соединения  $C_8H_{10}O$ , которое дает цветную реакцию с  $FeCl_3$ , взаимодействует с хлористым метилом в щелочной среде. При окислении продукта метилирования образуется *n*-метоксибензойная кислота [6, с. 172].

**Д-17.** Установите строение вещества  $C_8H_8O_2$ , обладающего следующими свойствами: а) не дает окрашивания с  $FeCl_3$ , б) при нагревании с  $AlCl_3$  превращается в смесь двух веществ того же состава ( $C_8H_8O_2$ ), дающих окрашивание с  $FeCl_3$ . [6, с. 173]

**Д-18.** Напишите структурную формулу вещества  $C_6H_5SO_3Cl$ , которое при сплавлении со щелочью и последующем подкислении образует соединение  $C_6H_6O_2$ , дающее фиолетовое окрашивание с  $FeCl_3$ .

**Д-19.** Установите возможную структурную формулу соединения  $C_9H_{12}O$ , которое дает соли со щелочами. Продукт метилирования этого соединения хлористым метилом в щелочной среде при окислении образует *m*-метоксибензойную кислоту.

**Д-20.** Напишите структурную формулу вещества  $C_9H_{10}O$ , которое обесцвечивает бромную воду, дает окрашивание с  $FeCl_3$ , при окислении образует *n*-гидроксibenзойную кислоту.

**Д-21.** Гваякол получают в промышленных условиях из древесного дегтя и применяют для изготовления медицинских препаратов. Гваякол является изомерным метоксифенолом, образующим водородные связи даже в очень разбавленных растворах. Установите структурную формулу гваякола.

**Д-22.** Анетол, содержащийся в анисовом масле, имеет состав  $C_{10}H_{12}O$  и является производным метоксифенола, имеющим алкильный заместитель. Анетол не дает качественную реакцию с  $FeCl_3$ , обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия. Напишите структурную формулу анетола.

**Д-23.** Напишите структурную формулу вещества  $C_6H_6SO_4$ , которое с  $FeCl_3$  дает окрашенный комплекс, а при сплавлении со щелочью превращается в продукт  $C_6H_6O_2$ . При окислении последнего получается *n*-бензохинон.

**Д-24.** Напишите структурную формулу вещества  $C_7H_8O_2$ , которое обладает следующими свойствами:

а) образует соли со щелочами,

- б) при нагревании с уксусным ангидридом превращается в вещество  $C_{11}H_{12}O_4$ ,
- в) реагирует при нагревании с  $HBr$  с образованием вещества  $C_7H_7OBr$ ,
- г) является *o*-изомером.

**Д-25.** Напишите структурную формулу вещества  $C_7H_6NO_3Cl$ , которое после нагревания с водным раствором щелочи и дальнейшего подкисления превращается в соединение  $C_7H_7NO_4$ . Вещество  $C_7H_7NO_4$  легко перегоняется с водяным паром.

**Д-26.** Напишите структурную формулу соединения  $C_6H_6SO_4$ , которое при действии водного раствора щелочи образует вещество  $C_6H_4SO_4Na_2$ . При сплавлении последнего со щелочью и последующем подкислении получается резорцин [15, с. 44].

**Д-27.** Установите строение соединения  $C_8H_{10}O$ , которое дает цветную реакцию с  $FeCl_3$ , взаимодействует с хлористым этилом в щелочной среде. При окислении продукта этилирования образуется *n*-этоксibenзойная кислота.

**Д-28.** Соединение  $A(C_7H_8O)$  не растворимо в воде, разбавленной соляной кислоте и водном растворе карбоната натрия, но растворяется в разбавленном  $NaOH$ . При обработке соединения  $A$  бромной водой оно быстро превращается в вещество состава  $C_7H_5OBr_3$ . Какова структура соединения  $A$ ?

**Д-29.** Установите строение соединения  $C_8H_8O_3$ , которое реагирует с карбонатом натрия с выделением  $CO_2$ , а при нагревании с концентрированной  $HBr$  образует фенол и бромуксусную кислоту.

**Д-30.** Напишите структурную формулу соединения  $C_8H_{10}O$ , которое не дает окрашивания с  $FeCl_3$ , не растворяется в водном растворе щелочи. При нагревании с концентрированным раствором  $HBr$  образует  $C_6H_6O$ , которое дает цветную реакцию с  $FeCl_3$ , и  $C_2H_5Br$ .

## 7. Альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты

### ***А. Номенклатура и изомерия***

Напишите структурные формулы следующих соединений, назовите по другой номенклатуре:

- А-1.** а) *n*-толуиловый альдегид  
б) *n*-гидроксibenзальдегид  
в) фенилуксусная кислота
- А-2.** а) фенил-*n*-толилкетон  
б) терефталевый альдегид  
в) изофталевая кислота
- А-3.** а) 3-нитро-4-метилбензофенон  
б) 4-формилбензолсульфоkислота  
в) терефталевая кислота
- А-4.** а) *n*-аллилбензальдегид  
б) 2-хлор-4-метилбензофенон  
в) фталевая кислота
- А-5.** а) *m*-нитробензальдегид  
б) салициловый альдегид  
в) *n*-толуиловая кислота
- А-6.** а) 4-окси-3-метоксибензальдегид  
б) ди-*m*-толилкетон  
в) салициловая кислота
- А-7.** а) *m*-толуиловый альдегид  
б) винилфенилкетон  
в) анисовая (*n*-метоксибензойная) кислота
- А-8.** а) 2-метил-2-фенилбутаналь  
б) 2,2-дифенилпропаналь  
в)  $\gamma$ -хлормасляная кислота

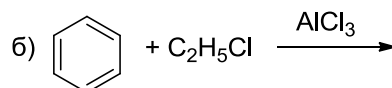
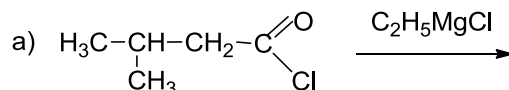


- A-9.** а) фталевый альдегид  
б) 2-фенил-3-пентанон  
в) *o*-толуиловая кислота
- A-10.** а) коричный альдегид  
б) *n*-бромбензальдегид  
в) изовалериановая кислота
- A-11.** а) *n*-метоксибензальдегид  
б) фенилуксусный альдегид  
в) адипиновая кислота
- A-12.** а) анисовый альдегид  
б) 2-фенилпропаналь  
в)  $\alpha,\beta$ -дихлоркапроновая кислота
- A-13.** а) 2-метил-4-сульфобензофенон  
б) этилбензилкетон  
в) *o*-хлорбензойная кислота
- A-14.** а) *n*-хлорацетофенон  
б) *m*-аллилбензальдегид  
в) трифторуксусная кислота
- A-15.** а) 2-бром-4-сульфобензальдегид  
б) ванилин (3-метокси-4-гидроксибензальдегид)  
в) *n*-нитрокоричная кислота
- A-16.** а) пропионовая кислота  
б) акриловая кислота  
в) метилбензилкетон
- A-17.** а) малоновая кислота  
б)  $\alpha$ -метилакриловая кислота  
в) *n*-бутирофенон
- A-18.** а) щавелевая кислота  
б) масляная кислота  
в) *o*-хлорбензальдегид

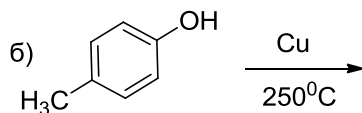
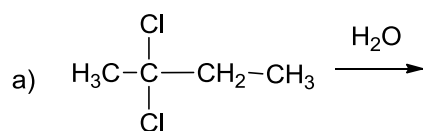
- A-19.** а) метилмалоновая кислота  
 б) винилуксусная кислота  
 в) ацетофенон
- A-20.** а)  $\alpha$ -метилмасляная кислота  
 б) кротоновая кислота  
 в) пропилфенилкетон
- A-21.** а) валериановая кислота  
 б) метиянтарная кислота  
 в) аллилфенилкетон
- A-22.** а)  $\alpha,\beta$ -диметилвалериановая кислота  
 б) янтарная кислота  
 в) *o*-бромацетофенон
- A-23.** а) изомасляная кислота  
 б) диметилмалоновая кислота  
 в) 2,4-динитроацетофенон
- A-24.** а) триметилуксусная кислота  
 б) глутаровая кислота  
 в) *втор*-бутилфенилкетон
- A-25.** а)  $\alpha$ -бромпропионовая кислота  
 б) пробковая кислота  
 в) *n*-бутилфенилкетон

## **Б. Способы получения**

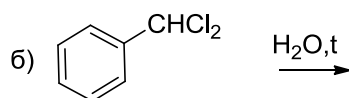
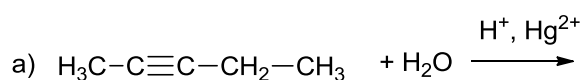
**Б-1.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



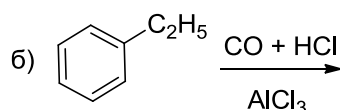
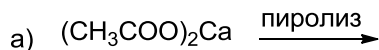
**Б-2.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



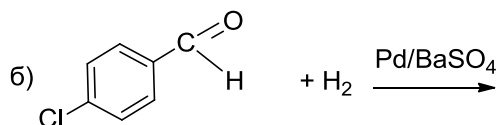
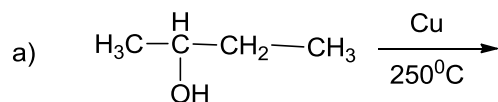
**Б-3.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



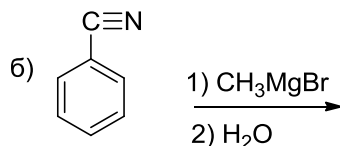
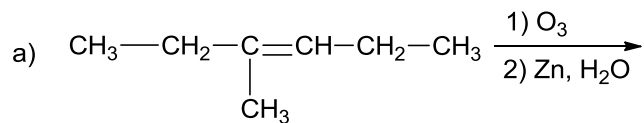
**Б-4.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



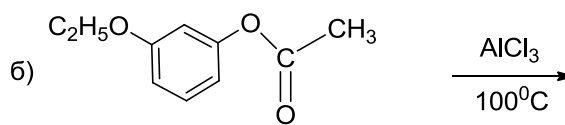
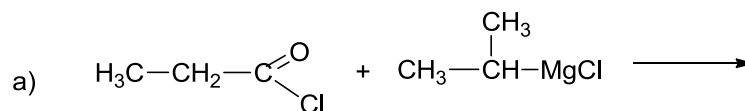
**Б-5.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



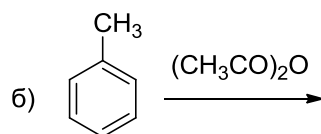
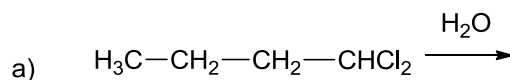
**Б-6.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



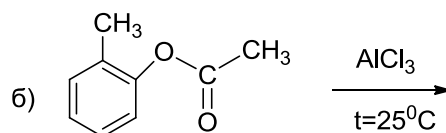
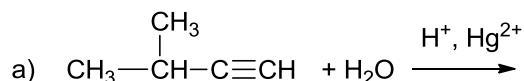
**Б-7.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



