

# **Вопросы и задачи**

**по дисциплине  
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**Сборник задач и упражнений**

**Самара  
Самарский государственный технический университет  
2015**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Ка ф е д р а «Органическая химия»

# Вопросы и задачи

по дисциплине  
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

*Сборник задач и упражнений*

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2015

Печатается по решению методического совета химико-технологического факультета СамГТУ

УДК 547(075.8)

ББК 24.2я73

В74

**В74 Вопросы и задачи по дисциплине «Органическая химия»:** сборник задач и упражнений / Сост. *М.Н. Земцова, К.М. Бормашева, Ю.Н. Климочкин.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 84 с.

В сборнике «Вопросы и задачи по дисциплине «Органическая химия»» приведены вопросы и задачи по изомерии, номенклатуре строению, способам получения и химическим свойствам основных классов органических соединений.

Сборник предназначен для проведения текущего контроля знаний студентов, обучающихся по направлениям: 22.03.01 (150100.62) «Материаловедение и технологии материалов»; 19.03.01 (240700.62) «Биотехнология», 19.03.02 (260100.62) «Продукты питания из растительного сырья»; 20.03.01 (280700.62) «Техносферная безопасность»; по специальностям: 17.05.01 (170100.65) «Боеприпасы и взрыватели», 18.05.01 (240300.65) «Химическая технология энергонасыщенных материалов».

**Р е ц е н з е н т ы:** канд. техн. наук, доцент С.Я. Карасева

УДК 547(075.8)

ББК 24.2я73

В74

© М.Н. Земцова, К.М. Бормашева,  
Ю.Н. Климочкин, составление, 2015

© Самарский государственный  
технический университет, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Основой для глубокого усвоения теоретического материала по органической химии является решение задач по разным разделам курса. Решение задач способствует качественному усвоению материала по темам: типы химической связи, пространственное и электронное строение органических молекул, способы получения и химические свойства различных классов органических соединений. Это развивает самостоятельность, активизирует творческую работу студентов и, кроме того, позволяет осознанно и быстро усвоить значительный объем информации по органической химии.

В настоящее время развиваются новые педагогические технологии преподавания естественных наук, в основу которых положен принцип индивидуализации обучения и самостоятельного «добывания знаний».

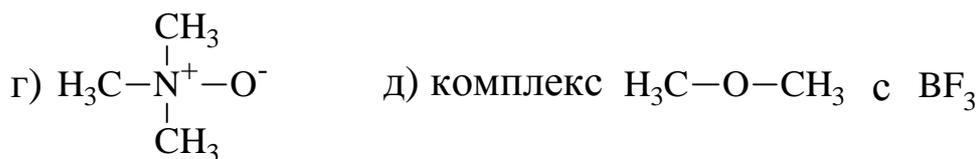
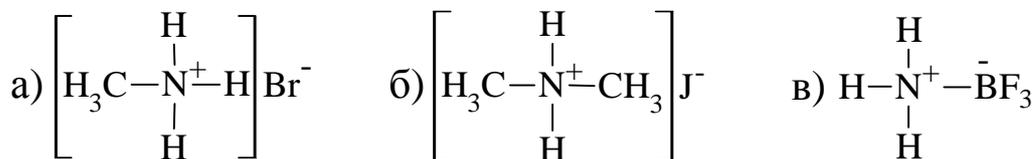
Сборник содержит вопросы и задачи по органической химии в объеме, достаточном для выдачи комплекта индивидуальных заданий каждому студенту. При их составлении использованы основные положения теоретической и синтетической органической химии.

Содержание настоящего издания соответствует типовой программе курса органической химии для студентов, обучающихся по направлениям: 22.03.01 (150100.62) «Материаловедение и технологии материалов»; 19.03.01 (240700.62) «Биотехнология», 19.03.02 (260100.62) «Продукты питания из растительного сырья»; 20.03.01 (280700.62) «Техносферная безопасность»; по специальностям: 17.05.01 (170100.65) «Боеприпасы и взрыватели», 18.05.01 (240300.65) «Химическая технология энергонасыщенных материалов».

Сборник предназначен для практических занятий, подготовки к контрольным работам, коллоквиумам, экзаменам и выполнения индивидуальных домашних заданий.

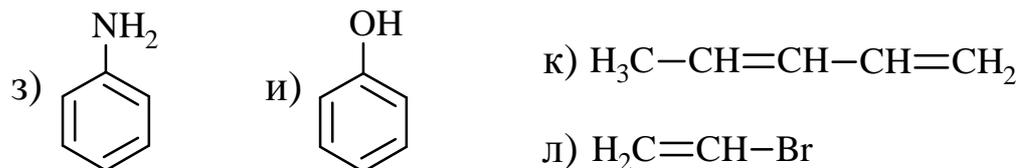
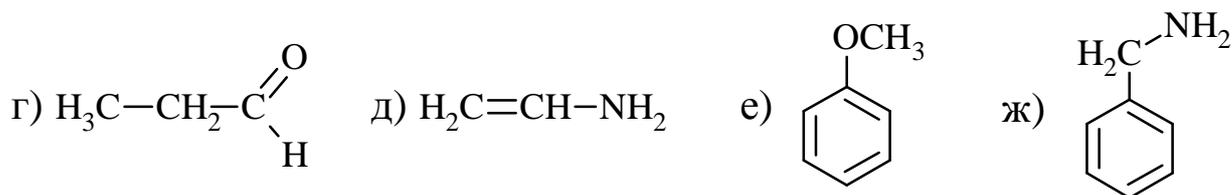
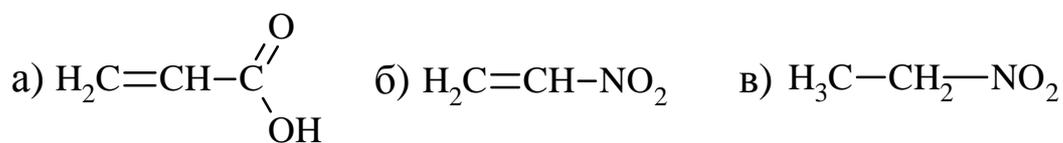
## ТИПЫ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ. СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В МОЛЕКУЛЕ

1. Дайте определение ковалентной связи. Какие свойства характерны для ковалентной связи?
2. Дайте определение полярной и неполярной ковалентной связи. Приведите примеры.
3. Дайте определение водородной связи. Приведите примеры образования водородной связи.
4. Донорно-акцепторная связь. Координационная, семиполярная. Приведите примеры и дайте определения.
5. В каком случае донорно-акцепторное взаимодействие приводит к семиполярной связи? В чем ее отличие от ионной и ковалентной? Какие из приведенных соединений имеют семиполярную связь?



6. Какие из приведенных ниже соединений способны к образованию водородной связи:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .
7. Отметьте соединения с полярной ковалентной связью:
  - а)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$ ;
  - б)  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ ;
  - в)  $\text{CH}_3-\text{NO}_2$ ;
  - г)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ ;
  - д)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
8. Правило октета. Октетные формулы Льюиса. Приведите примеры.

9. Напишите октетные формулы для следующих соединений:  
 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ ;  $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ ;  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ;  $\text{CH}_3-\text{NO}_2$ ;  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$
10. Дайте характеристику электронного строения атома углерода в основном и возбужденном состояниях.
11. Назовите вид гибридизации атомов в следующих соединениях:  
 а)  $\text{CCl}_4$ , б)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CHO}$ , в)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ , г)  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ .
12. Дайте определение  $\sigma$ - и  $\pi$ -связям. Приведите примеры.
13. Изобразите атомно-орбитальные модели следующих молекул:  
 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$        $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$        $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$   
 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$        $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$        $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$
14. Что такое электроотрицательность? Как изменяется электроотрицательность элементов в периодической системе Д.И. Менделеева?
15. Индуктивный эффект ( $\pm I$ -эффект). Дайте определение и приведите примеры.
16. Покажите направление индуктивного эффекта в следующих соединениях:
- $\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$      $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$      $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$      $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$      $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{Li}}{\text{C}}}-\text{CH}-\text{Li}$
17. Электроноакцепторные и электронодонорные заместители. Примеры.
18. Эффект сопряжения ( $\pm M$ -эффекты). Определение, примеры.
19. Эффект сверхсопряжения. Определение. Примеры.
20. Покажите эффекты электронных смещений в следующих соединениях:



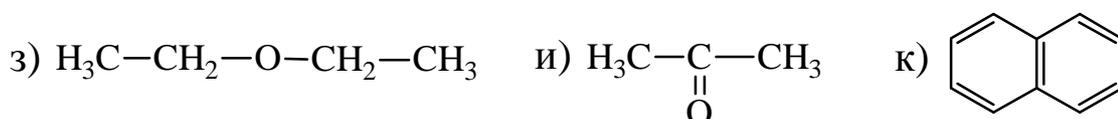
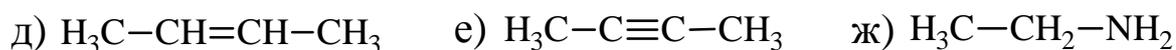
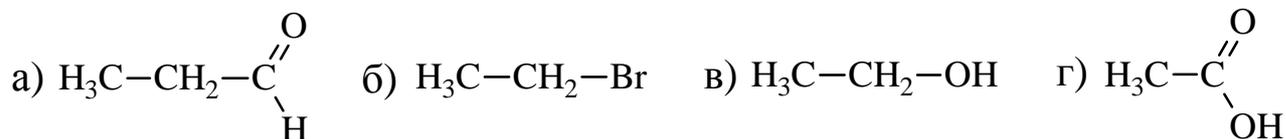
21. Содержат ли указанные соединения атомы с неподеленными электронными парами:



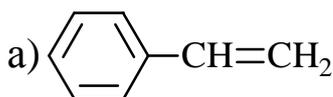
## КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. КИСЛОТЫ И ОСНОВАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Что является предметом изучения органической химии? Чем обусловлено выделение органической химии в самостоятельную научную дисциплину? Укажите причины многообразия органических соединений.

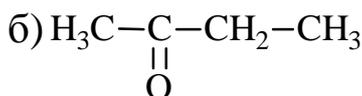
2. Определите принадлежность к классу следующих соединений:



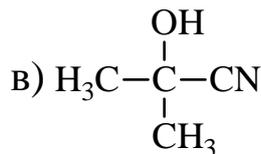
3. Определите функциональные группы в следующих соединениях:



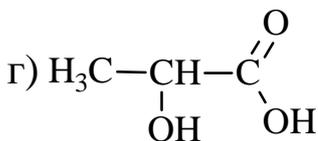
стирол



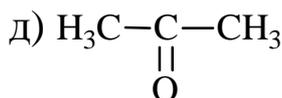
метилэтилкетон



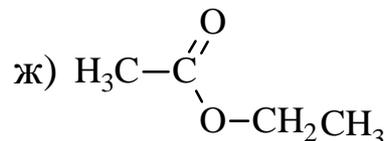
циангидрин  
ацетона



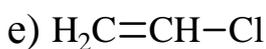
молочная  
кислота



ацетон



этилацетат



винилхлорид

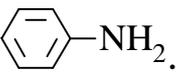
4. К какому классу следует отнести следующие соединения:

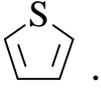
а) бутан;

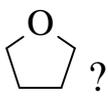
б) ацетон  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ;

в) хлороформ  $\text{CHCl}_3$ ;

г) циклобутан;

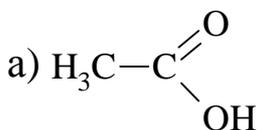
д) анилин 

е) тиофен 

ж) тетрагидрофуран  ?

5. Дайте определение понятиям «кислота» и «основание» с точки зрения протолитической теории Бренстеда. Приведите примеры органических и неорганических кислот и оснований.

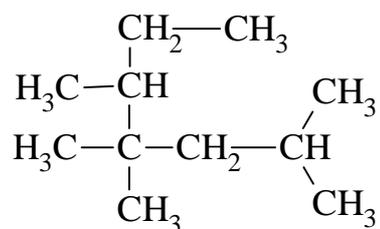
6. Среди представленных ниже соединений укажите: а) кислоты Льюиса, б) основания по Бренстеду.