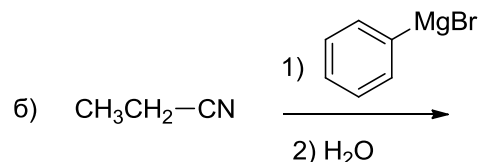
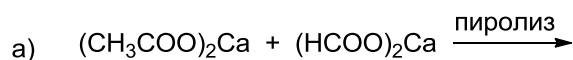
**Б-8.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



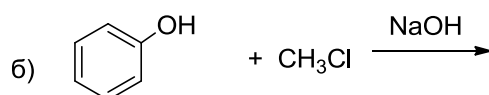
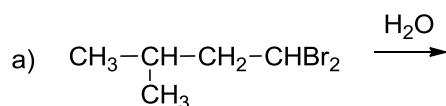
**Б-9.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



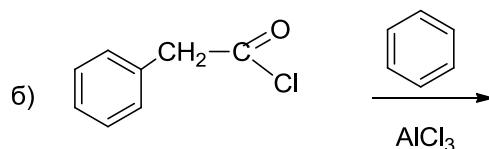
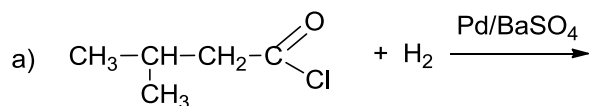
**Б-10.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



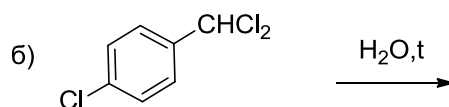
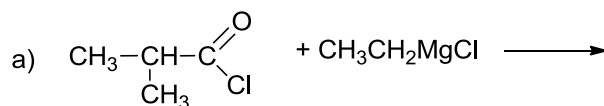
**Б-11.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



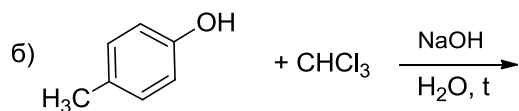
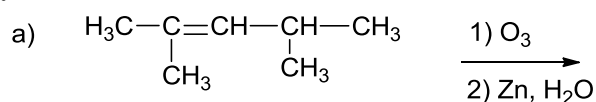
**Б-12.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



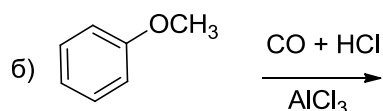
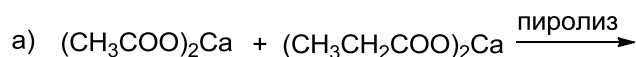
**Б-13.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



**Б-14.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



**Б-15.** Назовите карбонильные соединения, являющиеся продуктами следующих реакций:



Приведите схемы получения и назовите кислоты, которые могут быть получены при окислении следующих веществ:

- Б-16.** а) *m*-нитробензальдегид  
б) 2-метилпропанол-1

- Б-17.** а) *n*-нитроэтилбензол  
б) 3-метилбутанол-1

- Б-18.** а) *n*-хлортолуол  
б) 2,2-диметилпропанол-1

- Б-19.** а) *n*-ксилол  
б) 2-метилгексанол-1

- Б-20.** а) нафталин  
б) 2-хлорпропанол-1

Предложите схемы получения:

- Б-21.** а) всех изомерных нитробензойных кислот из толуола;  
б) масляной кислоты из хлористого пропила.

- Б-22.** а) всех изомерных хлорбензойных кислот из бензола;  
б) масляной кислоты из этилового спирта
- Б-23.** а) коричной кислоты из бензальдегида;  
б) пропионовой кислоты из этилена.

Приведите схемы реакций и назовите вещества, получающиеся при гидролизе следующих соединений:

- Б-24.** а) ацетонитрил  
б) изобутилацетат
- Б-25.** а) бензотрихлорид  
б) пропионитрил

### ***В. Химические свойства***

**В-1.** Напишите схемы реакций пропионового альдегида и ацетофенона со следующими веществами:

- а) конц. NaOH  
б)  $\text{CH}_3\text{MgI}$ , затем  $\text{H}_2\text{O}$

**В-2.** Напишите схемы реакций бензальдегида и 2,2-диметилбутанала со следующими веществами:

- а) реактив Толленса  
б) конц. NaOH

**В-3.** Напишите схемы реакций бензальдегида и ацетона со следующими веществами:

- а)  $\text{NaHSO}_3$   
б)  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}^+$ , нагревание

**В-4.** Напишите схемы реакций бензальдегида и метилэтилкетона со следующими веществами:

- а)  $\text{HCN}$  (NaOH)  
б) гидразин ( $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ )

**В-5.** Напишите схемы реакций пропионового альдегида и ацетона со следующими веществами:

- а)  $\text{LiAlH}_4$
- б) гидроксилламин

**В-6.** Напишите схемы реакций 3-метилбутанала и этилфенилкетона со следующими веществами:

- а)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}^+$
- б) фенилгидразин  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$

**В-7.** Напишите схемы реакций бутанона-2 и *n*-толуилового альдегида со следующими веществами:

- а) метиламин
- б)  $\text{HCN}$  ( $\text{NaOH}$ )

**В-8.** Напишите реакции кротонового и коричного альдегидов со следующими веществами:

- а)  $\text{Br}_2$  ( $\text{CCl}_4$ )
- б)  $\text{NH}_2\text{OH}$

**В-9.** Напишите реакции акролеина и коричного альдегида со следующими веществами:

- а)  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$
- б)  $\text{HBr}$

**В-10.** Напишите реакции 2-метилбутанала и ацетона со следующими веществами:

- а)  $\text{H}_2$  ( $\text{Ni}$ )
- б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$

**В-11.** Напишите реакции пропаналя и пропилфенилкетона со следующими веществами:

- а)  $\text{Zn-Hg}$ ,  $\text{HCl}$  (конц.)
- б)  $\text{NH}_2\text{OH}$

**В-12.** Напишите реакции этилпропилкетона и *n*-бромбензальдегида со следующими веществами:

- а) фенилгидразин  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$
- б)  $\text{PCl}_5$



**В-13.** Напишите реакции гексанона-2 и *n*-хлорацетофенона со следующими веществами:

- а)  $I_2$ , (NaOH)
- б)  $NaHSO_3$

**В-14.** Напишите реакции кротонового альдегида и коричневого альдегида со следующими веществами:

- а)  $HCl$
- б)  $C_2H_5MgI$ , затем  $H_2O$

**В-15.** Напишите реакции пентанона-2 и *n*-бромацетофенона со следующими веществами:

- а)  $Br_2$ , (NaOH)
- б)  $Zn-Hg$ ,  $HCl$ (конц.)

Расположите следующие соединения в порядке уменьшения кислотности:

**В-16.** Уксусная, хлоруксусная, бромуксусная, иодуксусная кислоты.

**В-17.** *n*-Хлорбензойная, *n*-нитробензойная, *n*-метоксибензойная, бензойная кислоты.

**В-18.** Пропановая, метановая, 2-оксипропановая, 2,2-дихлорпропановая кислоты.

**В-19.** *n*-Толуиловая, *m*-нитробензойная, салициловая, бензойная кислоты.

**В-20.** Уксусная, муравьиная, трифторуксусная, хлоруксусная кислоты.

**В-21.** *o*-Нитробензойная, *m*-нитробензойная, *n*-нитробензойная, бензойная кислоты.

**В-22.** Бутановая, 4-хлорбутановая, 3-хлорбутановая, 2-хлорбутановая кислоты.

**В-23.** Уксусная, бензойная, муравьиная, угольная кислоты.

**В-24.** Уксусная кислота, вода, этанол, угольная кислота.

**В-25.** Бензойная кислота, вода, угольная кислота, фенол.

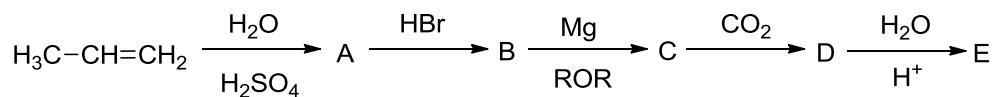
### ***Г. Схемы превращений***

Заполните схемы превращений:

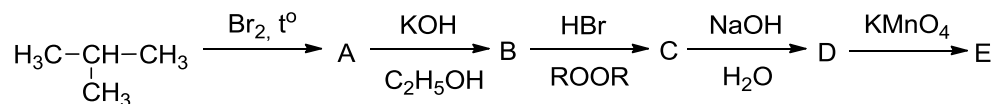
**Г-1**



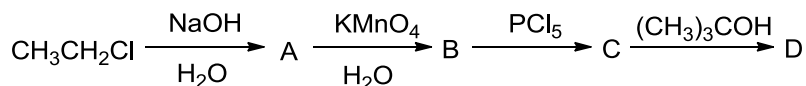
**Г-2**



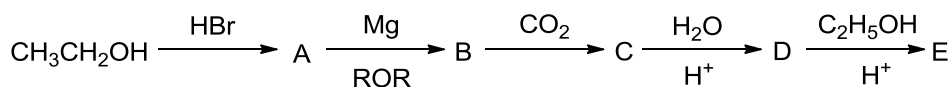
**Г-3**



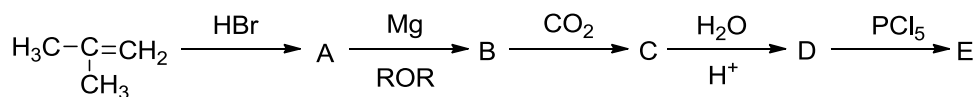
**Г-4**



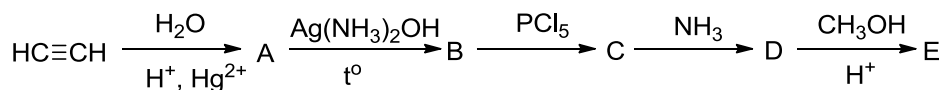
**Г-5**



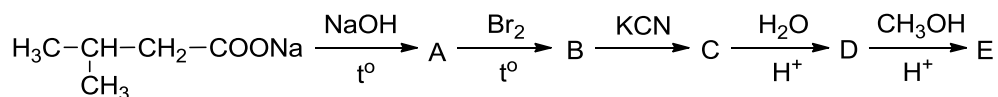
**Г-6**



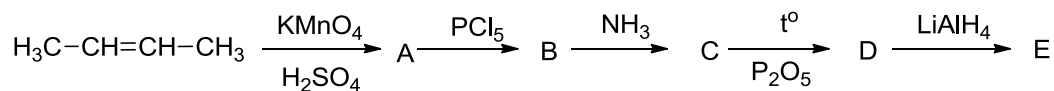
**Г-7**



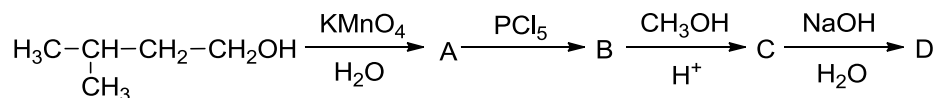
**Г-8**



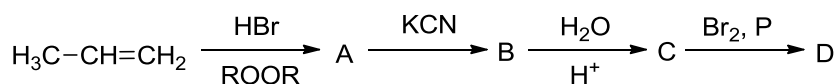
**Г-9**



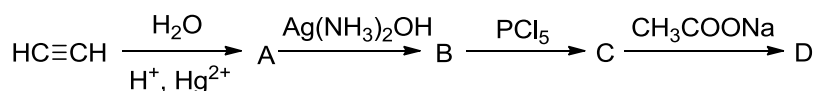
**Г-10**



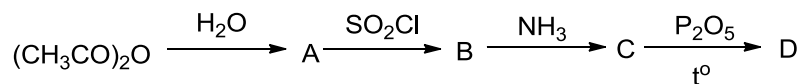
**Г-11**



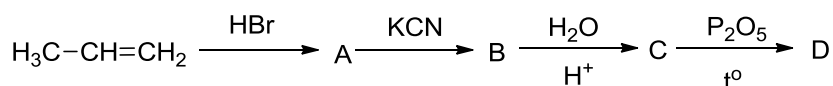
**Г-12**



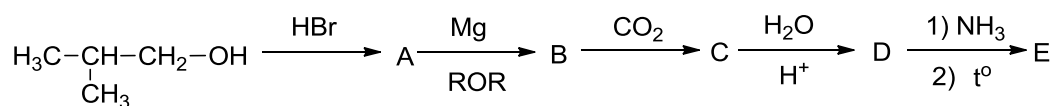
**Г-13**



**Г-14**



**Г-15**



**Г-16.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: бензальдегид и уксусный альдегид.

**Г-17.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: бензальдегид и пропионовый альдегид.

**Г-18.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: бензальдегид и ацетон.

**Г-19.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: *n*-толуиловый альдегид и пропионовый альдегид.

**Г-20.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: муравьиный альдегид и ацетофенон.

**Г-21.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: 2,2-диметилпропаналь и пропаналь.

**Г-22.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: *n*-толуиловый альдегид и масляный альдегид.

**Г-23.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: *n*-бромбензальдегид и ацетон.

**Г-24.** Напишите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: 2,2-диметилбутаналь и бутаналь.

**Г-25** Приведите схему альдольно-кетоновой конденсации для смеси соединений: *n*-хлорбензальдегид и уксусный альдегид.

### ***Д. Установление структуры по свойствам***

**Д-1.** Установите строение соединения  $C_8H_8O$ , которое дает реакцию серебряного зеркала, а при окислении хромовой смесью превращается в терефталевую кислоту [6, с. 180].

**Д-2.** Соединение  $C_8H_8O$  образует оксим, а при действии иода в щелочной среде превращается в соль бензойной кислоты и иодоформ. Каково строение исходного соединения? Приведите схемы указанных превращений [6, с. 181].

Д-3. При встряхивании ароматического альдегида и формальдегида с концентрированным раствором щелочи было получено вещество состава  $C_7H_6Cl_2O$ , которое идентично соединению, образующемуся при щелочном гидролизе 3,5-дихлорбензилхлорида. Установите строение вещества  $C_7H_6Cl_2O$  и ароматического альдегида, из которого оно было получено. Напишите схемы реакций [6, с. 181].

Д-4. Соединение  $C_9H_8O$  было получено из бензальдегида. Оно обесцвечивает бромную воду, дает реакцию серебряного зеркала, окисляется перманганатом калия в воде до бензойной кислоты. Установите его строение и приведите схему синтеза из бензальдегида [6, с. 181].

Д-5. Каково строение соединения  $C_8H_7BrO$ , если оно дает реакцию серебряного зеркала, а при окислении образует *n*-бромбензойную кислоту? [6, с. 181].

Д-6. Из толуола хлорированием в кольцо и последующим легким окислением получено соединение  $C_7H_5OCl$ , образующие оксим, а при действии на него реактивом Толленса дающее *n*-хлорбензойную кислоту. Установите строение соединения  $C_7H_5OCl$  [6, с. 182].

Д-7. Соединение  $C_8H_8O_2$  образует оксим и фенилгидразон, растворяется в щелочах, дает окрашивание с  $FeCl_3$ . Определите его строение. Приведите схемы превращений [6, с. 182].

Д-8. Определите строение вещества  $C_7H_4ClNO_3$ , которое  
а) образует оксим и фенилгидразон  
б) при окислении дает 3-хлор-5-нитробензойную кислоту.  
Напишите все протекающие реакции.

Д-9. Определите строение вещества  $C_8H_7BrO$ , если известно, что оно реагирует с гидроксиламином, не дает реакции серебряного зеркала, а при окислении превращается в *m*-бромбензойную кислоту.

Д-10. Определите строение вещества  $C_8H_8O$ , если известно, что оно реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при действии

концентрированного раствора щелочи дает два соединения:  $C_8H_8O_2$  и  $C_8H_{10}O$ . При окислении исходного соединения образуется терефталевая кислота.

**Д-11.** Напишите структурную формулу  $C_8H_8O$ , дающего реакцию серебряного зеркала и образующего при окислении хромовой смесью бензойную кислоту. [14, с. 191]

**Д-12.** Напишите структурную формулу вещества  $C_{14}H_{12}O_2$ , которое дает оксим, и фенилгидразон. Вещество  $C_{14}H_{12}O_2$  может быть получено нагреванием бензальдегида в спиртовом растворе в присутствии KCN.

**Д-13.** Напишите структурную формулу соединения  $C_8H_7ClO$ , которое обладает следующими свойствами:

- а) не дает реакции серебряного зеркала;
- б) образует оксим и фенилгидразон;
- в) при действии брома в щелочной среде превращается в соль *n*-хлорбензойной кислоты и бромформ.

Приведите схемы всех указанных превращений.

**Д-14.** Соединение состава  $C_8H_5Br$  при взаимодействии с водой в присутствии сульфата ртути образует вещество  $C_8H_7BrO$ , которое не дает реакции серебряного зеркала, расщепляется иодом в щелочной среде на два соединения, одним из которых является *m*-бромбензойная кислота. Напишите схемы всех превращений.

**Д-15.** Напишите структурную формулу соединения состава  $C_8H_8O$ , если известно, что оно реагирует с гидроксиламином и фенилгидразином, а при окислении образует *m*-бензолдикарбоновую кислоту.

**Д-16.** Имеются два вещества состава  $C_4H_8O_2$ . Одно из них легко реагирует с карбонатом натрия, выделяя двуокись углерода. Второе не реагирует с карбонатом натрия, но при нагревании с водным раствором едкого натра образует этиловый спирт. Какое строение могут иметь эти соединения? Написать уравнения протекающих реакций.

**Д-17.** Определите структурную формулу непредельной кислоты состава  $C_{18}H_{34}O_2$  на основании следующих данных: при восстановлении получается стеариновая кислота, а при окислении раствором перманганата калия образуются пеларгоновая  $CH_3(CH_2)_7COOH$  и аделаиновая  $HOOC(CH_2)_7COOH$  кислоты.

**Д-18.** Установите строение вещества  $C_7H_4OCl_2$ , образующего при взаимодействии с аммиаком вещество  $C_7H_6NOCl$ , из которого при гидролизе получается *n*-хлорбензойная кислота.

**Д-19.** Каково строение вещества  $C_7H_6N_2O_3$ , если оно при щелочном гидролизе выделяет аммиак, при восстановлении продукта его гидролиза образуется антраниловая кислота?

**Д-20.** Соединение  $C_4H_7ClO$  при нагревании с аммиаком превращается в вещество  $C_4H_9NO$ , которое при восстановлении  $LiAlH_4$  превращается в 1-аминобутан. Определите строение исходного и промежуточного соединений.

**Д-21.** Соединение  $C_4H_6O_2$  при озонлизе образует муравьиный альдегид и пировиноградную кислоту. Какова структурная формула исходного соединения? [6, с. 96].

**Д-22.** Вещество  $C_6H_8O_4$  обесцвечивает раствор брома, при озонлизе дает только пировиноградную кислоту, при нагревании выделяет воду и превращается в соединение  $C_6H_6O_3$ . Определите строение исходного и конечного соединений [6, с. 96].

**Д-23.** Установите структурную формулу соединения  $C_4H_8O_2$ , обладающего следующими свойствами: а) реагирует с водным раствором карбоната натрия с выделением газообразного вещества; б) при сплавлении со щелочью образует пропан; в) с гидроксидом кальция дает соединение  $C_8H_{14}O_4Ca$ , при пиролизе которого получается диизопропилкетон. Приведите схемы всех указанных реакций [6, с. 96].

**Д-24.** Вещество состава  $C_8H_8O_2$  растворяется в водном растворе гидрокарбоната натрия с выделением газа, а при окислении перманганатом калия в воде превращается в дикарбоновую

кислоту, которая при нагревании до  $230^{\circ}\text{C}$  отщепляет воду и превращается в циклический ангидрид. Напишите структурную формулу исходного соединения и схемы указанных реакций [6, с. 189].

**Д-25.** Вещество  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$  реагирует с раствором соды с выделением углекислого газа, дает окрашивание с  $\text{FeCl}_3$ , при нитровании дает одно мононитропроизводное. Приведите структурную формулу исходного соединения, схемы всех превращений, назовите продукты реакций.

## 8. Углеводы

### *А. Строение углеводов*

**А-1.** Чем отличаются друг от друга аномеры и эпимеры? Приведите по паре примеров аномерных и эпимерных кетопентоз. Назовите их.

**А-2.** Чем отличаются друг от друга аномеры и эпимеры? Приведите по паре примеров аномерных и эпимерных кетогексоз. Назовите их.

**А-3.** Чем отличаются друг от друга аномеры и эпимеры? Приведите по паре примеров аномерных и эпимерных альдотетроз. Назовите их.

**А-4.** Чем отличаются друг от друга аномеры и эпимеры? Приведите по паре примеров аномерных и эпимерных альдогексоз. Назовите их.

**А-5.** Чем отличаются друг от друга аномеры и эпимеры? Приведите по паре примеров аномерных и эпимерных альдопентоз. Назовите их.

**А-6.** Приведите проекционные формулы двух эпимерных по  $\text{C}_2$  альдогексоз в открытой и фуранозной формах.



**А-7.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_3$  альдогексоз в открытой и фуранозной формах.

**А-8.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_2$  альдогексоз в открытой и пиранозной формах.

**А-9.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_3$  альдогексоз в открытой и пиранозной формах.

**А-10.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_4$  альдогексоз в открытой и пиранозной формах.

**А-11.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_5$  альдогексоз в открытой и пиранозной формах.

**А-12.** Каким стереоизомером (антиподом или диастереомером) является глюкоза по отношению к маннозе?

**А-13.** Напишите проекционную формулу Фишера D-рибозы и формулы двух аномеров рибофуранозы.

**А-14.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_2$  кетогексоз в открытой и циклической формах.

**А-15.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_3$  кетогексоз в открытой и циклической формах.

**А-16.** Приведите проекционные формулы двух эпитермных по  $C_4$  кетогексоз в открытой и циклической формах.

**А-17.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-гулозы.

**А-18.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-аллозы.

**A-19.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-альтрозы.

**A-20.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-фруктозы.

**A-21.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-идозы.

**A-22.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-тагатозы.

**A-23.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-сорбозы.

**A-24.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-психозы.

**A-25.** Нарисуйте переход от фишеровской проекции линейного моносахарида непосредственно к структуре Хеуорса на примере D-маннозы.