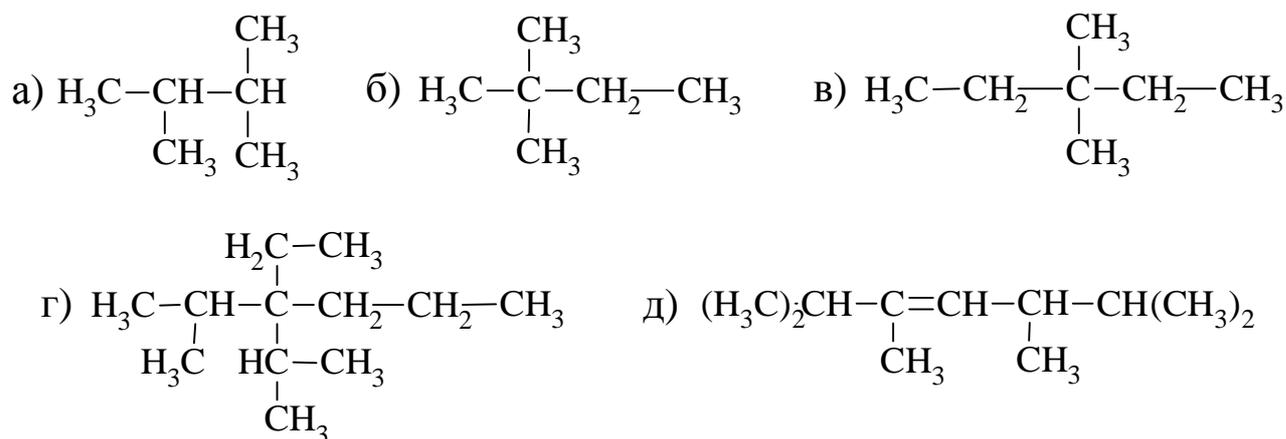
**НАСЫЩЕННЫЕ ИЛИ ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ  
(ПАРАФИНЫ, АЛКАНЫ). ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА.  
СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКАНОВ. СТРОЕНИЕ,**

## ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Какие из следующих углеводородов:  $C_2H_4$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5H_{12}$ ,  $C_7H_{14}$ ,  $C_8H_{18}$ ,  $C_{12}H_{26}$ ,  $C_{11}H_{20}$ ,  $C_2H_2$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_8H_6$  являются предельными?
2. Напишите структурные формулы всех изомеров *n*-гексана и назовите их. Укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.
3. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов с общей формулой:  $-C_2H_5$ ,  $-C_3H_7$ ,  $-C_4H_9$ ,  $-C_5H_{11}$ . Назовите их.
4. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
  - а) метилэтилпропилметан;
  - б) метилдиизопропилметан;
  - в) трипропилметан;
  - г) метилизопропилизобутилметан.
5. Напишите структурные формулы следующих углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре:
  - а) этилдиизопропилметан;
  - б) изопропил-втор-бутил-трет-бутилметан;
  - в) метилэтилизобутилметан;
  - г) триметил-втор-бутилметан;
  - д) диэтил-втор-бутил-трет-бутилметан.
6. Назовите соединение по систематической и рациональной номенклатурам и отметьте в нем первичные, вторичные, третичные и четвертичные углеродные атомы:



7. Назовите следующие соединения по систематической и рациональной номенклатурам:

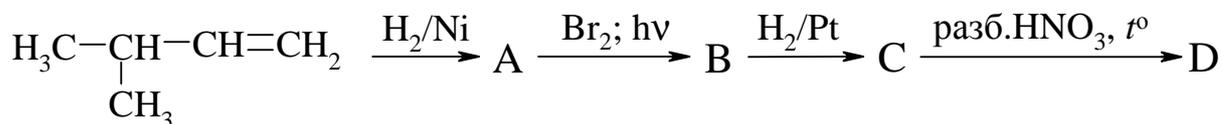


8. Напишите структурную формулу углеводорода состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  с наибольшим числом метильных групп и назовите его по систематической и рациональной номенклатурам.
9. Какие углеводороды образуются при нагревании следующих соединений с едким натром:
- а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$       б)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COONa}$ ?
10. Изобразите атомно-орбитальные модели пропана, изобутана, изопентана, изопропила, *трет*-бутила.
11. Какие побочные вещества образуются при получении пентана по следующей схеме:
- $$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I} + \text{ICH}_2\text{CH}_3 + 2\text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{NaI}$$
12. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на следующие смеси:
- а) йодистый метил и йодистый этил;  
 б) бромистый этил и бромистый пропил.
13. Какие углеводороды образуются при электролизе водных растворов калиевых солей уксусной, пропионовой и изомасляной кислот? Напишите уравнения реакций.
14. Какие углеводороды можно получить из Na-соли масляной кислоты ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COONa}$ ) ? Полученным соединениям дайте название по двум номенклатурам.



21. Какова структурная формула углеводорода  $C_5H_{12}$ , если известно, что при его нитровании получается только первичное нитросоединение  $C_5H_{11}NO_2$ ?

22. Осуществите схему химических превращений и напишите механизм реакции образования соединения В:



23. В.В. Марковников выделил из бакинской нефти углеводород  $C_6H_{14}$ . При нитровании по Коновалову было получено третичное нитросоединение  $C_6H_{13}NO_2$ . Напишите структурную формулу углеводорода.

24. Уменьшится или увеличится объем газа при превращении метана в ацетилен и во сколько раз?

25. Установите структуру углеводорода  $C_8H_{18}$ , если он может быть получен по реакции Вюрца из первичного галоидного алкила в качестве единственного продукта реакции, а при его моонитровании образуется третичное нитросоединение.

26. Напишите структурные формулы углеводорода  $C_6H_{14}$ , образующего при бромировании только два монопроизводных. Назовите углеводород по двум номенклатурам и напишите реакцию бромирования. Покажите механизм бромирования.

27. В пробирку с газоотводной трубкой поместили смесь пропионата натрия ( $CH_3-CH_2-COONa$ ) с натронной известью ( $NaOH+Ca(OH)_2$ ) и нагрели. Выделившийся газообразный продукт собрали и запаляли в ампуле с 10%-ной  $HNO_3$ . Запаянную ампулу подвергали нагреванию при  $140-150^\circ C$  и при этом получили маслянистую жидкость. Назовите конечный продукт и напишите все реакции.

28. Осуществите схему превращений:

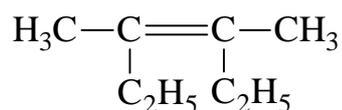


Напишите механизм реакции с бромом и назовите полученный продукт по обеим номенклатурам.

## ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКЕНЫ, ОЛЕФИНЫ). ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА. СТРОЕНИЕ АЛКЕНОВ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

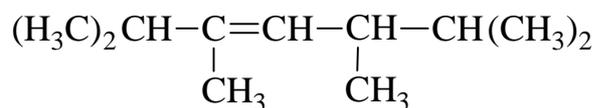
- Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - 3-метил-1-пентен;
  - 2,4-диметил-1-пентен;
  - 3,3,5-триметил-1-гексен.
- Напишите изомеры  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  и дайте им название по двум номенклатурам.
- Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:
  - $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \quad || \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ || \quad \quad \quad | \\ \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH} \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
- Напишите формулы геометрических изомеров следующих углеводородов:
  - $$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
- Напишите для  $\alpha,\beta$ -диизобутилэтилена *цис*- и *транс*-изомеры и назовите их по систематической номенклатуре.
- Правильно ли названо соединение по систематической номенклатуре 2-этил-2-бутен? Назовите это соединение по рациональной номенклатуре.

7. Назовите по рациональной и систематической номенклатурам



Будет ли это соединение иметь геометрические изомеры?

8. Назовите по систематической номенклатуре



9. Напишите структурные формулы изопропилэтилена и тетраэтилэтилена. Назовите эти соединения по систематической номенклатуре.

10. Правильно ли названо соединение 2,3-диэтил-4-октен? Проверьте название, исправьте, если оно неверное и дайте анализ связей.

11. Назовите по рациональной и систематической номенклатурам следующие соединения:



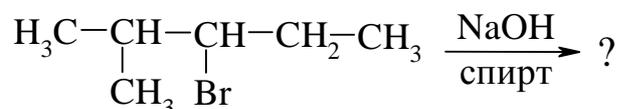
Какое из этих соединений будет иметь пространственные изомеры? Назвать их по *E,Z*-номенклатуре.

12. Изобразите строение пропилена, 4-изобутилена, 2-бутена, используя  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизованные орбитали атомов углерода и *s*-орбитали атомов водорода.

13. Назовите соединения по системе ИЮПАК:



14. Допишите реакцию и назовите полученное соединение по двум номенклатурам:



15. Какие углеводороды в качестве основного продукта реакции получатся при дегидратации следующих спиртов:



Полученные соединения назовите по двум номенклатурам.

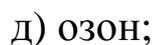
16. При нагревании 3-бром-2-метилпентана со спиртовой щелочью получается непредельный углеводород. Напишите уравнение реакции и назовите полученный углеводород. Какой углеводород получится в этих же условиях из:



17. Какие реагенты надо использовать, чтобы синтезировать 3,4-диметил-3-гексен из следующих веществ:



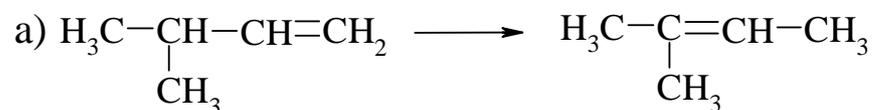
18. Напишите реакции пропилена со следующими веществами:



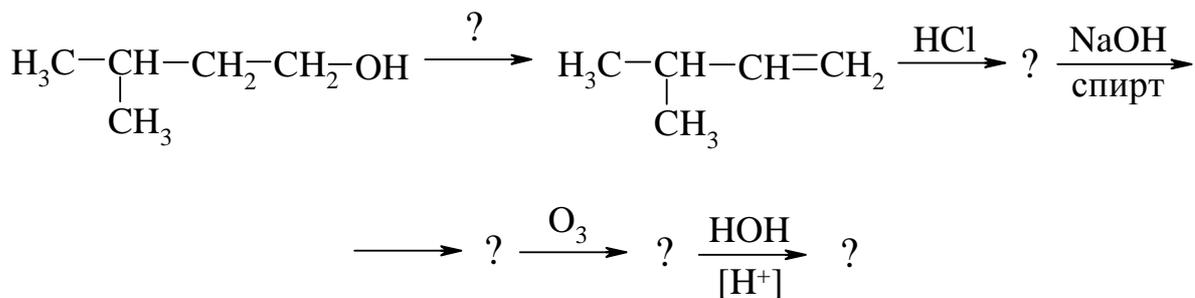
19. Напишите уравнения реакций гидробромирования следующих углеводородов:



20. Осуществите схемы следующих превращений (какие реагенты надо использовать?):

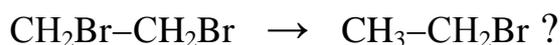






Напишите механизм гидрогалогенирования (реакция 2).

30. Каким образом можно осуществить превращение:

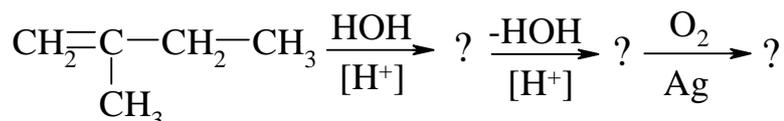


31. Осуществите схемы химических превращений:



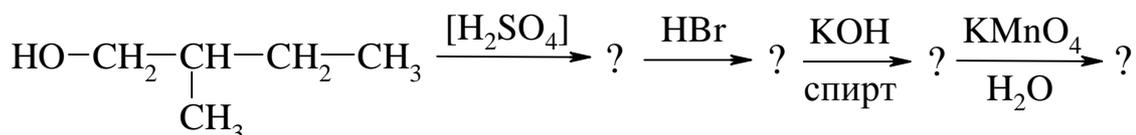
32. Напишите схему гидрирования 2-бутена и 4-метил-2-пентена. Укажите применяемые катализаторы. Какова роль катализатора в процессе гетерогенного катализа?

33. Осуществите цепь химических превращений:



Напишите механизм первой стадии в цепи превращений.

34. Осуществите следующие химические превращения:



35. Покажите строение полиизобутилена.

36. Напишите продукт сополимеризации пропилена и винилбензола.

37. Напишите сополимер 2-бутена и этилена.

38. Проведите ступенчатую полимеризацию изобутилена (3 молекулы).

39. Напишите продукт цепной, линейной полимеризации пропилена, 3-метил-1-бутена, 2-метил-2-бутена.

**АЦЕТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКИНЫ).  
ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА.  
СТРОЕНИЕ АЛКИНОВ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И  
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

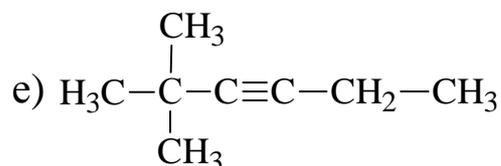
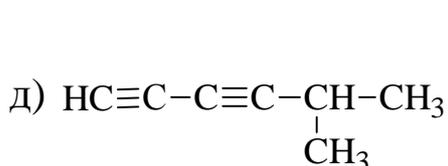
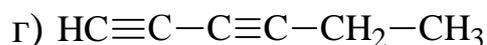
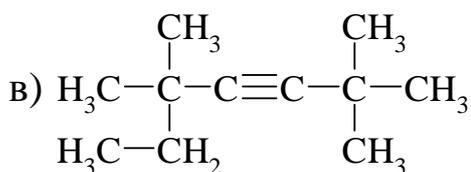
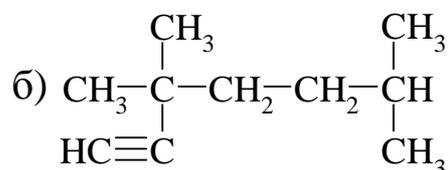
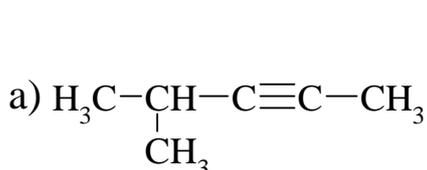
1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

а) 4,4-диметил-3-этил-1-пентин

б) диметилацетилен

в) *трет*-бутилацетилен

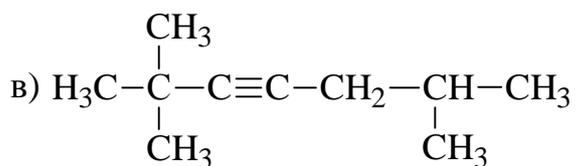
2. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



3. Назовите соединения по рациональной номенклатуре:

а)  $(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

б) 
$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$



4. Напишите уравнение реакции между избытком спиртового раствора щелочи и следующими соединениями:

а) 3,3-дихлорпентаном;      б) 2,2-дибром-3,3-диметилбутаном.