### ***Б. Стереохимия углеводов***

**Б-1.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-галактопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-2.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -L-талофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-3.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -L-сорбофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-4.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-сорбопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-5.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -D-ксилопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-6.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -L-гулофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-7.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-аллопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-8.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -D-галактопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-9.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса и  $\alpha$ -D-альтропиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-10.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -D-гулопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-11.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-идопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-12.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -D-фруктофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-13.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -L-глюкопиранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-14.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\beta$ -L-талофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-15.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-фруктофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-16.** Изобразите с помощью структуры Хеуорса  $\alpha$ -D-психофуранозу. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-17.** Напишите формулы двух аномеров D-арабинофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-18.** Напишите формулы двух аномеров D-рибофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-19.** Напишите формулы двух аномеров D-ксилофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-20.** Напишите формулы двух аномеров L-ликсофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-21.** Напишите формулы двух аномеров L-тагатофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-22.** Напишите формулы двух аномеров D-аллопиранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-23.** Напишите формулы двух аномеров L-маннопиранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

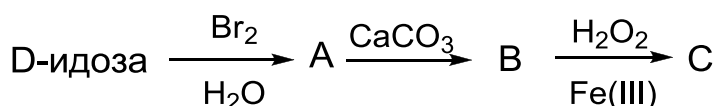
**Б-24.** Напишите формулы двух аномеров D-талопиранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

**Б-25.** Напишите формулы двух аномеров L-галактофуранозы. Укажите асимметрические атомы углерода.

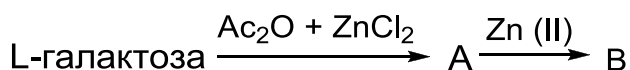
### ***В. Химические свойства и химические превращения***

Осуществите превращения:

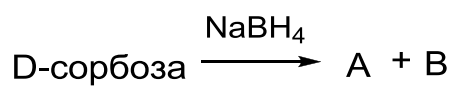
**В-1**



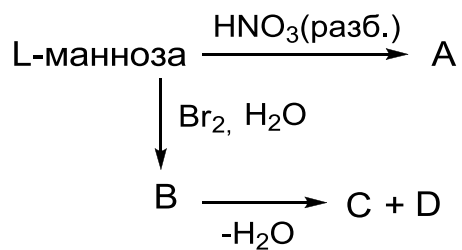
**В-2**



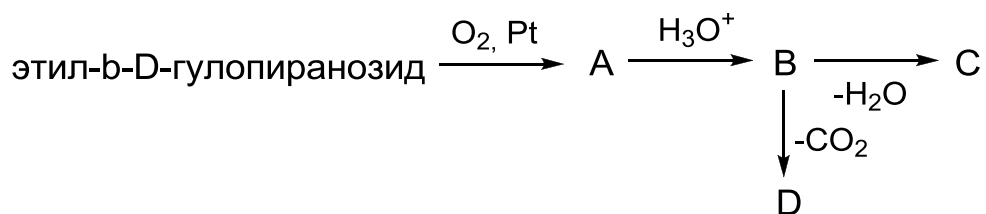
**B-3**



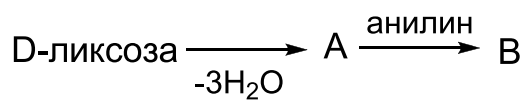
**B-4**



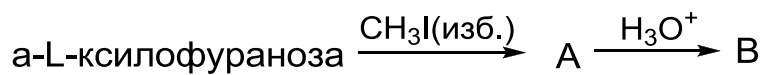
**B-5**



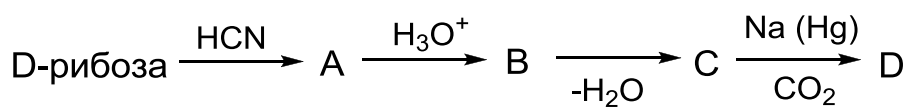
**B-6**



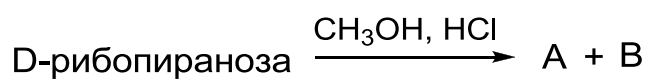
**B-7**

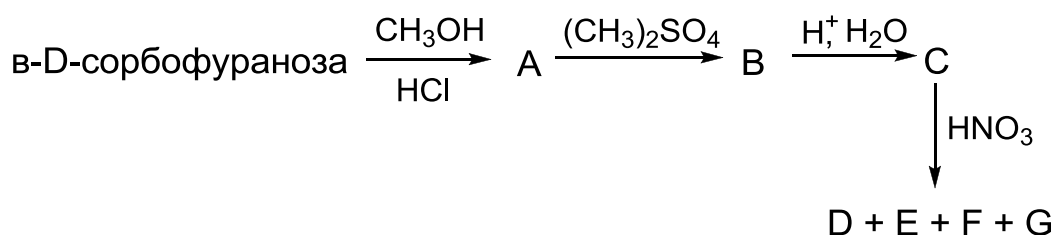
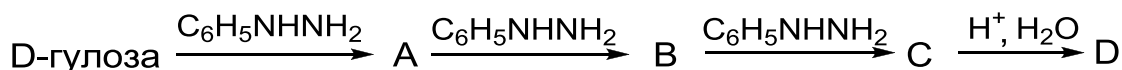


**B-8**



**B-9**



**В-10****В-11**

**В-12.** Напишите уравнения реакций  $\beta$ -D-глюкопиранозы с:

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| а) $\text{HNO}_3$                     | в) $\text{Br}_2, \text{H}_2\text{O}$ |
| б) $\text{CH}_3\text{OH}, \text{H}^+$ | г) $\text{IO}_4^-$                   |

**В-13.** Напишите уравнение реакции образования пента-O-ацетил- $\beta$ -D-глюкопиранозы. Приведите механизм. К какому типу относится данная реакция?

**В-14.** Предложите механизм реакции  $\beta$ -D-сорбопиранозы с гидразином [2, с. 109].

**В-15.** Почему при восстановлении D-фруктозы борогидридом натрия образуется смесь продуктов? Каких? Предложите механизм реакции [2, с. 110].

**В-16.** При помощи каких химических реакций можно доказать, что (–)D-фруктоза является кетоном, а не альдегидом. Как определить положение кетогруппы? [2, с. 107].

**В-17.** Реакция «серебряного зеркала» является качественной реакцией на альдегидную группу. Почему ее можно использовать для обнаружения кетоз? Объясните на примере D-сорбозы. Напишите схемы превращений [2, с. 107].

**В-18.** Приведите схемы реакций, характеризующих свойства L-гулозы.

**В-19.** Напишите схему взаимопревращений альдоз и кетоз на примере D-ксилулозы.

**В-20.** Напишите схему взаимопревращений альдоз и кетоз на примере L-арабинозы [2, с. 107].

**В-21.** Напишите схему взаимопревращений альдоз и кетоз на примере D-альтрозы [2, с. 107].

**В-22.** На примере D-эритрозы проиллюстрируйте методы удлинения и укорочения длины цепи альдоз [2, с. 108].

**В-23.** На основании каких реакций можно доказать восстанавливающие свойства глюкозы? [2, с. 108].

**В-24.** Полуацетальный гидроксил более реакционноспособен, чем спиртовые гидроксилы. Какой реакцией это можно доказать? [2, с. 108].

**В-25.** Как реагирует  $\beta$ -D-галактопираноза с избытком уксусного ангидрида? Напишите уравнения реакции [2, с. 108].

**В-26.** Какие свойства моносахаридов не могут быть объяснены с помощью одной открытой формы? [2, с. 108].

**В-27.** Как определить размер цикла у циклической альдогексозы, используя реакции метилирования, деметилирования, окисления, или окислительного расщепления? Рассмотрите на примере D-галактопиранозы [2, с. 108].

**В-28.** Напишите схему получения  $\alpha$ -D-изопропилгалактопиранозида. Как называется несакхарная часть гликозида? [2, с. 108].

**В-29.** Напишите схему гидролиза в присутствии разбавленной соляной кислоты тетраметил- $\alpha$ -D-метилглюкопиранозида. Назовите полученное соединение [2, с. 108].

**В-30.** Приведите реакции, в которых эпимерные альдозы (глюкоза, манноза), а также фруктоза проявляют одинаковые свойства [2, с. 108].

## 9. Липиды

### *А. Изомерия и классификация жирных кислот (ЖК), входящих в состав жиров*

В настоящее время в природе обнаружено более 200 ЖК. Однако широкое распространение имеют не более 20. Ниже будут приведены ряды ЖК, которые нужно классифицировать по следующим признакам:

1. Насыщенные ЖК.
2. Ненасыщенные с одной двойной связью ЖК.
3. Ненасыщенные ЖК, содержащие 2 и более двойных связей.

Те кислоты, которые не подходят ни к одной из этих классификаций, отнесите к особенной группе. Укажите структурные формулы кислот, а мононенасыщенные кислоты представьте в виде *цис*-изомеров.

**А-1:** лауриновая, пальмитиновая

**А-2:** олеиновая, линоленовая

**А-3:** пальмитоолеиновая, эруковая ( $C_{21}H_{41}COOH$ )

**А-4:** стеариновая, цервоновая (4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая)

**А-5:** арахидиновая, сорбиновая (2,4-гексадиеновая)

**А-6:** бегеновая, церотиновая

**А-7:** лигноцериновая, стеариновая

**А-8:** эруковая ( $C_{21}H_{41}COOH$ ), олеиновая

**А-9:** сорбиновая (2,4-гексадиеновая), арахидиновая

**А-10:** линолевая, дигомо-γ-линоленовая (8,11,14-эйкозатриеновая)

**А-11:** цервоновая (4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая), пальмитиновая

**А-12:** стеариновая, арахидиновая

**А-13:** линоленовая, лигноцериновая

**А-14:** дигомо-γ-линоленовая (8,11,14-эйкозатриеновая), стеариновая

**А-15:** арахидиновая, миристиновая

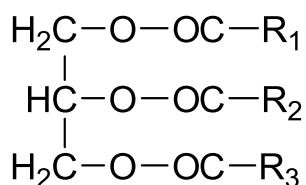
**А-16:** линолевая, миристиновая



- A-17:** бегеновая, дигомо-γ-линоленовая (8,11,14-эйкозатриеновая)  
**A-18:** арахидоновая, стеариновая  
**A-19:** линоленовая, пеларгоновая  
**A-20:** церотиновая, миристиновая  
**A-21:** лигноцериновая, олеиновая,  
**A-22:** линолевая, эруковая ( $C_{21}H_{41}COOH$ )  
**A-23:** каприловая, масляная  
**A-24:** арахиновая, олеиновая  
**A-25:** эруковая, пальмитиновая

### ***Б. Номенклатура жиров***

**Б-1.** Подставив соответствующие радикалы в исходную формулу соединения, назовите жиры согласно систематической номенклатуре, а в скобках укажите их тривиальное название.



- |                       |                      |                      |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| a) $R = C_{17}H_{33}$ | $R_1 = C_{17}H_{35}$ | $R_2 = C_{15}H_{31}$ |
| б) $R = C_{17}H_{31}$ | $R_1 = C_{11}H_{23}$ | $R_2 = C_{17}H_{31}$ |
| в) $R = C_{23}H_{45}$ | $R_1 = C_{17}H_{35}$ | $R_2 = C_{17}H_{35}$ |
| г) $R = C_{17}H_{35}$ | $R_1 = C_{15}H_{31}$ | $R_2 = C_{17}H_{31}$ |
| д) $R = C_{15}H_{31}$ | $R_1 = C_{11}H_{23}$ | $R_2 = C_{17}H_{33}$ |
| е) $R = C_{17}H_{33}$ | $R_1 = C_{17}H_{35}$ | $R_2 = C_{23}H_{45}$ |
| ж) $R = C_{17}H_{29}$ | $R_1 = C_{17}H_{35}$ | $R_2 = C_{17}H_{35}$ |

**Б-2.** В результате реакции этерификации на образование 1 моль жира расходуется 1 моль глицерина и соответствующее число моль приведенных ниже карбоновых кислот. Укажите в каждом случае формулу жира.

- а)  $3 \text{ CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$
- б)  $3 \text{ C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$
- в)  $3 \text{ C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$
- г)  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH} + 2\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$
- д)  $2 \text{ CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH} + \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
- е)  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{18}-\text{COOH} + 2 \text{ CH}_3-(\text{CH}_2)_{20}-\text{COOH}$
- ж)  $\text{C}_{21}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH} + \text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$  [4, с. 68].

**Б-3.** В результате щелочного гидролиза жира образуется 1 моль глицерина и приведенные ниже соли высших карбоновых кислот. Напишите структурную формулу исходного жира и назовите его.

- а) 1 моль стеарата натрия и 2 моль пальмитата натрия
- б) 3 моль миристата натрия
- в) 1 моль лаурилата калия и 2 моль арахината калия
- г) 1 моль лаурилата натрия, 1 моль миристата натрия и 1 моль стеарата натрия
- д) 3 моль олеината натрия
- е) 2 моль миристата натрия и 1 моль линолената натрия
- ж) 1 моль линолената натрия, 1 моль стеарата натрия и 1 моль пальмитата натрия [4, с. 69].

**Б-4.** В результате кислотного гидролиза образуется 1 моль глицерина и приведенные ниже карбоновые кислоты. Напишите структурную формулу исходного жира и назовите его.

- а) 3 моль лауриновой кислоты
- б) 2 моль линоленовой кислоты и 1 моль пальмитиновой кислоты
- в) 1 моль миристиновой кислоты и 2 моль олеиновой кислоты
- г) 1 моль арахидиновой кислоты, 1 моль лауриновой кислоты и 1 моль нервоновой (15-тетракозеновой) кислоты
- д) 2 моль эруковой ( $\text{C}_{21}\text{H}_{41}\text{COOH}$ ) кислоты и 1 моль стеариновой кислоты
- е) 1 моль нервоновой (15-тетракозеновой) кислоты, 1 моль эруковой ( $\text{C}_{21}\text{H}_{41}\text{COOH}$ ) кислоты и 1 моль стеариновой кислоты
- ж) 3 моль каприновой кислоты [4, с. 69].

## ***В. Способы получения и химические свойства***

**В-1.** Синтезируйте жиры с помощью реакции этерификации глицерина и высшей карбоновой кислоты:

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| <i>а)</i> пальмитиновой | <i>д)</i> дигомо-γ-линоленовой |
| <i>б)</i> линоленовой   | <i>е)</i> миристиновой         |
| <i>в)</i> арахидиновой  | <i>ж)</i> лауриновой           |
| <i>з)</i> бегеновой     |                                |

**В-2.** Какие соединения образуются при гидрировании жиров избытком водорода на никелевом катализаторе:

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>а)</i> триолеина         | <i>д)</i> пальмитоолеолинолеина |
| <i>б)</i> трипальмитоолеина | <i>е)</i> трилинолеина          |
| <i>в)</i> триэрукина        | <i>ж)</i> диолеостеарина        |
| <i>з)</i> дипальмитоолеина  |                                 |

**В-3.** Напишите уравнения реакций синтеза из жиров следующих соединений:

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>а)</i> $C_{17}H_{35}COONa$      | <i>д)</i> 9,10-гексабромтристеарин |
| <i>б)</i> $CH_3-(CH_2)_{18}-COOK$  | <i>е)</i> холин (в виде основания) |
| <i>в)</i> $CH_3-(CH_2)_{12}-COONa$ | <i>ж)</i> $Na_3PO_4$               |
| <i>з)</i> $CH_3-(CH_2)_{20}-COOH$  |                                    |

**В-4.** Установите соответствие. Допишите продукты реакции.

### ***В-4-а***

Процесс	Исходные соединения
омыление	$\begin{array}{c} H_2C-O-OC-C_{17}H_{29} \\   \\ HC-O-OC-C_{17}H_{29} \\   \\ H_2C-O-OC-C_{15}H_{31} \end{array} \xrightarrow{H_2, Ni}$

гидрогенизация	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{33} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31}  \end{array}  \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{3\text{KOH}}  $
гидролиз	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{31} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{29} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31}  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}  $

#### ***В-4-б***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
гидролиз	1-олеодистеарин $\xrightarrow{\text{I}_2}$
этерификация	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{31} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{29} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31}  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}  $
галогенирование	$  \begin{array}{c}  \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2  \end{array}  + 3\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{20}-\text{COOH} \longrightarrow  $

#### ***В-4-в***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
окисление	триолеин + 3Br <sub>2</sub>

галогенирование	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{33} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}  $
гидролиз	$  \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{HC}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_3\text{O}^+}  $

#### ***В-4-г***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
этерификация	$  \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{HC}=\text{CHCH}_2\text{HC}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \xrightarrow{\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{O})\text{OOH}}  $
галогенирование	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{33} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{\text{I}_2}  $
окисление	$  \begin{array}{c}  \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2  \end{array}  + 3\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{18}-\text{COOH} \longrightarrow  $

#### ***В-4-д***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
гидролиз	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{3\text{NaOH}}  $

гидрирование	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{—OCOR} \\    \\  \text{R}^1\text{COO—CH} \\    \\  \text{CH}_2\text{—O—P(=O)(O}^-\text{)—OCH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}  $
омыление	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{17}\text{H}_{29} \\    \\  \text{HC—O—OC—C}_{17}\text{H}_{29} \\    \\  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2, \text{Ni}}  $

#### ***В-4-е***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
гидролиз	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{17}\text{H}_{35} \\    \\  \text{HC—O—OC—C}_{17}\text{H}_{33} \\    \\  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{15}\text{H}_{31}  \end{array}  \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{3\text{KOH}}  $
окисление	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{11}\text{H}_{23} \\    \\  \text{HC—O—OC—C}_{13}\text{H}_{27} \\    \\  \text{H}_2\text{C—O—OC—C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+}  $
омыление	$  \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{HC=CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_3\text{O}^+}  $

#### ***В-4-ж***

<b><i>Процесс</i></b>	<b><i>Исходные соединения</i></b>
окисление	$  \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{HC=CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \xrightarrow{\text{H}_2 / \text{Ni}}  $

гидрирование	$  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31} \\    \\  \text{HC}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{15}\text{H}_{31} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{OC}-\text{C}_{17}\text{H}_{35}  \end{array}  \xrightarrow{3\text{NaOH}}  $
омыление	$  \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{HC}=\text{CHCH}_2\text{HC}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}  \xrightarrow{\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{O})\text{OOH}}  $

### Г. Химические и физические свойства жиров

**Г-1.** Липиды – форма депонирования запасов метаболического топлива. Многие жиры, в первую очередь триглицериды, используются организмом как источник энергии. На начальной ступени метаболизма происходит с помощью ферментов расщепление жира на глицерин и ВЖК. Далее происходит ферментативное окисление жирных кислот. Насыщенные кислоты включаются в процесс  $\beta$ -окисления, в котором они участвуют в виде производных кофермента А. При этом процессе в организме выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности.

Приведите название и строение кислот, получающихся в результате трех циклов  $\beta$ -окисления:

- арахиновой кислоты
- лауриновой кислоты
- миристиновой кислоты
- пальмитиновой кислоты
- стеариновой кислоты.

**Г-2.** Окисление кислородом воздуха ненасыщенных триацилглицеринов при хранении (автоокисление), сопровождаемое гидролизом, является частью процесса, известного как прогоркание масла. В организме ненасыщенные жирные кислоты подвергаются пероксидному окислению, одному из наиболее важных окислительных процессов.

Приведите схемы реакций одного цикла пероксидного окисления:

- олеиновой кислоты

б) пальмитоолеиновой кислоты.

**Г-3.** Приведите схемы реакций мягкого (действием водного раствора перманганата калия) и жесткого (действием кислого раствора перманганата калия) окисления:

а) арахидоновой кислоты

б) линолевой кислоты

в) линоленовой кислоты

г) сорбиновой кислоты.

**Г-4.** Приведите пример  $\omega$ -3 ненасыщенной жирной кислоты и реакции, подтверждающие ее ненасыщенный характер.

**Г-5.** Приведите пример  $\omega$ -6 ненасыщенной жирной кислоты и реакции, подтверждающие ее ненасыщенный характер.

**Г-6.** В процессе получения растительные масла обрабатывают растворами щелочей с целью очистки от примесей свободных жирных кислот. Отработанный раствор можно использовать как кормовую добавку в скотоводстве. Этот раствор называют соапстоком. Как вы думаете, почему возникло это название?

*Подсказка:* слово «soap» в переводе с английского означает мыло. [4, с. 76]

**Г-7.** Какое строение имеет жир  $C_{57}H_{110}O_6$ , если при его гидролизе (водно-кислотном) образуется смесь глицерина и стеариновой кислоты в соотношении 1:3? Приведите уравнение реакции. [4, с. 81]

**Г-8.** Какое строение имеет жир  $C_{53}H_{102}O_6$ , если при его гидролизе (щелочном) образуется смесь глицерина, пальмитата натрия и стеарата натрия в соотношении 1:2:1? Приведите уравнение реакции.

**Г-9.** Какое строение имеет жир  $C_{51}H_{98}O_6$ , если при его гидролизе образуется смесь глицерина и пальмитиновой кислоты в соотношении 1:3? Приведите уравнение реакции.