5. Какие дигалогенпроизводные надо взять, чтобы при отщеплении двух молекул галогенводорода получить следующие соединения:

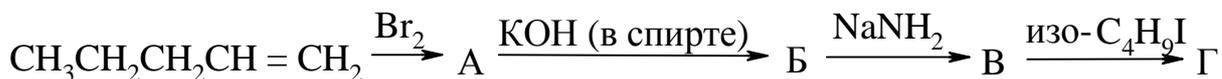
а) диметилацетилен;      б) метилизопропилацетилен.

6. Напишите, с помощью каких реактивов и в каких условиях можно получить

а) 2-бутин из 1-бутина;      б) метилэтилацетилен из 2-пентена;  
в) 2-бутин из *n*-бутана.

7. Какое соединение образуется при последовательной обработке 1-бутина метилатом натрия и бромистым этилом?

8. Какие соединения образуются в следующей цепи превращений:



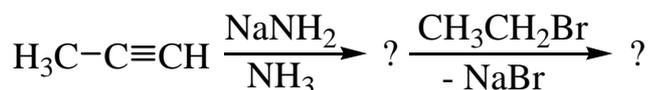
9. Напишите реакцию метилацетилена со следующими веществами:

а) водород (в присутствии катализатора, какого?);  
б) бром;  
в) бромистый водород;  
г) натрий (металлический);  
д) аммиачный раствор оксида серебра.

Назовите полученные соединения.

10. Осуществите превращение: 3-метил-1-бутен в 3-метил-1-бутин.

11. Назовите алкин, который является конечным продуктом в приведенной схеме реакций:



12. Из 1-бутена получите 2-бутин. Напишите реакцию 2-бутина с  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ .

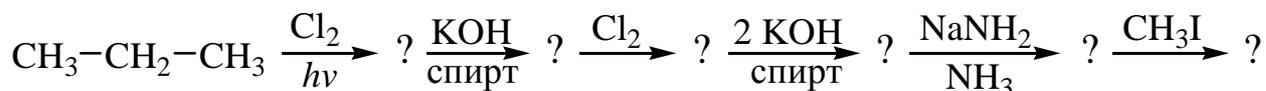
13. Из 2-бутена получите 2-бутин. Напишите реакцию 2-бутина с  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

14. Как осуществить превращение:



15. Какие дигалогенпроизводные следует взять для получения метил-изопропилацетилена? Дайте название алкину по систематической номенклатуре.

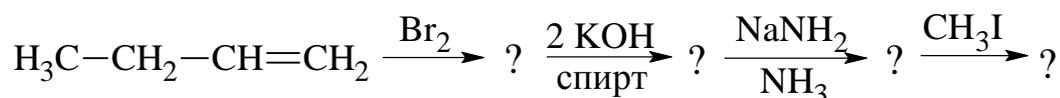
16. Какой продукт получится в результате осуществления следующей цепи превращений:



17. Осуществите следующее превращение:

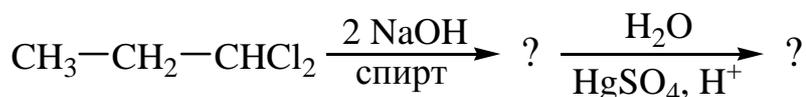


18. Осуществите схему превращений:

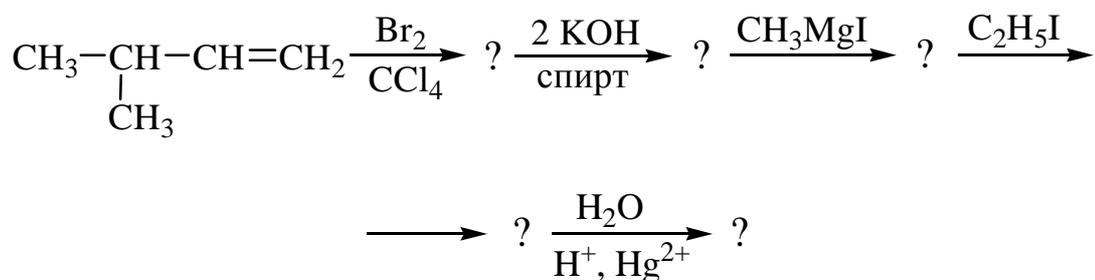


19. Из ацетилена получите этилацетилен и напишите реакции этилацетилена со следующими веществами: а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{HOH}$  [ $\text{H}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ]; в) уксусной кислотой [ $\text{H}_3\text{PO}_4$ ]; г) этиловым спиртом [ $\text{EtONa}$ ].

20. Осуществите схему химических превращений:



21. Осуществите схему химических превращений:

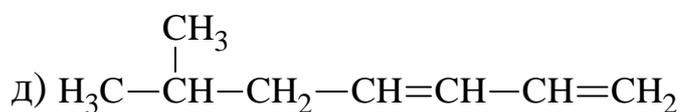
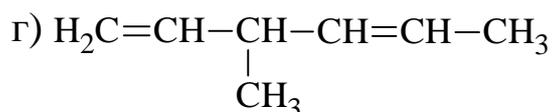
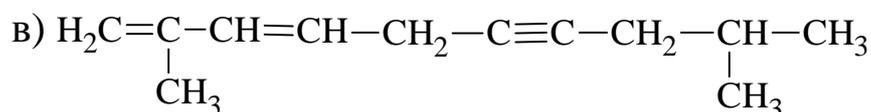
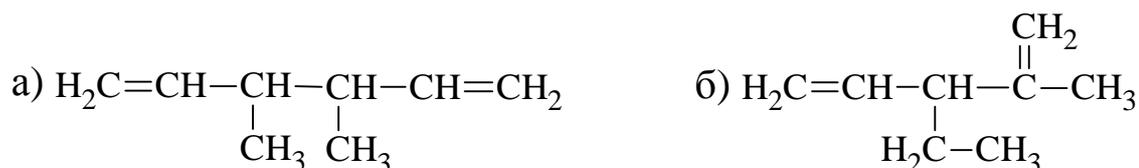


22. При помощи каких химических реакций можно отличить этилацетилен от диметилацетилена?
23. С помощью каких реакций различить:
- а) этан и ацетилен;                      б) этилен и ацетилен?
24. Как разделить смесь этана, этилена и ацетилена?
25. М.Г. Кучеров синтезировал из ацетилена уксусный альдегид (условия?). Напишите уравнения реакции Кучерова для следующих соединений:
- а) 1-пентин;    б) изопропилацетилен;    в) *трет*-бутилацетилен.
26. Напишите схемы реакций ацетилена со следующими соединениями (в присутствии соответствующих катализаторов):
- а) этиловый спирт;                      б) синильная кислота;  
 в) муравьиный альдегид;              г) уксусный альдегид;  
 д) ацетон.
27. Установите структурную формулу  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , если он присоединяет 4 атома брома, не реагирует с аммиачным раствором оксида меди (I), а при кипячении с водой в присутствии сульфата ртути образует пропилэтилкетон.
28. Определите структурную формулу углеводорода  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ , который при гидрировании дает 3-метилгексан, в условиях реакции Кучерова присоединяет одну молекулу воды с образованием кетона и не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра.

29. Напишите структурную формулу углеводорода состава  $C_6H_{10}$ , если известно, что он реагирует с бромом, с аммиачным раствором оксида серебра, при гидратации дает метил-*трет*-бутилкетон.
30. Углеводород состава  $C_6H_{10}$  обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия, при окислении образует уксусную и изомаляновую кислоты. Напишите структурную формулу углеводорода.

### УГЛЕВОДОРОДЫ С ДВУМЯ ЭТИЛЕНОВЫМИ СВЯЗЯМИ (АЛКАДИЕНЫ). НОМЕНКЛАТУРА. СТРОЕНИЕ, ИЗОМЕРИЯ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Назовите следующие соединения:

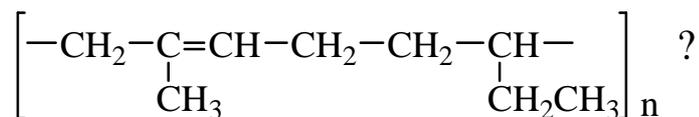


2. При действии спиртовой щелочи на 3-бром-2-метил-2-бутен получается диеновый углеводород. Какие углеводороды получатся в этих условиях, если использовать:

- а) 1,5-дибромгексан;      б) 2,4-дибром-2-метилбутан;



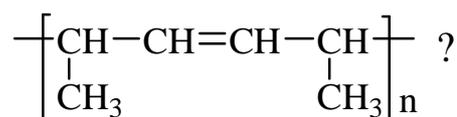
12. Какие мономеры были использованы в реакции сополимеризации, если в результате получили следующую полимерную цепь:



13. Даны три изомерных углеводорода: 1-гексин, 2-гексин, 1,3-гексадиен. Действием какого реагента можно определить, в каком сосуде был углеводород 1-гексин?

14. При взаимодействии гексадиена с бромом получился 2,5-дибром-3-гексен. Какое строение имел исходный углеводород?

15. Из какого мономера можно получить полимер указанного строения:

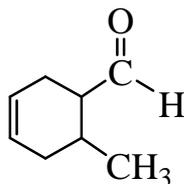


16. Напишите схемы сополимеризации 1,3-бутадиена а) со стиролом  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ , б) с акрилонитрилом  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ .

17. Напишите схему озонлиза 1,4-пентадиена и изобразите структуру полимеров на его основе.

18. Какое соединение образуется при взаимодействии эквимолькулярных количеств бромистого водорода и бутадиена-1,3 по механизму радикального присоединения (в присутствии  $\text{H}_2\text{O}_2$ )?

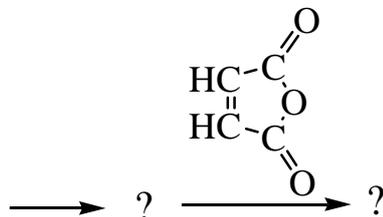
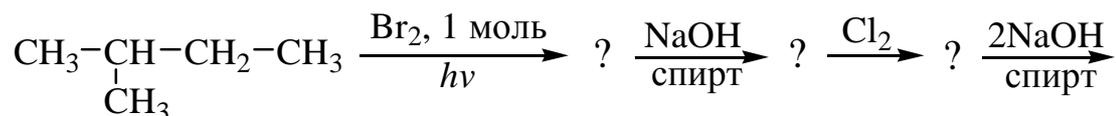
19. Выберите пару - диен и диенофил, которые при диеновом синтезе по Дильсу-Альдеру образуют соединение:



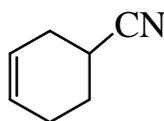
20. Осуществите следующее превращение:



21. Осуществите схему химических превращений:



22. По реакции Дильса-Альдера получите соединение:



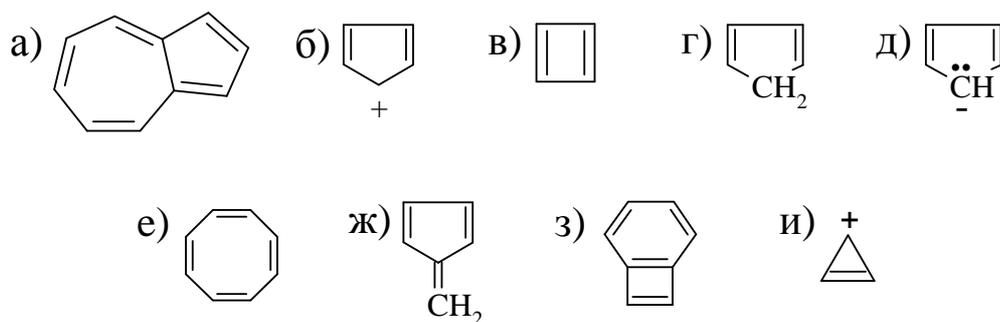
Каков исходный диен? Назовите его и получите полимер на его основе.

23. Напишите уравнения реакций:

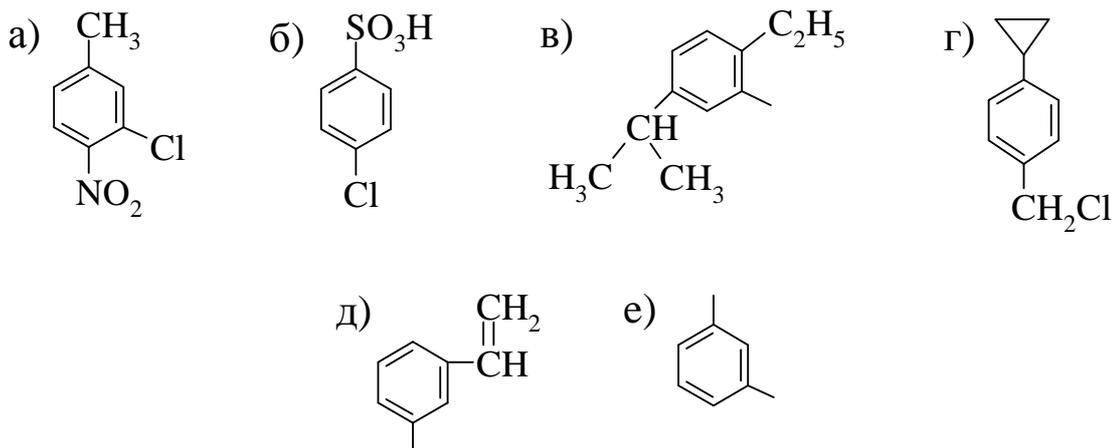


**АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ. ПОНЯТИЕ АРОМАТИЧНОСТИ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД БЕНЗОЛА. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРОЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

1. Дайте современную интерпретацию понятию "ароматичность". Перечислите критерии ароматичности. Сформулируйте правило Хюккеля. Какие из приведенных структур являются ароматическими и неароматическими?

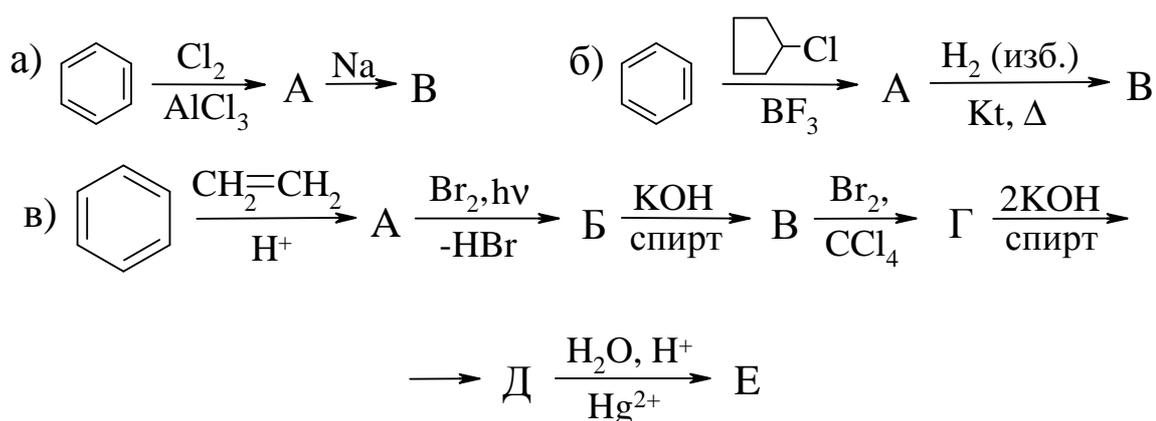


2. Назовите следующие соединения и радикалы:

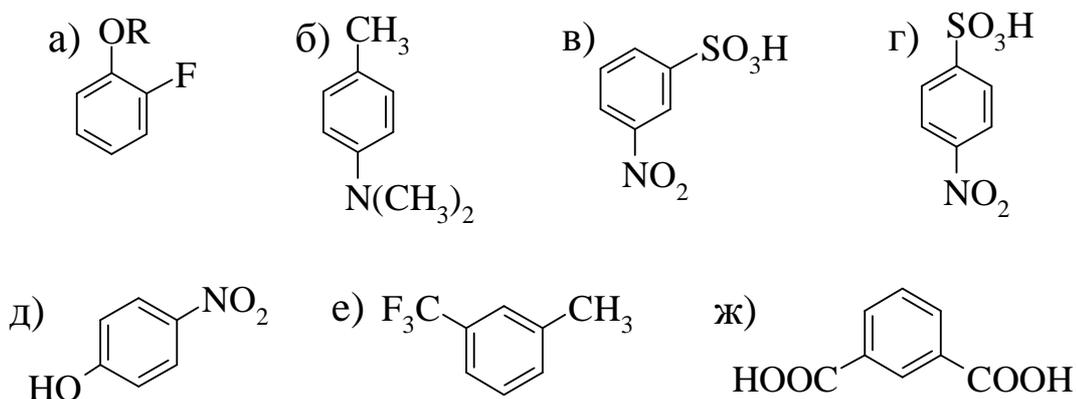


3. Какие факторы влияют на количественное соотношение *орто*- и *пара*-изомеров при электрофильном замещении в бензольном ядре? Приведите примеры.

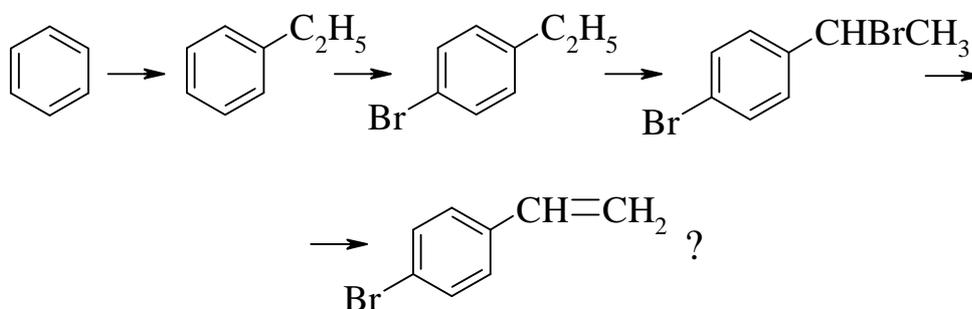
4. Осуществите превращения:



5. Определите положение, в которое преимущественно будет протекать электрофильное замещение следующих соединений:

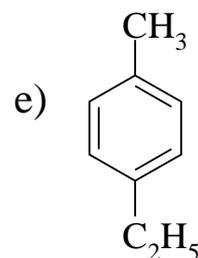
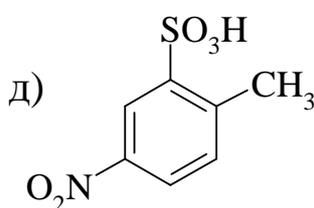
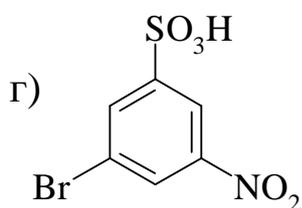
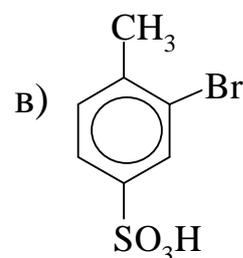
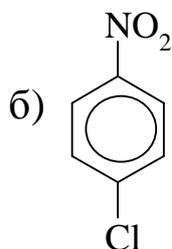
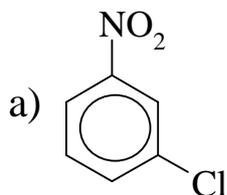


6. Расположите в ряд по лёгкости монобromирования в ядро следующие соединения: 1) бензол; 2) *m*-динитробензол; 3) толуол; 4) *m*-ксилол; 5) *n*-нитротолуол. Напишите формулы продуктов реакции.
7. Сколько изомерных триметилбензолов образуется при пропускании пропина через трубку с активированным углём, нагретую до 500°C?
8. Действием каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующие превращения:



9. Образование каких соединений можно ожидать при действии на бензол следующих реагентов (в скобках указан катализатор): а)  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ); б)  $\text{HCl} + \text{CO}$  [ $\text{AlCl}_3$ ]; в)  $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$  [ $\text{AlBr}_3$ ]; г)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  [ $\text{AlCl}_3 + \text{HCl}$ ]; д)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$  [ $\text{BF}_3$ ]? Приведите механизмы этих реакций.
10. Объясните, почему при хлорировании хлорбензола *o*- и *n*-изомеры образуются в соотношении 7:9, а при бромировании – 1:9?

11. Перечислите факторы, которые оказывают влияние на соотношение изомеров в реакциях электрофильного замещения у производных бензола. Учитывая эти факторы, предложите наиболее рациональные пути синтеза приведённых ниже соединений из бензола (считайте, что смесь *o*- и *p*-изомеров можно разделить на индивидуальные соединения):



12. Какие соединения образуются из этилбензола и *n*-ксилола при действии указанных окислителей: а)  $O_3$ , затем  $Zn$  в  $CH_3COOH$ ; б)  $KMnO_4$  в  $H_2SO_4$ ,  $t^\circ$ ? Приведите полные уравнения реакций.

13. Какие соединения являются продуктами приведённых ниже реакций:



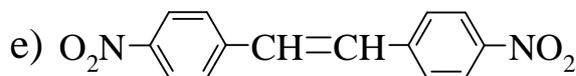
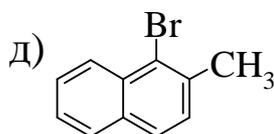
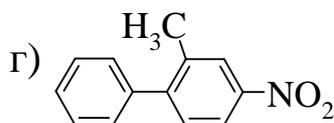
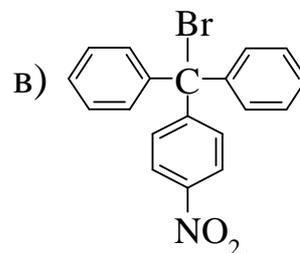
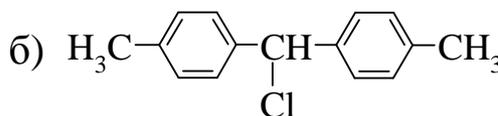
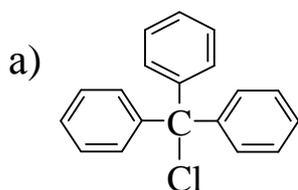
14. Соединение  $C_9H_{10}$  обесцвечивает бромную воду и раствор  $KMnO_4$  на холоду. При нагревании с водным раствором  $KMnO_4$  образуется

фталевая кислота (1,2-бензолдикарбоновая кислота). Установите строение исходного соединения.

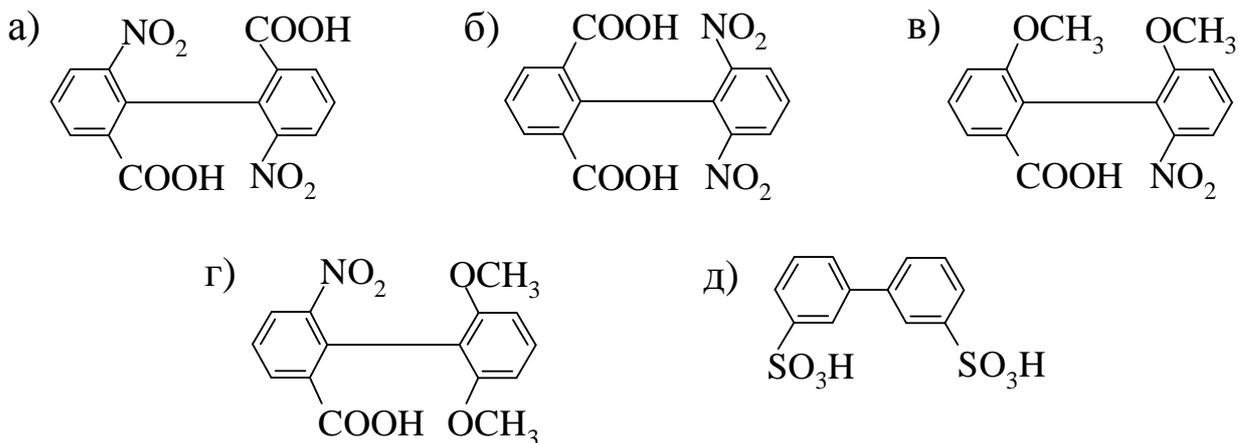
15. Какова формула углеводорода состава  $C_{12}H_{18}$ , если при окислении он образует бензолтрикарбоновую кислоту, а при бромировании эквимолекулярным количеством брома в присутствии  $FeCl_3$  – только одно монобромпроизводное?
16. Определите строение соединения  $C_8H_8$ , которое обесцвечивает бромную воду, легко полимеризуется, при окислении дает бензойную кислоту.

## ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С ИЗОЛИРОВАННЫМИ ЯДРАМИ. НОМЕНКЛАТУРА. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Назовите следующие соединения:



2. Какие особенности строения производных дифенила связаны с появлением у них оптической изомерии (атропоизомерии)? Из приведенных соединений выберите те, которые могут существовать в виде энантиомеров.