**Г-10.** Определите возможное строение жира  $C_{57}H_{104}O_6$ , который при присоединении избытка водорода в присутствии никеля образует твердый жир. Приведите уравнение реакции.



**Г-11.** Определите возможное строение жира  $C_{57}H_{104}O_6$ , и рассчитайте его иодное число. Приведите уравнение реакции.

**Г-12.** Определите возможное строение жира  $C_{57}H_{98}O_6$ , 1 моль которого может присоединить 6 моль  $Br_2$ . Приведите уравнение реакции.

**Г-13.** Какова структура жира состава  $C_{57}H_{92}O_6$ , 1 моль которого присоединяет 3 моль водорода в присутствии катализатора и образует трилинолин. Приведите уравнение реакции.

**Г-14.** Установите строение кислоты состава  $C_{17}H_{33}COOH$ , которая при окислении перманганатом калия в кислой среде образует смесь пеларгоновой и азелаиновой кислот.

**Г-15.** При гидрировании соединения состава  $C_{57}H_{98}O_6$  образуется твердый жир. Каково возможное строение исходного соединения и продукта его гидрирования? Приведите уравнение реакции.

**Г-16.** Какова структура соединения  $C_{57}H_{104}O_6$ , если при бромировании оно образует 9,10-гексабромтристеарин? Приведите уравнение реакции [4, с. 82 ].

**Г-17.** Установите возможное строение жира состава  $C_{57}H_{92}O_6$  и рассчитайте его иодное число. Приведите уравнение реакции.

**Г-18.** Приведите возможную структурную формулу жира  $C_{57}H_{110}O_6$ , который не реагирует с водородом, но реагирует с водой в кислой среде. Приведите уравнение реакции.

**Г-19.** Одна молекула жира состава  $C_{57}H_{92}O_6$  может присоединить 9 молекул брома. Какова возможная структура жира? Приведите уравнение реакции.

**Г-20.** Жир состава  $C_{51}H_{98}O_6$  не может присоединять водород и галогены. При щелочном гидролизе образует мыло. Какова возможная структура жира? Приведите уравнение реакции гидролиза.

**Г-21.** Установите строение кислоты состава  $C_{17}H_{31}COOH$ , которая при окислении перманганатом калия в кислой среде образует смесь пеларгоновой, малоновой и азелаиновой кислот.

## **10. Аминокислоты, пептиды**

### ***А. Строение и свойства аминокислот***

**А-1.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер серина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии серина со следующими реагентами:

- 1) Na металлический;
- 2) раствор  $Na_2CO_3$ ;
- 3)  $CH_3OH$ ,  $HCl$ .

**А-2.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер фенилаланина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии фенилаланина со следующими реагентами:

- 1) азотистая кислота;
- 2) раствор  $NaOH$ ;
- 3) бензиловый спирт,  $H^+$ .

**А-3.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер изолейцина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии изолейцина со следующими реагентами:

- 1) уксусный ангидрид;
- 2) раствор  $KOH$ ;
- 3) этиловый спирт,  $H^+$ .

**А-4.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер метионина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии метионина со следующими реагентами:

- 1) ацетилхлорид;
- 2) раствор  $K_2CO_3$ ;

3)  $\text{CH}_3\text{I}$ .

**А-5.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер цистеина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии цистеина со следующими реагентами:

- 1) уксусный ангидрид;
- 2) раствор  $\text{NaHCO}_3$ ;
- 3) изопропиловый спирт,  $\text{H}^+$ .

**А-6.** Напишите схему превращения альдегида  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$  в  $\alpha$ -аминокислоту. Изобразите дипольное строение и природный энантиомер этой аминокислоты.

**А-7.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер валина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии валина со следующими реагентами:

- 1) уксусный ангидрид;
- 2) раствор  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ;
- 3)  $\text{HNO}_2$ .

**А-8.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер глутамина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии глутамина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HCl}$ ;
- 2)  $\text{PCl}_5$ ;
- 3)  $\text{Ba(OH)}_2$ .

**А-9.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер треонина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии треонина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{Na}$  металлический;
- 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ;
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}^+$ .

**А-10.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер лизина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии лизина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{PCl}_5$ ;
- 2) раствор  $\text{NaOH}$ ;
- 3)  $\text{HNO}_2$ .

**А-11.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер лейцина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии лейцина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{CaO}$ ;
- 2)  $\text{NH}_3$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}$ .

**А-12.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер тирозина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии тирозина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{MgO}$ ;
- 2)  $\text{HCl}$ ;
- 3)  $\text{HNO}_3$ (конц.), нагревание.

**А-13.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер серина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии аргинина со следующими реагентами:

- 1) ацетилхлорид;
- 2)  $\text{NH}_3$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{I}$ .

**А-14.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер лейцина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии лейцина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HNO}_2$ ;
- 2)  $\text{PCl}_5$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl}$ .

**А-15.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер изолейцина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии лейцина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HCl}$ ;
- 2)  $\text{Na}_2\text{O}$ ;

3) *n*-нитробензиловый спирт.

**А-16.** Изобразите дипольное строение глицина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии глицина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HNO}_2$ ;
- 2)  $\text{PCl}_5$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

**А-17.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер аланина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии аланина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HCl}$ ;
- 2)  $\text{NaOH}$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}$ .

**А-18.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер глутаминовой кислоты. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии глутаминовой кислоты со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HNO}_2$ ;
- 2)  $\text{NH}_3$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{I}$ .

**А-19.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер цистина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии цистина со следующими реагентами:

- 1) Na металлический;
- 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ;
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}^+$ .

**А-20.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер аспарагиновой кислоты. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии этой кислоты со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HNO}_2$ ;
- 2)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{COCl}$ .

**А-21.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер пролина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии пролина со следующими реагентами:

- 1) уксусный ангидрид;
- 2) раствор  $\text{NaHCO}_3$ ;
- 3) пропиловый спирт,  $\text{H}^+$ .

**А-22.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер аргинина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии аргинина со следующими реагентами:

- 1) раствор  $\text{NaHCO}_3$ ;
- 2) этилхлорид;
- 3) этанол в присутствии кислоты.

**А-23.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер валина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии валина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HNO}_2$ ;
- 2)  $\text{PCl}_5$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl}$ .

**А-24.** Изобразите дипольное строение гистидина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии гистидина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{Na}$ ;
- 2) раствор  $\text{NaHCO}_3$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .

**А-25.** Изобразите дипольное строение и природный энантиомер фенилаланина. Приведите структуры и названия продуктов, которые получаются при взаимодействии фенилаланина со следующими реагентами:

- 1)  $\text{HCl}$ ;
- 2) раствор  $\text{KOH}$ ;
- 3) уксусный ангидрид.

## ***Б. Пептиды***

**Б-1.** Приведите формулы и названия трипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси глицина и аланина.

**Б-2.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси валина и цистеина.

**Б-3.** Какие аминокислоты можно получить при полном гидролизе серилфенилаланилаланина? Образования каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

**Б-4.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси цистеина и треонина.

**Б-5.** Приведите формулу и название дипептида, который может получиться при нагревании смеси лейцина и хлорангидрида N-ацетилвалина. Изобразите диполярное строение этого дипептида и укажите асимметрические атомы углерода в его молекуле.

**Б-6.** Напишите структурную формулу трипептида, при полном гидролизе которого образуется глицин, аланин и серин, а при частичном гидролизе – глицилсерин и серилаланин.

**Б-7.** Напишите структурную формулу трипептида, при полном гидролизе которого образуется глицин, аланин и цистеин, а при частичном гидролизе – аланилглицин и глицилцистеин.

**Б-8.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси аланина и тирозина.

**Б-9.** Приведите формулу и название дипептида, который может получиться при нагревании смеси цистеина и хлорангидрида N-ацетилаланина. Изобразите диполярное строение этого дипептида и укажите асимметрические атомы углерода в его молекуле.

**Б-10.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси лейцина и фенилаланина.

**Б-11.** Напишите структурную формулу трипептида, при полном гидролизе которого образуется глицин, лейцин и изолейцин, а при частичном гидролизе – лейцилизолойцин и изолейцилглицин.

**Б-12.** Приведите формулу и название дипептида, который может получиться при нагревании смеси цистеина и хлорангидрида N-ацетиллейцина. Изобразите диполярное строение этого дипептида и укажите асимметрические атомы углерода в его молекуле.

**Б-13.** Какие аминокислоты можно получить при полном гидролизе аланилвалилфенилаланина? Образование каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

**Б-14.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси аланина и аспарагина.

**Б-15.** Приведите строение лейцилсерилизолейцина. Образования каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

**Б-16.** Приведите строение валилсериллейцина. Образования каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

**Б-17.** Приведите строение лейцилсерилизолейцина. Какие еще трипептиды можно построить из тех же аминокислот?

**Б-18.** Приведите строение изолейцилсериллейцина. Какие еще трипептиды можно построить из тех же аминокислот?

**Б-19.** Приведите строение аланилвалилфенилаланина. Какие еще трипептиды можно построить из тех же аминокислот?

**Б-20.** Напишите структурную формулу трипептида, при полном гидролизе которого образуется метионин, аланин и серин, а при частичном гидролизе – метионилсерин и серилаланин.

**Б-21.** Приведите формулы и названия дипептидов, которые могут получиться при нагревании смеси гистидина и серина.



**Б-22.** Напишите структурную формулу трипептида, при полном гидролизе которого образуется фенилаланин, аланин и тирозин, а при частичном гидролизе—аланилфенилаланин и фенилаланилтирозин.

**Б-23.** Сколько трипептидов можно построить из лизина и треонина?

**Б-24.** Приведите строение глицилметиониллейцина. Образования каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

**Б-25.** Приведите строение тирозилтреонилсерина. Образования каких дипептидов можно ожидать при частичном гидролизе данного трипептида?

## 11. Нуклеиновые кислоты

### *А. Структуры и названия*

**А-1.** Изобразите структурную формулу АТФ. Укажите, какие структурные фрагменты входят в состав АТФ, какого типа связи имеются в этой молекуле? Какие связи называют макроэргическими? [1, с.71].

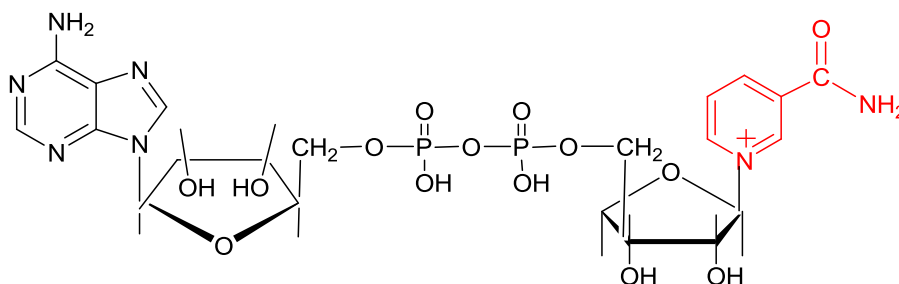
**А-2.** Изобразите структуры следующих соединений: а) гуанозин-3'-монофосфат; б) тимидин; в) аденозин-3',5'-циклофосфат. Укажите, какое из этих соединений может быть элементарным звеном в полимерной цепи РНК [1, с.71].