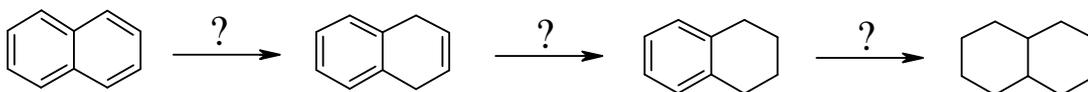
## АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ С КОНДЕНСИРОВАННЫМИ ЯДРАМИ. НОМЕНКЛАТУРА, ИЗОМЕРИЯ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРОЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- Приведите структурные формулы соединений:
 

а) 1-метилнафталина;	б) 2-бромнафталина;
в) $\alpha$ -нафтола;	г) $\beta$ -нафтиламина;
д) 1,8-динитронафталина;	е) 1,4-дигидроксинафталина;
ж) 1,2,3,4-тетрагидронафталина (тетралина);	
з) 1-гидроксиантрацена;	и) 9-бромантрацена;
к) антрахинона;	л) 9,10-дигидрофенантрена;
м) 9-формилфенантрена;	
н) ализарина (1,2-дигидроксиантрахинона).	
- Сравните ароматичность антрацена и фенантрена. Какое из этих соединений будет вступать в реакцию циклоприсоединения с малеиновым ангидридом?
- Напишите реакции нафталина со следующими реагентами: а) Na, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 78°C; б) Na, C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH, 132°C; в) 5H<sub>2</sub>, Ni, 300°C, p; г) CrO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH; д) O<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 450°C; е) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Назовите образующиеся соединения. Объясните, почему при окислении нафталина

не в очень жестких условиях затрагивается только одно бензольное кольцо.

4. Осуществите превращение:



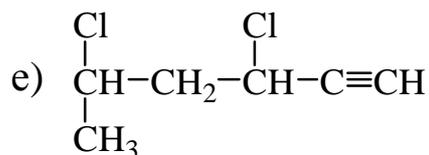
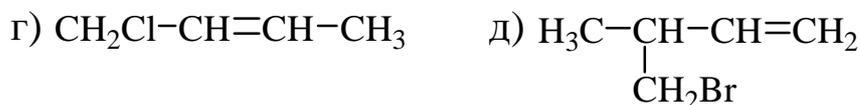
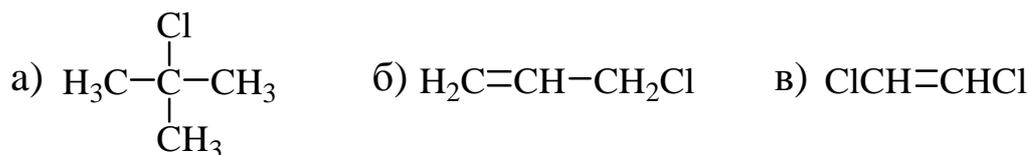
Какая из стадий протекает наиболее трудно и почему?

## ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ. НОМЕНКЛАТУРА. СТРОЕНИЕ, ИЗОМЕРИЯ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- |                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| а) 1,2-дихлорбутан;               | б) 4-бром-2-метилпентан; |
| в) 1-хлор-2-метил-1,3-бутадиен;   |                          |
| г) 1-хлор-2-бром-3-метилпентен-1; |                          |
| д) 3-хлор-3-метил-1,4-пентадиен;  |                          |
| е) изобутилбромид;                | ж) хлористый винил.      |

2. Назовите следующие соединения:

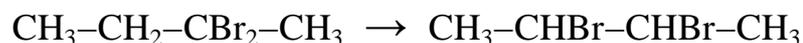


3. Напишите все изомеры соединений  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$  и назовите их.

4. Из пропилена получите 1,2,3-трихлорпропан.

5. Определите структурную формулу соединения состава  $C_7H_7Cl$ , которое при хлорировании избытком хлора на свету превращается в соединение  $C_7H_4Cl_4$ , образующее в результате гидролиза *o*-хлорбензойную кислоту.

6. Осуществите схему химических превращений:



7. Запишите реакции: а) пентан-1-ола и б) пентан-2-ола с  $HBr$  при нагревании. Приведите механизмы реакций. Изобразите энергетические диаграммы реакций. Какая побочная реакция при этом протекает? Для какого спирта вклад побочной реакции выше и почему?

8. Приведите формулы изомеров  $C_4H_7Br$ . Дайте названия по систематической номенклатуре.

9. Какие непредельные соединения (алкены, алкины) можно использовать для синтеза 2,3-дибромбутана ?

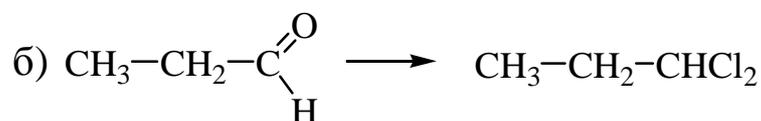
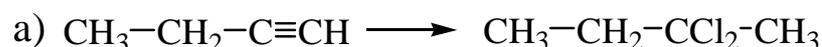
10. Напишите все изомерные соединения состава  $C_4H_8Br_2$  и назовите их.

11. Из каких ненасыщенных углеводородов с тем же углеродным скелетом и каким образом можно получить следующие соединения:

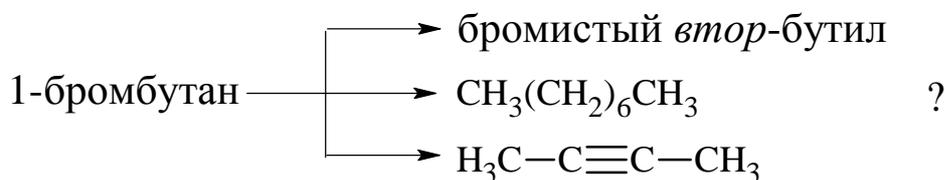
а) третичный бутилбромид;      б) 2,3-дибромпентан?

12. Из соответствующего олефина получите 2-йод-2-метилбутан и напишите уравнения реакций его с  $HI$ ,  $Mg$ ,  $Na$ ,  $Li$ ,  $NH_3$ ,  $KCN$ .

13. Как осуществить следующие превращения (укажите условия):



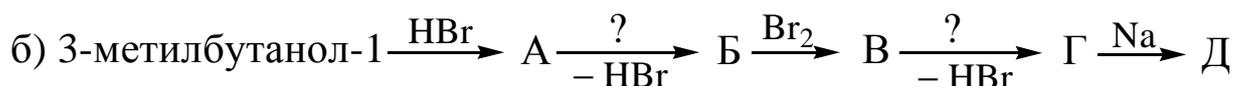
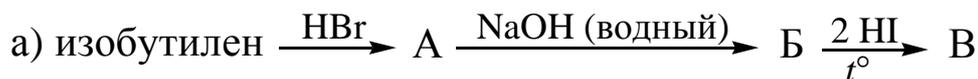
14. Как установить наличие галогена в органическом соединении?
15. Напишите для йодистого изопропила реакции со следующими реагентами:  
а) KCN; б) NH<sub>3</sub>; в) Na; г) NaNO<sub>2</sub>; д) CH<sub>3</sub>COOAg; е) Mg.
16. Какие продукты образуются при взаимодействии 1-бромпентана с H<sub>2</sub>; Mg; Na; KCN; C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa, CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOAg ?
17. Напишите для хлористого изобутила реакции со следующими реагентами:  
а) цианистый калий; б) аммиак; в) металлический натрий;  
г) спиртовой раствор едкого кали;  
д) водный раствор едкого кали;  
е) нитрит серебра; ж) метилат натрия;  
з) ацетат серебра; и) магний; к) H<sub>2</sub>/Ni.
18. При помощи каких реагентов можно осуществить превращения:



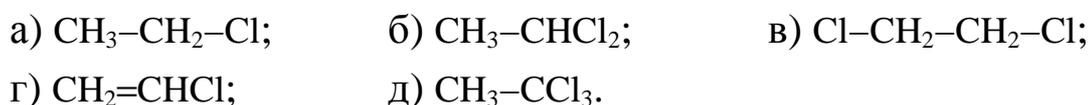
19. Напишите уравнения последовательных реакций:



20. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в следующих схемах:



21. Напишите уравнения гидролиза следующих галогенпроизводных:



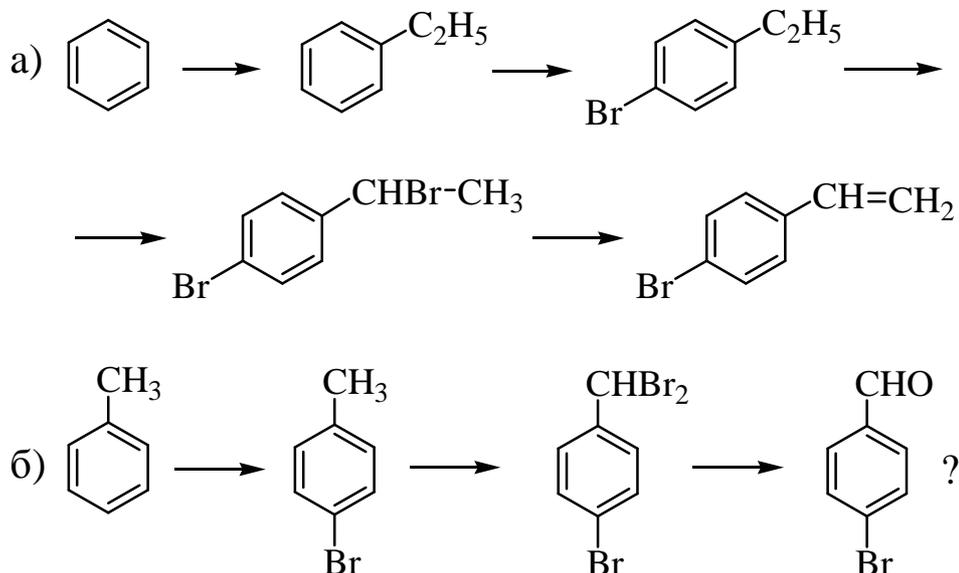


б) легко образуется из углеводорода  $C_9H_{12}$  при его бромировании на свету; в) при действии спиртового раствора щелочи превращается в соединение, существующее в виде *цис-транс*-изомеров.

30. Как получить 2,2-дихлорбутан из 2,3-дихлорбутана?
31. Представьте возможный механизм гидролиза 2-йод-1-фенилпропана водным раствором щелочи. Какая побочная реакция будет при этом протекать? Почему? Запишите уравнение этого превращения.
32. Установите структурную формулу ароматического соединения  $C_8H_8ClBr$ , которое обладает оптической активностью, а при взаимодействии с водой превращается в соединение  $C_8H_9OBr$ . Последнее при окислении образует галогензамещенную кислоту, нитрование которой приводит к образованию одного изомера.
33. Какое из соединений (а) или (б) более активно в реакции  $S_N$ ? Запишите уравнение и подробно рассмотрите механизм взаимодействия этого соединения с  $NaOH$ :
- а) 4-нитрохлорбензол      б) 2,4-динитрохлорбензол.
34. Определите структурную формулу ароматического соединения состава  $C_8H_9Br$ , которое: а) получается бромированием на свету углеводорода  $C_8H_{10}$ ; б) легко гидролизуется водой по  $S_N1$ -механизму с образованием первичного спирта. Углеводород  $C_8H_{10}$  при бромировании в присутствии  $FeBr_3$  дает только одно монобромпроизводное.
35. Из бензола получите *о*-нитрохлорбензол. Для последнего напишите реакцию с этилатом натрия.
36. Соединение состава  $C_6H_{13}Br$  легко вступает в реакцию гидролиза водной щелочью, протекающую по  $S_N1$ -механизму. Продукт его гидролиза после дегидратации и последующего озонолиза дает

смесь пропаналя и диметилкетона. Предложите структурную формулу искомого соединения.

37. Действием каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующие превращения:

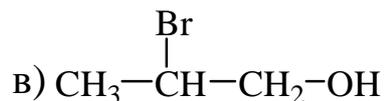
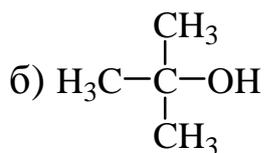
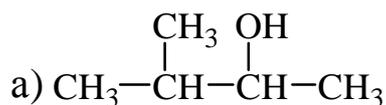


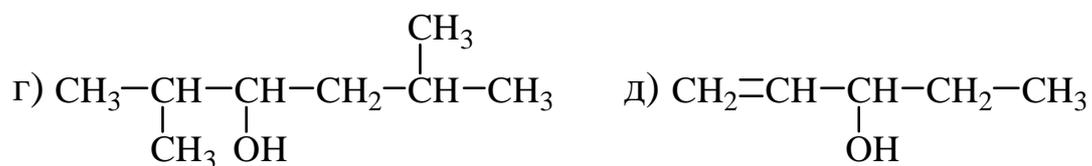
## ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ. НОМЕНКЛАТУРА. СТРОЕНИЕ, ИЗОМЕРИЯ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| а) трет-бутиловый спирт;       | б) 2-метил-3-пентанол;  |
| в) 3-этил-3-гексанол;          | г) 1,4-бутиндиол;       |
| д) метилэтилизопропилкарбинол; | е) диизопропилкарбинол. |

2. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



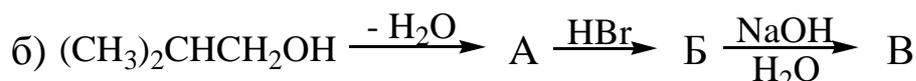


3. Напишите и назовите все соединения с общей формулой  $\text{C}_5\text{H}_9\text{OH}$  по рациональной и систематической номенклатурам.
4. Напишите структурные формулы изомеров спирта  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ . Назовите их, отметьте вторичные и третичные спирты.
5. Напишите структурные формулы ненасыщенных спиртов состава  $\text{C}_4\text{H}_7\text{OH}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_9\text{OH}$  и назовите их. Отметьте структуры, имеющие *цис*-, *транс*-изомеры.
6. Какие спирты образуются в результате щелочного гидролиза следующих соединений:
  - а) бромистый изобутил;
  - б) иодистый изопропил?
 Назовите полученные соединения.
7. Какие спирты получают при гидратации по А.М. Бутлерову следующих этиленовых углеводородов:
  - а) пропилен;
  - б) изобутилен;
  - в) 2,2-диметилгексен-3?
 Какие олефины образуются при дегидратации получающихся спиртов?
8. Назовите одноатомные спирты, получающиеся при восстановлении следующих карбонильных соединений:
  - а)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\parallel}}\text{C}-\text{C}_2\text{H}_5$
  - б)  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{HC}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\parallel}}\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
  - в)  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{HC}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{H}$
9. Получите всеми способами третичный бутиловый спирт и напишите для него реакции с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $\text{Na}$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SOCl}_2$ .

10. Каким путем можно осуществить переход от изопропилкарбинола к триметилкарбинолу? Последний подвергните дегидратации в присутствии  $H_2SO_4$  и покажите механизм реакции.
11. Получите по реакции Гриньяра а) бензиловый спирт, б) диметилфенилкарбинол, в) дифенилкарбинол.
12. Какие спирты образуются при взаимодействии иодистого магния со следующими карбонильными соединениями:  
а) уксусный альдегид; б) изомасляный альдегид;  
в) метилэтилкетон?
13. Руководствуясь строением, укажите, какой из следующих спиртов имеет более высокую температуру кипения:  
1-октанол; 2,2,4-триметил-3-пентанол; 2-метил-4-гептанол.
14. Напишите уравнения реакции *втор*-бутилового спирта со следующими веществами:  
а) металлический натрий; б) метилмагнийиодид;  
в) бромистоводородная кислота; г) трехбромистый фосфор;  
д) хлористый тионил.
15. Какие органические вещества (не менее четырех) могут быть получены из этилового спирта при взаимодействии с серной кислотой в различных условиях? Напишите схемы этих реакций.
16. Какие вещества получаются при действии бихромата калия в присутствии серной кислоты на следующие спирты:  
а) *n*-бутиловый спирт; б) *втор*-бутиловый спирт?
17. Какие непредельные соединения получатся при дегидратации следующих спиртов:  
а) пропилового спирта; б) *трет*-бутилового спирта;  
в) метилэтилпропилкарбинола?  
Какие из этих спиртов легче подвергаются дегидратации?

18. Изоамиловый спирт дегидратировали, полученное соединение обработали бромистым водородом и продукт реакции гидролизировали водной щелочью. Напишите уравнения реакций и назовите конечные продукты.

19. Напишите структурные формулы промежуточных и конечных продуктов реакции в следующих превращениях:



20. Напишите реакции 1,2-пропандиола с Na, HBr, CH<sub>3</sub>COOH [H<sup>+</sup>], HNO<sub>2</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>.

21. Сравните отношение 1-фенилэтан-1-ола и фенола к следующим реагентам: а) HBr при нагревании; б) CH<sub>3</sub>COOH [H<sup>+</sup>], t<sup>o</sup>C; в) Br<sub>2</sub>. В чем причины наблюдаемых различий?

22. Спирт C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH дает при окислении кетон, а при дегидратации алкен, который, окисляясь, образует смесь кетона и кислоты. Определите строение исходного спирта.

23. Установите строение вещества C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>O, если известно, что оно не реагирует с металлическим натрием при комнатной температуре, при действии иодистоводородной кислоты на холоду образует иодистый алкил и спирт, превращающийся в ацетон при окислении.

24. Установите строение и синтезируйте соединение с эмпирической формулой C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O. Известно, что соединение реагирует с уксусным ангидридом с образованием вещества CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>9</sub>, реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, а также обесцвечивает раствор перманганата калия. При озонлизе соединения получается смесь пропионового и α-гидроксипропионового альдегидов.

25. Какой из спиртов: а)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$  или б)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  будет легче вступать в реакции с конц.  $\text{HCl}$  в присутствии  $\text{ZnCl}_2$  (мех.  $\text{S}_{\text{N}}1$ )? Напишите уравнения реакции и дайте объяснения. Назовите исходные спирты.
26. Приведите уравнения реакций промышленного и лабораторного способов получения аллилового спирта. Какие продукты образуются при взаимодействии аллилового спирта с  $\text{H}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{HBr}$ .

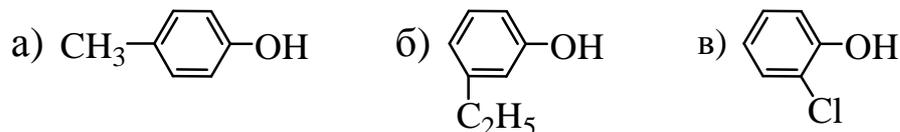
### **МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ. НОМЕНКЛАТУРА. СТРОЕНИЕ, ИЗОМЕРИЯ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

1. Напишите структурные формулы всех двухатомных спиртов с четырьмя углеродными атомами и назовите их.
2. Напишите схемы получения:
  - а) этиленгликоля из этилена;
  - б) глицерина из пропилена;
  - в) аллилового спирта из пропилена.
3. Напишите реакции 1,2-пропандиола с  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  [ $\text{H}^+$ ], реакции межмолекулярной и внутримолекулярной дегидратации.
  - а)  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
  - б)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
  - в)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
4. Напишите реакции 1,2-пропандиола с  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  [ $\text{H}^+$ ], реакции межмолекулярной и внутримолекулярной дегидратации.

### **ФЕНОЛЫ. ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА. СПОСОБЫ**

## ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ФЕНОЛОВ

1. Назовите следующие соединения:

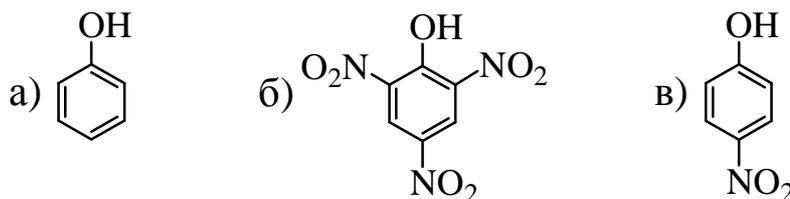


2. Напишите уравнения реакций, на которых основаны технические методы получения фенола.

3. Получите всеми способами *n*-крезол.

4. Напишите реакцию *m*-крезола с метиловым эфиром *n*-толуолсульфокислоты в присутствии NaOH.

5. Расположите следующие соединения в порядке возрастания кислотных свойств:



6. Напишите уравнения реакций и назовите вещества, образующиеся при взаимодействии фенолята калия со следующими соединениями:

- а) иодистый метил;      б) изоамилбромид;      в) бромистый аллил;  
г) хлорангидрид пропионовой кислоты.

7. Как получить фенилпропиловый эфир из фенола и пропилового спирта? Напишите уравнения реакций, укажите условия.

8. Как отличить друг от друга глицерин, фенол и гексиловый спирт?

9. Сравните кислотные свойства следующих соединений:  $C_2H_5OH$ , фенол, *n*-нитрофенол.

10. С какими реагентами способны образовывать соли О-Н-кислоты  
а) 2-метил-2-бутанол; б) 2,4-динитрофенол; в) *m*-крезол:

- а) с водным раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; б) водным раствором  $\text{NaOH}$ ;  
в) металлическим  $\text{Na}$ ?

11. Как можно различить *o*-крезол и бензиловый спирт?
12. Напишите структурную формулу соединения  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ , если оно дает окрашивание с хлорным железом, растворяется в щелочах и метилируется диметилсульфатом в щелочной среде. При окислении продукта метилирования получается *m*-метоксибензойная кислота.
13. Вещество  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$  не дает окрашивания с хлорным железом, не растворяется в водной щелочи, при окислении дает бензойную кислоту. Что это за соединение?
14. Предложите способы получения фенола из арилгалогенидов, из сульфокислот, окислением изопропилбензола.
15. В каких соединениях гидроксильная группа способная заместиться на галоген при нагревании с  $\text{HCl}$ : а) бензиловый спирт; б) *n*-крезол, в) пикриновая кислота? Почему? Запишите уравнения реакций.
16. Из бензола получите 2,4-динитрофенол и напишите для него реакции с  $\text{PCl}_5$ . Ответ поясните.
17. Расположите указанные ниже О-Н-кислоты в порядке увеличения кислотных свойств. Запишите уравнения реакций, иллюстрирующих кислотность соединений:  
а) *n*-крезол; б) бензиловый спирт; в) *трет*-бутиловый спирт, г) *n*-нитрофенол.  
Ответ поясните.
18. Расположите указанные ниже О-Н-кислоты в порядке увеличения кислотных свойств. Запишите уравнения реакций, иллюстрирующих кислотность одного из соединений.  
а) глицерин; б) пропан-1-ол; в) фенол; г) 2,4-динитрофенол.

19. Какие соединения могут образовывать соли с водным раствором NaOH:

- а) пропан-2-ол;                      б) *m*-бромифенол;                      в) *m*-ацетилфенол;  
г) *n*-гидроксипбензиловый спирт.

**АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ ЖИРНОГО РЯДОВ.  
НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ  
И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

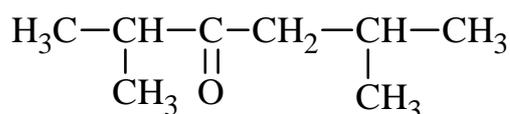
1. Напишите структурные формулы следующих альдегидов:

- а) изомасляный альдегид;                      б) изовалериановый альдегид;  
в) 3-метилпентаналь;                      г) 2-метилпентен-3-аль;  
д) акролеин.

2. Напишите структурные формулы следующих кетонов:

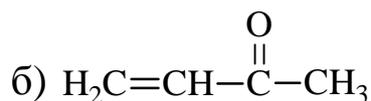
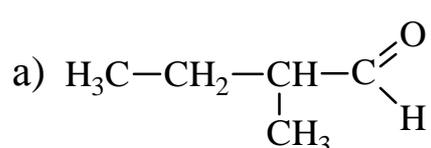
- а) метилэтилкетон;                      б) изопропил-*трет*-бутилкетон;  
в) метилвинилкетон;                      г) 2,2,3-триметилгептан-4-он;  
д) 2-гептен-4-он;                      е) 1,1,1-трихлорпропанон.

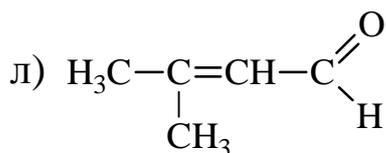
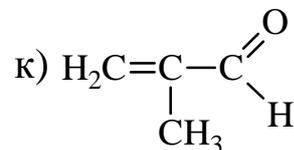
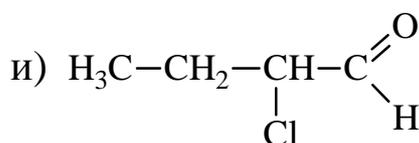
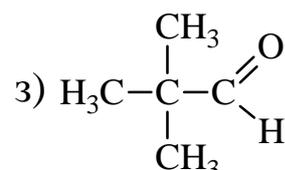
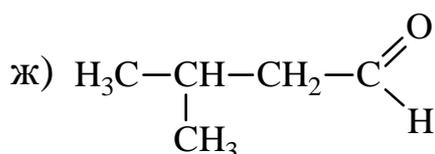
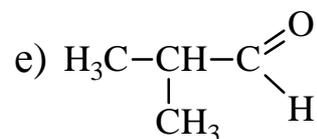
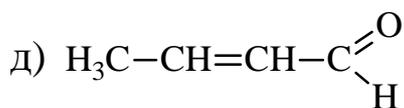
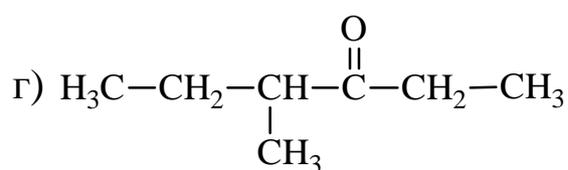
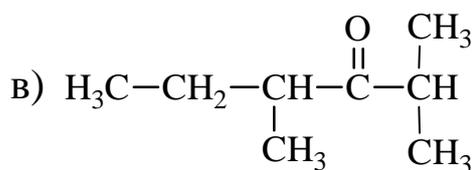
3. Назовите соединение по систематической и рациональной номенклатурам:



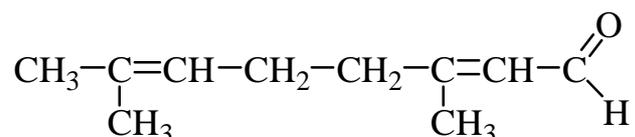
Проведите окисление кетона.