**А-3.** К какому типу соединений относится  $\text{NAD}^+$ ?

1. Нуклеотид
2. Азотистое основание
3. Динуклеотид
4. Нуклеозид

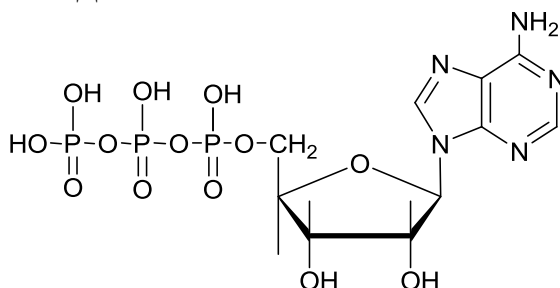
Укажите, какие типы связей, способных к кислотному или щелочному гидролизу, присутствуют в  $\text{NAD}^+$ . Укажите, в состав

какого типа ферментов входит  $\text{NAD}^+$  в качестве кофермента, какова его биологическая роль? [1, с.72].



**А-4.** К какому типу соединений принадлежит АТР?

1. Нуклеозид
2. Нуклеотид
3. Азотистое основание
4. Тринуклеотид



Укажите типы связей, имеющих в АТР: ангидридные, сложнoэфирные, гликозидные. Какие из них способны только к кислотному, а какие – и к щелочному гидролизу? Какие связи называют макроэргическими? Какова биологическая роль АТР? [1, с.74].

**А-5.** Напишите структуру цитидин-5'-монофосфата. Является ли это соединение: а) нуклеозидом, б) нуклеотидом, в) азотистым основанием? [1, с.75].

**А-6.** В состав какой НК входит инозин? Изобразите структуру инозина и ответьте на вопрос – является инозин нуклеозидом, нуклеотидом или азотистым основанием? [1, с.75].

**А-7.** Напишите структуру 2,6-дигидроксипурина (ксантина), все его таутомерные формы. Какая из них может быть включена в состав НК? [1, с.76].

**А-8.** Напишите структуры минорных азотистых оснований: псевдоуридина и гипоксантина. В состав каких НК входят эти основания? Какие они образуют нуклеотиды? Изобразите структуры псевдоуридина и гипоксантина.

**А-9.** Необычным основанием в ДНК является ксантин – 2,6-дигидроксипурин. В результате какого мутагенного воздействия и из какого азотистого основания может возникнуть ксантин? Напишите возможные таутомерные формы ксантина, укажите ту форму, которая будет присутствовать в ДНК [1, с.78].

**А-10.** Изобразите комплементарную пару А=Т. В состав какой НК входит эта пара? Какую еще комплементарную пару может образовывать адениновый нуклеотид? В состав какой НК входит эта пара? [1, с. 71].

**А-11.** Конечным этапом биосинтеза тРНК является процессинг, в ходе которого некоторые нуклеозиды в составе нуклеотидов РНК модифицируются, например: уридин (U) трансформируется в псевдоуридин (Ψ) и дигидроуридин. Изобразите структуры этих модифицированных нуклеозидов. Укажите, в чем заключается их основное различие [1, с. 81].

**А-12.** Изобразите фрагмент полинуклеотидной цепи: 5`-pA-pU-pC-3`. В составе какой НК может присутствовать данный фрагмент? [1, с. 75].

**А-13.** Изобразите фрагмент цепи полинуклеотида (в виде структурной формулы) в мРНК, комплементарной отрезку ДНК: 5`-pdA-pdT-pdC-3` [1, с. 75].

**А-14.** Действие какого мутагена и на какое азотистое основание приводит к появлению ксантина?. Какой тип мутации НК произойдет при этом: а) делеция; б) вставка; в) замена? [1, с. 76].

**А-15.** Перечислите факторы, стабилизирующие вторичную структуру ДНК. Какая часть ДНК является гидрофильной, а какая гидрофобной? [1, с. 80].

**А-16.** Изобразите структуру фрагмента полинуклеотидной цепи в ДНК, комплементарной отрезку ДНК: 5'-dTp-dCp-dGp-3'.

Объясните, в чем заключается принцип комплементарности. Какова его роль в процессе передачи генетической информации? [1, с. 81].

**А-17.** Укажите различия (не менее пяти) в первичной и вторичной структурах ДНК и РНК [1, с. 72].

**А-18.** Как изменится мРНК, считываемая с (+) ветви ДНК: 5'-А-А-Т-С-Г-Г-3', если эту ветвь обработать  $\text{HNO}_2$ ? [1, с. 73].

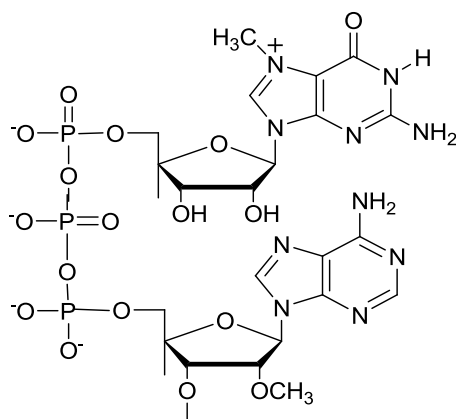
**А-19.** Закончите уравнение:  $\text{С} + \text{HNO}_2 \longrightarrow$

С каким азотистым основанием будет комплементарно образующееся соединение? Изобразите эту комплементарную пару. Какой тип мутации может произойти при этом: а) делеция, б) вставка, в) замена?

**А-20.** Изобразите структуру фрагмента полинуклеотидной цепи: 5'-pdA-pT-pdC-3'. Какой НК (ДНК или РНК) может принадлежать этот фрагмент? Какую аминокислоту он шифрует? [1, с. 76].

**А-21.** Напишите нуклеотидную последовательность смысловой (+)-цепи ДНК, кодирующей приведенную ниже аминокислотную последовательность полипептида: ....-ala-asp-trp-gly-pro-....[1, с. 76].

**А-22.** У многих эукариотических мРНК на 5'-конце имеется специфическая структура, называемая кэпом (от англ. *cap* – шапочка). Типичная структура кэпа имеет вид:



Укажите, к какому типу соединений – нуклеозиду или нуклеотиду – относится эта структура? Какие азотистые основания (обычные или модифицированные) входят в состав «кэпа»? Какие соединения образуются при его кислотном и щелочном гидролизе? [1, с. 77].

**А-23.** Изобразите фрагмент полинуклеотидной цепи: 5`-pG-pU-pA-3`. В составе какой НК может присутствовать данный фрагмент?

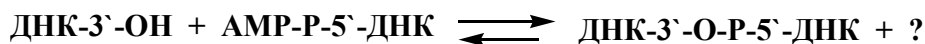
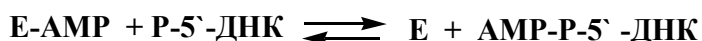
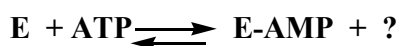
**А-24.** Как изменится мРНК, считываемая с (+) ветви ДНК: 5`-А-А-Т-С-Г-А-Т- 3`, если эту ветвь обработать азотистой кислотой?

**А-25.** Напишите нуклеотидную последовательность смысловой (+)-цепи ДНК, кодирующей приведенную ниже аминокислотную последовательность полипептида: ....-leu-gly-arg-trp-pro-phe-....

## **Б. Биосинтез**

**Б-1.** Важную роль в биосинтезе ДНК играет ДНК-лигаза – фермент, катализирующий образование фосфодиэфирной связи между двумя цепями ДНК. Фермент этот активен при наличии свободной ОН-группы на 3`-конце одной цепи ДНК и фосфатной группы на 5`-конце другой.

Проставьте недостающие продукты в схеме, иллюстрирующей



механизм реакции, катализируемой ДНК-лигазой.

Для реакции соединения цепей требуется источник энергии. За счет какой энергии осуществляется этот процесс? Укажите, в каких случаях требуется соединение цепей ДНК? [1, с. 79].

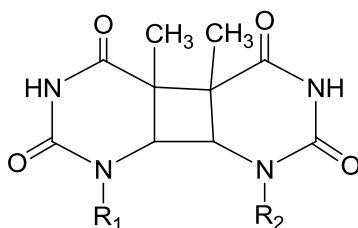
**Б-2.** Интерфероны – это класс белков, синтезируемых в исключительно малых количествах клетками животных после вирусной инфекции. Интерфероны защищают клетки от последующих инфекций другими вирусами: обработанные интерфероном клетки синтезируют несколько новых белков. Один из этих белков представляет

собой фермент – олигонуклеотидполимеразу, синтезирующую короткие триаденилатные цепочки, содержащие 2'-5'-фосфодиэфирные связи и несущие на 5'-конце трифосфатную группировку. Такой тример действует как селективный ингибитор биосинтеза белков, необходимых для размножения вирусов. Изобразите структуру этого тримера с учетом всех перечисленных выше структурных особенностей этого соединения [1, с. 78].

**Б-3.** Как называется процесс биосинтеза белка в рибосомах: а) транскрипция; 2) репарация; 3) трансляция; 4) репликация? Какие виды НК участвуют в этом процессе?

Опишите стадии репарации с указанием ферментов, действующих на каждой стадии.

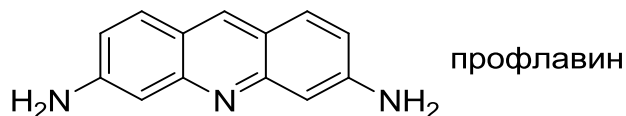
**Б-4.** В результате какого мутагенного воздействия образуется этот продукт?



Как реализуется устранение этого дефекта?

К какому типу мутации – замене основания или сдвигу рамки считывания – приведет появление этого соединения в ДНК? [1, с. 74].

**Б-5.** Клетки, продуцирующие белок, содержащий фрагмент с последовательностью Gly-Ser-Val-Ala-Trp-Lys-Arg-Gly, обработали профлавином:



При взаимодействии с ДНК это соединение способно встраиваться (интеркалировать) в двойную спираль между соседними основаниями параллельно им и растягивать спираль, вызывая мутации. В данном случае получили поколение клеток, продуцирующих укороченный неполноценный белок с концевой последовательностью Gly-Ser-Val-Ala. Объясните этот результат. Какой тип мутации произошел? [1, с. 76].

**Б-6.** Какая аминокислотная последовательность синтезируется с полинуклеотида (CCAG) $_n$ ?

**Б-7.** Процесс биосинтеза ДНК – это:

а) трансляция, б) транскрипция, в) репликация, г) репарация?

Перечислите основные этапы и ферменты биосинтеза ДНК.

**Б-8.** С помощью какого процесса ДНК-полимераза устраняет ошибки при репликации: а) мутация; б) репарация; в) элонгация; г) терминация? Опишите основные этапы этого процесса.