4. Назовите соединения по систематической и рациональной номенклатурам:



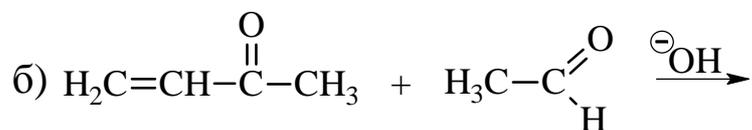
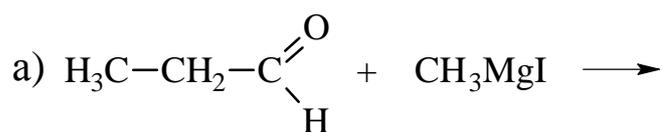


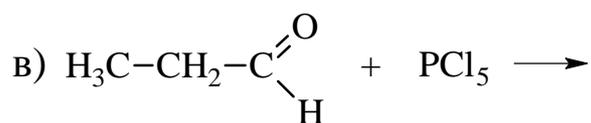
5. Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов с общей формулой  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  и назовите их.
6. Напишите структурные формулы изомерных непредельных альдегидов и кетонов общей формулы  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$  и дайте им названия по систематической номенклатуре.
7. Напишите структурные формулы изомерных метилкетонов  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$  и назовите их по рациональной номенклатуре.
8. В эфирных маслах цитрусовых содержится душистое вещество цитраль, имеющее следующую структурную формулу:



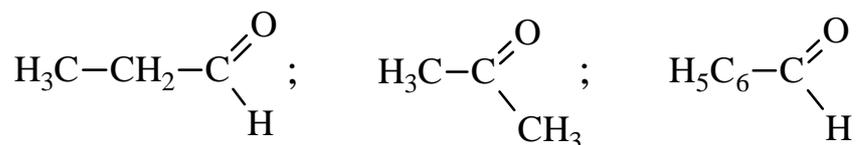
Назовите его по систематической номенклатуре и укажите число возможных геометрических изомеров.

9. В листьях фиалок и в огурцах содержится ненасыщенный альдегид нонадиен-2,6-аль. Напишите его структурную формулу. Какие вещества получатся при его озонлизе?
10. Напишите уравнение реакции гидролиза следующих веществ и назовите полученные соединения:
- а) бромистый изопропилиден;                      б) 1,1-дибромбутан;  
 в) 3,3-дихлор-2-метилпентан;                      г) 2,2-дихлор-3-метилгексан;  
 д) 1,1-дихлор-2,4-диметилпентан;                      е) 1,1,4-трибромбутан;  
 ж)  $\text{CH}_2=\text{CHOC}_4\text{H}_9$ ;                      з)  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{OCH}_3$ ;                      и)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{NOH}$ .
11. Получите кетоны а) из уксуснокислого бария; б) из 2-метил-3-гексанола; г) из пропина. Дайте названия полученным кетонам.
12. Получите кетон из 3-метил-1-бутина и назовите его по систематической и рациональной номенклатурам.
13. Проведите окисление 2,4-диметил-3-гексанола и назовите продукт реакции по всем номенклатурам.
14. Проведите окисление 2,4-диметил-2-гексена перманганатом калия в серной кислоте и назовите продукты реакции.
15. Окислите конц. раствором  $\text{KMnO}_4$  в серной кислоте 2,2,5-триметил-3-гексен. Назовите продукты реакции по всем номенклатурам.
16. Проведите альдольную и кротоновую конденсации пропаналь. Приведите механизм реакции.
17. Допишите реакции:

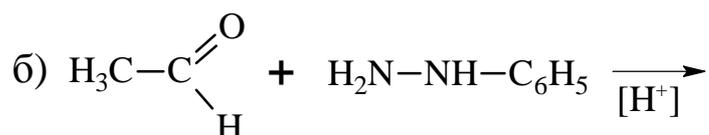
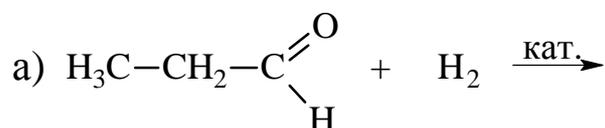




18. Расположите следующие соединения по увеличению величины положительного заряда на карбонильном атоме углерода и поясните реакционную способность приведенных соединений в реакциях  $\text{Ad}_\text{N}$ :



19. Допишите реакции:



20. Какие оксосоединения (с тем же числом атомов углерода) получатся при окислении следующих соединений:

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| а) изоамилового спирта;   | б) 1-бутанола;              |
| в) 2-бутанола;            | г) 2-метил-1-бутанола;      |
| д) диэтилкарбинола;       | е) 2,4-диметил-1-пентанола; |
| ж) 1,2-пропандиола;       | з) 2,4-пентандиола;         |
| и) 3-метилциклогексанола? |                             |

Какие окислители для этого можно использовать?

21. Кальциевые соли каких карбоновых кислот надо подвергнуть сухой перегонке, чтобы получить следующие карбонильные соединения:

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| а) валериановый альдегид;  | б) метилизопропилкетон; |
| в) изопропилизобутилкетон? |                         |

22. Какие соединения образуются при гидратации следующих веществ в присутствии ионов ртути (реакция М.Г. Кучерова):  
 а) метилацетилен; б) диметилацетилен;  
 в) изобутилацетилен?

23. Напишите схемы образования метилэтилкетона из следующих веществ:  
 а) бутиловый спирт; б) этилацетилен.

24. Напишите реакции пропионового альдегида и метилэтилкетона со следующими веществами:  
 а) бисульфит натрия; б) синильная кислота;  
 в) аммиак; г) метилмагниййодид; д) бром.

25. Какие соединения образуются при гидролизе продуктов взаимодействия следующих веществ:  
 а) пропилмагнийбромид с пропионовым альдегидом;  
 б) изобутилмагнийбромид с муравьиным альдегидом.

26. Напишите формулы пропущенных веществ в следующих схемах:



27. Напишите реакции масляного альдегида и диэтилкетона со следующими веществами:  
 а) пятихлористый фосфор; б) гидроксилламин;  
 в) фенилгидразин; г) семикарбазид;  
 д) пятисернистый фосфор.

Назовите продукты реакций.

28. Напишите реакции окисления следующих веществ хромовой кислотой:  
 а) пропионового альдегида; б) формальдегида;  
 в) метилэтилкетона; г) этилизопропилкетона;

д) дипропилкетона;

е) циклогексанона;

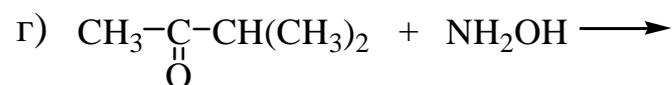
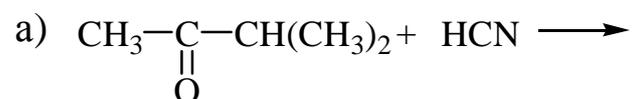
ж) пропил-*трет*-бутилкетона.

29. Напишите схему альдольной и кротоновой конденсации для смесей:

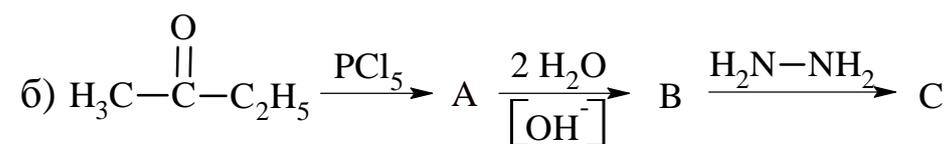
а) формальдегида с ацетоном;

б) формальдегида с пропионовым альдегидом.

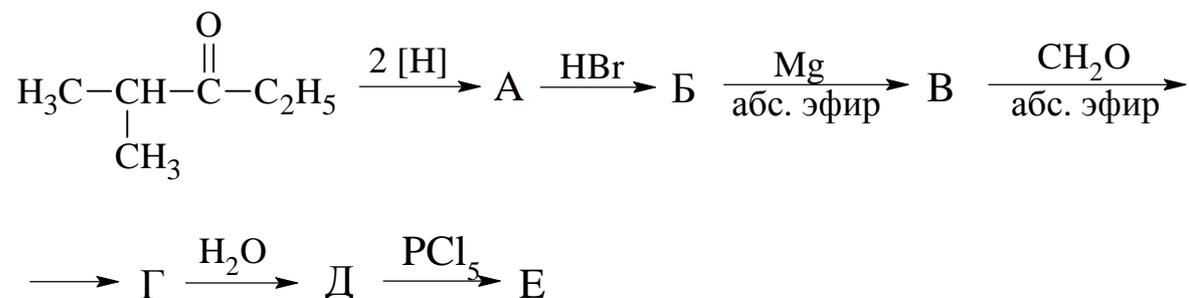
30. Напишите уравнения следующих реакций и укажите условия их протекания. Назовите исходные и конечные вещества.



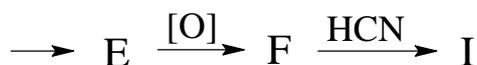
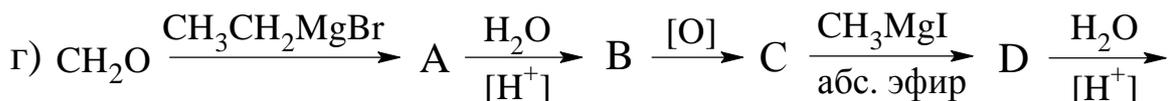
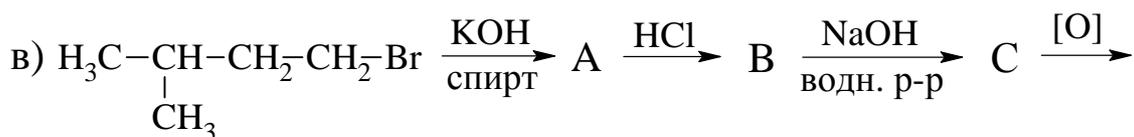
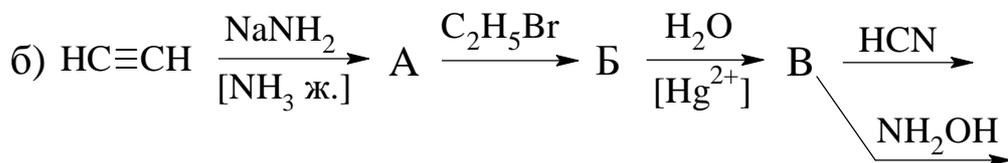
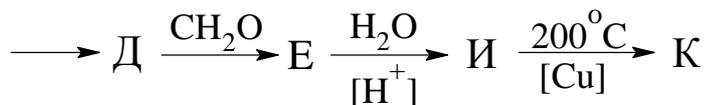
31. Расшифруйте следующие схемы химических превращений:



32. Какие вещества образуются в приведенной ниже схеме:



33. Заполните схемы химических превращений:



34. Установите строение вещества состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ , если известно, что оно:

а) даёт бисульфитное соединение, реагирует с гидросиламином, даёт реакцию серебряного зеркала и окисляется в изокапроновую кислоту;

б) образует оксим и фенилгидразон, а при окислении в качестве основного продукта даёт пропионовую кислоту.

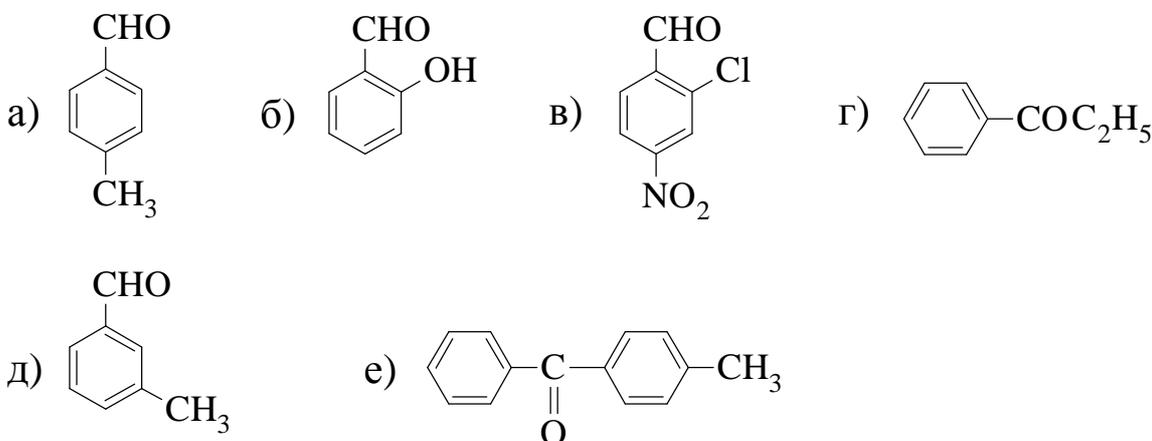
35. Продукт окисления соединения  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$  имеет состав  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ , реагирует с фенилгидразином и даёт положительную иодоформную реакцию. Исходное вещество  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$  можно также дегидратировать серной кислотой до углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , который при окислении образует ацетон. Какое строение этого соединения?