**Б-9.** Транскрибируемая цепь двухцепочечной ДНК содержит последовательность:

5'-СТТААСАССССТГАСТТСТГСТГ-3'.

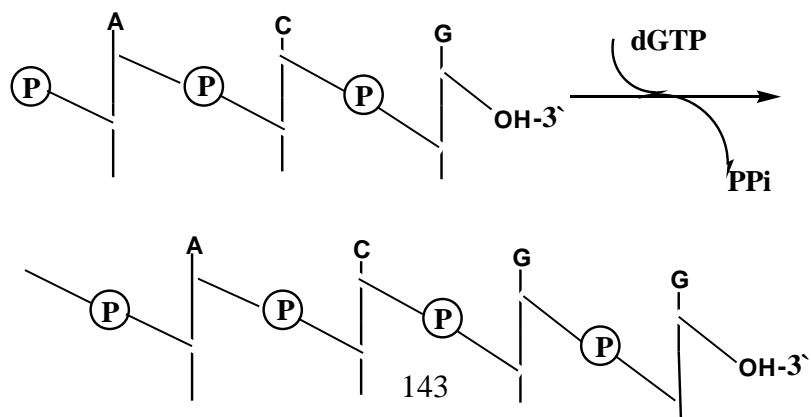
Какая последовательность мРНК может транскрибироваться с этой цепи? Какая аминокислотная последовательность могла бы кодироваться этой последовательностью при считывании с 5'-конца? Предположим, что другая цепь этой ДНК тоже транскрибируется, а полученная мРНК транслируется. Совпадает ли полученная аминокислотная последовательность с последовательностью, прочитанной в первом случае? [1, с. 80].

**Б-10.** Какова последовательность полипептида, который образуется при добавлении (UUAC) $_3$  в бесклеточную систему синтеза белка?

**Б-11.** Сколько кодонов может «узнать» тРНК с антикодоном: 5'-ICG-3'? Напишите все возможные комбинации. Какой аминокислоте они соответствуют?

**Б-12.** Какой процесс изображен ниже?

1. Биосинтез РНК или ДНК?



2. Элонгация, инициация или терминация? [1, с. 72].

**Б-13.** Какие пептиды получатся при биосинтезе с мРНК в 5'-А-А-Т-С-Г-Г-3': а) до мутации, б) после мутации? [1, с.73].

**Б-14.** Процесс биосинтеза мРНК это: а) трансляция, б) репликация, в) транскрипция, г) репарация? Опишите основные этапы и ферменты биосинтеза мРНК. В чем отличие биосинтеза РНК и ДНК? [1, с.75]

**Б-15.** Какое время необходимо для репликации гена рибонуклеазы E-coli (104 аминокислотных остатка), если репликационная вилка движется со скоростью 750 пар оснований в секунду? [1, с. 74].

**Б-16.** Найдено, что очищенный препарат ДНК содержит 30,4 % аденина и 19,6 % цитозина. Отношение аденин / тимин равно 0,98, а гуанин / цитозин – 0,97. Вычислите количество гуанина и тимина в этой ДНК, а также соотношение пуриновых и пиримидиновых оснований [1, с. 77].

**Б-17.** мРНК – транскрипт одного гена содержит последовательность:

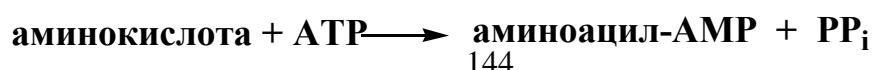
5'- AAC UGC ACG AGG UAA CAC AAG AUG GCU –3'.

К какому результату приведет мутация при замене центрального основания в четвертом кодоне G на A?

**Б-18.** Рассчитайте, какое минимальное число нуклеотидных пар содержится в гене, кодирующем фермент-рибонуклеазу (124 аминокислотных остатка). Почему число нуклеотидных пар может оказаться гораздо больше, чем в Вашем ответе? С чем связана такая неопределенность? [1, с. 80].

**Б-19.** На первом этапе биосинтеза белка аминокислоты присоединяются эфирной связью к соответствующим тРНК. Эти процессы катализируются аминоацил-тРНК-синтетазами. Реакция происходит в две стадии:

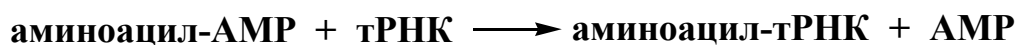
1. В активном центре фермента в результате взаимодействия АТФ и аминокислоты образуется промежуточный





аминоациладенилат;

2. Аминоацильный остаток переносится с  
аминоациладенилата, связанного с ферментом, на  
соответствующую тРНК (со стороны 3'-конца):



Напишите структуры всех указанных соединений (в качестве аминокислоты возьмите аланин). Ответьте на вопрос, для чего аминокислота превращается в аминоацил-АМР? Какая реакция (не указанная в схеме) может обеспечивать термодинамический сдвиг реакций в сторону завершения? [1, с. 81].

**Б-20.** Объясните, почему число тРНК не является равным числу кодонов? Как называется явление, благодаря которому обеспечивается это расхождение в количестве тРНК и кодонов? Какую роль оно играет в процессе трансляции? [1, с. 79].

**Б-21.** Изобразите фрагмент 3'-конца тРНК «нагруженной» фенилаланином (на 3'-конце всех тРНК находится последовательность ССА) [1, с. 74].

**Б-22.** Мутантный гемоглобин имеет в пептидной цепи аминокислотный остаток *валина* (Val) вместо остатка *глутаминовой кислоты* (Glu), что приводит к смертельному заболеванию – *серповидноклеточной анемии*. Укажите, каким должен быть кодон в ДНК и мРНК, обуславливающий появление Val вместо Glu? Какой тип мутации произошел: замена, делеция или вставка? [1, с. 75].

**Б-23.** Что такое «качание» при взаимодействии кодон – антикодон? Какое основание в антикодоне допускает максимальное количество «качаний»? Изобразите его структуру и одну из возможных комплементарных пар. Какую роль играет «качание» в процессе передачи информации? [1, с. 78].

**Б-24.** Замена одного из азотистых оснований в кодоне не всегда приводит к изменениям в аминокислотной последовательности («молчащая» мутация). Оцените возможный эффект замены оснований в приведенном ниже примере. Укажите, какая мутация будет

«молчащей», а какая может оказаться летальной. Аргументируйте свой ответ.

а) Матрица ДНК: 3`-GGT-5`

Кодон РНК: 5`-CCA-3`

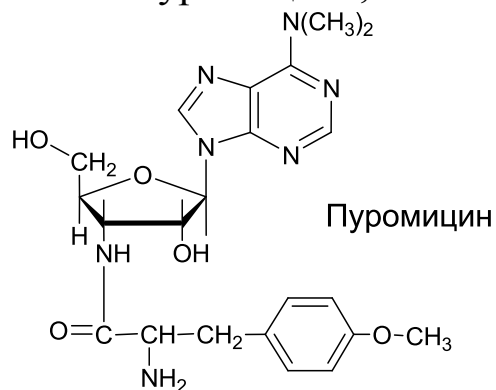
Измененный триплет: матрица ДНК 3`-GGA-5`; кодон РНК: 5`-CCU-3`

б) Матрица ДНК: 3`-ТАА-5`

Кодон РНК: 5`-AUU-3`

Измененный триплет: матрица ДНК: 3`-GAA-5`; кодон РНК: 5`-CUU-3` [1, с. 80].

**Б-25.** Учитывая сведения о биосинтезе пептидов, объясните действие антибиотика пурамицина, ингибирующего биосинтез белка.



## Литература

1. Грищенко, Т. Н. Нуклеиновые кислоты: учебное пособие / Т. Н. Грищенко, Т. В. Чуйкова, Е. А. Щербакова; Кемеровский гос. ун-т. – Кемерово: Сибирская издательская группа, 2009. – 89 с.
2. Грищенко, Т. Н. Углеводы: учеб. пособие / Т. Н. Грищенко, В. Я. Денисов, К. А. Нянина; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра органической химии. – Кемерово: б. и., 2009. – 116 с.
3. Грищенко, Т. Н. Органическая химия: сборник задач / Т. Н. Грищенко, Г. Е. Соколова; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра органической химии. – Электрон. текстовые дан. – Кемерово: 2014. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – URL: <http://edu.kemsu.ru/res/res.htm?id=15295> (дата обращения: 20.04.2017).
4. Грищенко, Т. Н. Липиды: учебное пособие / Т. Н. Грищенко. – Кемерово, 2014. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – URL: <http://edu.kemsu.ru/res/res.htm?id=15199> (21.03.2017)
5. Денисов, В. Я. Стереохимия органических соединений: учебное пособие для ун-тов / В. Я. Денисов, Д. Л. Мурышкин, Т. Н. Грищенко; Кемеровский гос. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово, 2013. – 227 с.
6. Вопросы и задачи по органической химии: учебное пособие для химико-технологических ВУЗов / под ред. Н. Н. Суворова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1988. – 256 с.
7. Сборник задач по органической химии: учебное пособие / под ред. А. Е. Агрономова. – Москва: Изд-во МГУ, 2000. – 158 с.
8. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия / Ю. А. Овчинников. – Москва: Просвещение, 1987. – С. 443 – 512.
9. Терней, А. Л. Современная органическая химия: в 2 т. Т. 1 [пер.с англ.] / А. Терней. – Москва: Мир, 1981. – 678 с.

10. Терней, А. Л. Современная органическая химия: в 2 т. Т. 2 [пер.с англ.] / А. Терней. – Москва: Мир, 1981. – 651 с.
11. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – Москва: Медицина, 1985. – 480 с.
12. Денисов, В. Я. Органическая химия: учебник / В. Я. Денисов, Д. Л. Мурышкин, Т. В. Чуйкова. – Москва: Высшая школа, 2009. – 544 с.
13. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебник для ВУЗов: в 2 т. / В. Ф. Травень. – Москва: Академкнига, 2004. – Т. 1. 727 с.; Т. 2. 582 с.
14. Кузьменок, Н. М. Органическая химия. Тесты, задачи, упражнения: учебное пособие для студентов вузов по химико-технологическим специальностям / Н. М. Кузьменок, Т. С. Селиверстова. – Минск: БГТУ, 2007. – 224 с.
15. Задачи и упражнения по органической химии: учебное пособие / Д. Г. Ким, А. В. Журавлева, Т. В. Тюрина, Е. А. Родионова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. – 119 с.
16. Органическая химия: сборник задач и упражнений / составители: В. А. Шадрикова, Д. В. Осипов, В. А. Ширяев, И. Б. Костылева, Ю. Н. Климочкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 72 с.

*Учебное издание*

**Грищенко** Татьяна Николаевна  
**Соколова** Галина Евгеньевна

# **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

сборник задач

2-е издание, исправленное и дополненное

**16+**

Технический редактор С.В. Плисенко

Подписано к использованию 2020. Заказ № 95.  
Кемеровский государственный университет,  
650000, Кемерово, ул. Красная, 6.