## АРОМАТИЧЕСКИЕ АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) *o*-толуиловый альдегид;                      б) *n*-хлорбензальдегид;  
в) *n*-метоксибензальдегид (анисовый альдегид, обепин);  
г) *m*-нитробензальдегид;                      д) фенилуксусный альдегид;  
е) ацетофенон.

2. Назовите следующие соединения:



3. При окислении каких спиртов (с тем же числом атомов углерода) образуются следующие соединения:

- а) бензальдегид;                      б) *m*-толуиловый альдегид;  
в) фенилуксусный альдегид?

4. Какие вещества образуются при гидролизе следующих соединений:

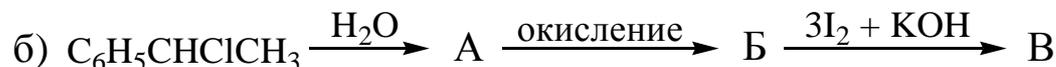
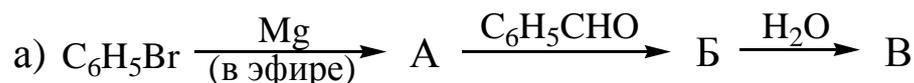
- а) 2,2-дихлор-1-фенилпропан;                      б) метилбензилдихлорметан;  
в) бромистый бензилиден?

5. Какие соединения образуются при взаимодействии следующих веществ в присутствии хлористого алюминия:

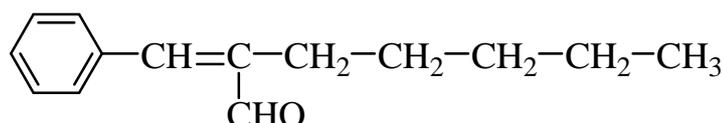
- а) хлористый ацетил и толуол;  
б) хлористый пропионил и этилбензол;  
в) толуол и уксусный ангидрид?

6. Какие существуют способы прямого введения формильной группы в ароматическое ядро?
7. Напишите уравнение реакции серебряного зеркала для бензальдегида.
8. Какие соединения образуются при действии амальгамированного цинка в соляной кислоте (восстановление по Клеменсену) на следующие кетоны:  
 а) ацетофенон;                    б) пропиофенон;                    в) бензофенон?
9. Напишите уравнения реакции Канниццаро (условия?) для следующих альдегидов:  
 а) бензойного;                    б) *m*-бромбензойного;                    в) анисового.  
 Назовите продукты реакции.
10. Как реагирует и реагирует ли анисовый альдегид со следующими веществами (укажите условия):  
 а) водный раствор КОН (конц.);                    б) ледяная уксусная кислота;  
 в) уксусный ангидрид;                    г) анизол;  
 д) кислород;                    е) фенилгидразин;  
 ж) триэтиламин;                    з) бутилмагнийхлорид?
11. Какие соединения образуются при конденсации бензальдегида со следующими соединениями:  
 а) уксусный альдегид;                    б) масляный альдегид;  
 в) метилэтилкетон;                    г) динитрил малоновой кислоты;  
 д) циклогексанон;                    е) анилин?
12. Какие соединения образуются при следующих реакциях (синтез Перкина; нагревание с ацетатом натрия):  
 а)  $4\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{-CHO} + (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \rightarrow$   
 б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHO} + (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO})_2\text{O} \rightarrow$   
 Укажите конфигурацию продуктов реакции.

13. Напишите формулы промежуточных и конечных соединений в следующих схемах:

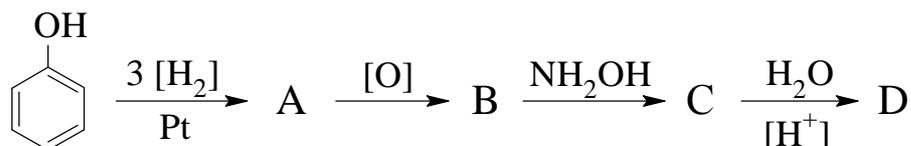


14. Душистое вещество «жасмин-альдегид» имеет следующую формулу:



Напишите реакцию получения из бензальдегида и назовите его по правилам IUPAC. Какие вещества могут образоваться при озонировании с последующим гидролизом?

15. Заполните схему превращений:

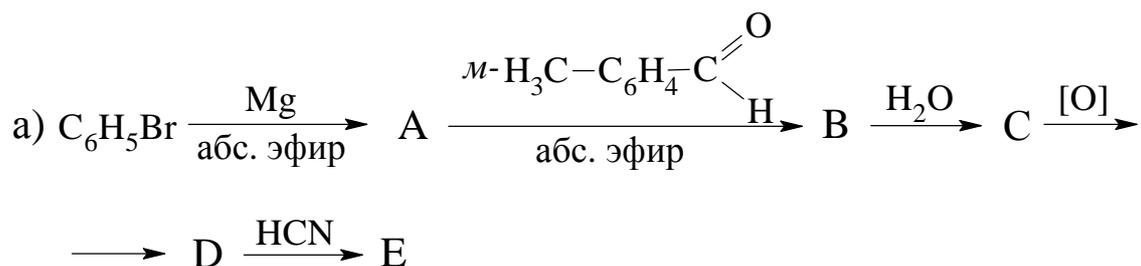


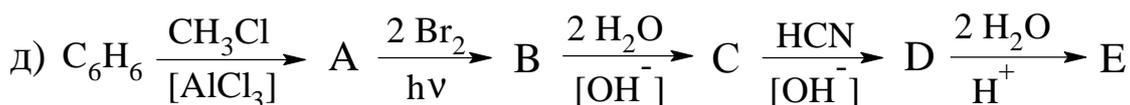
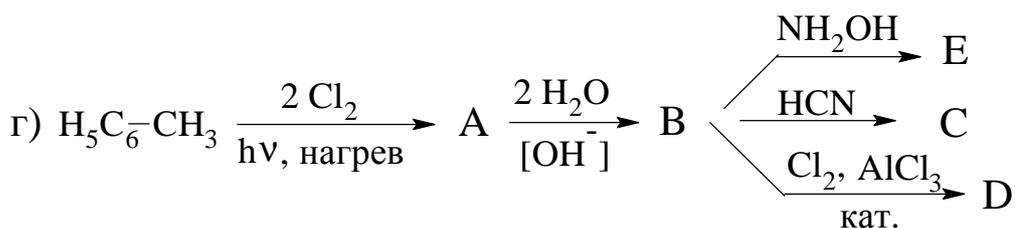
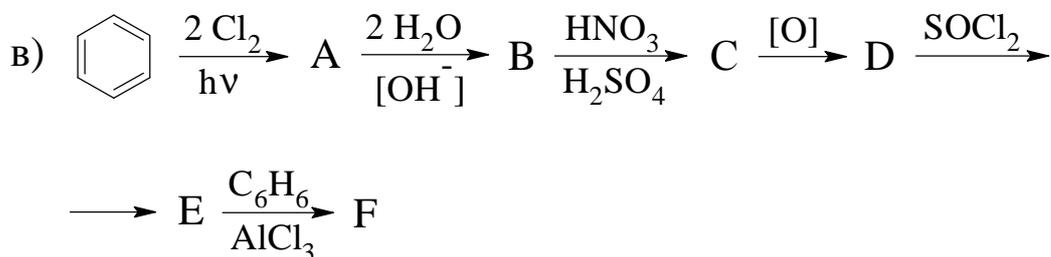
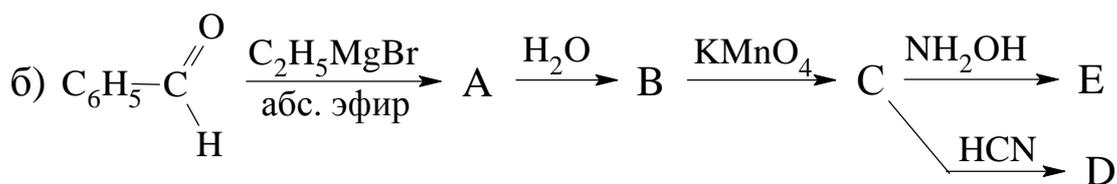
Напишите механизм образования соединения С.

16. Напишите реакции *n*-бромбензальдегида с фенилгидразином и гидросиламином, NaHSO<sub>3</sub>, HCN и реакцию его нитрования смесью азотной и серной кислот.

17. Напишите реакции *o*-бромбензальдегида с гидразином; гидросиламином; HCN; NaHSO<sub>3</sub>. Проведите реакции нитрования *o*-бромбензальдегида.

18. Допишите формулы пропущенных веществ в следующих схемах:

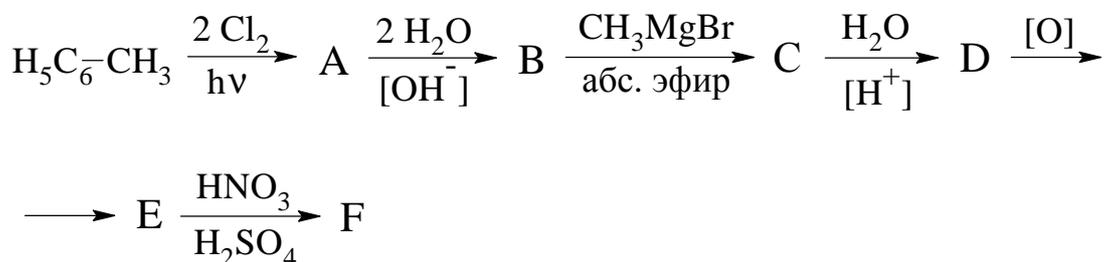




19. Как химическим путём разделить смесь бензинового спирта и бензальдегида?

20. Определите строение вещества  $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$ , которое даёт производные с гидросиламином и фенилгидразином, не изменяется при действии спиртового раствора цианистого калия, а при действии иода и щёлочи образует иодоформ и *m*-толуиловую кислоту.

21. Расшифруйте следующую схему превращений:



## ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНООСНОВНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ.





12. Напишите уравнения реакций уксусного ангидрида со следующими соединениями: а) пропиловым спиртом; б) этиламино; в) диметиламино.

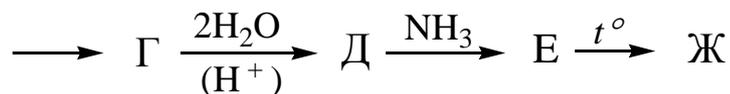
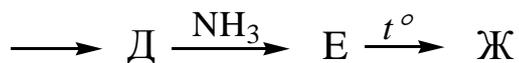
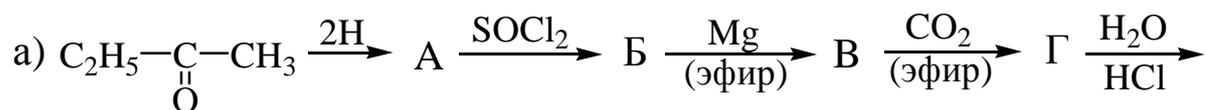
13. Получите любым способом изовалериановую кислоту и напишите для нее реакцию с пропиловым спиртом в присутствии серной кислоты. Какие побочные процессы при этом образуются?

14. Напишите уравнения следующих реакций:



15. Какими химическими реакциями можно обнаружить муравьиную кислоту в ацетоне?

16. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в следующих схемах превращений:



17. Установите строение вещества, имеющего элементарный состав  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$ . Вещество под действием азотистой кислоты превращается в кислоту  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  с выделением азота, а при кипячении с минеральными кислотами или щелочами дает ту же кислоту  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  и аммиак.

18. В состав ананасной и других фруктовых эссенций входит изоамиловый эфир изовалериановой кислоты. Синтезируйте его, исходя из изоамилового спирта и неорганических реагентов.
19. Получите этилацетат, используя в качестве исходного вещества ацетилен.
20. Как химическим способом отличить растительное масло (например, подсолнечное, льняное, конопляное) от минерального (машинного, трансформаторного, веретенного, солярового)?
21. Как различить с помощью химических реакций следующие вещества:
- изоамиловый спирт, метилэтилкетон и бутилпропионат;
  - ацетон и этиловый эфир пропионовой кислоты?

### **$\alpha,\beta$ -НЕНАСЫЩЕННЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА**

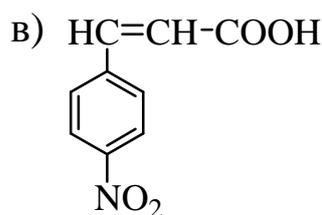
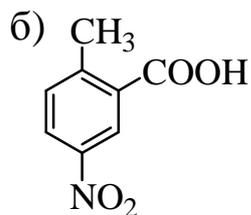
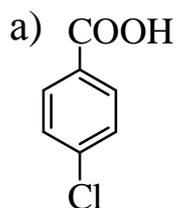
1. Напишите структурные формулы следующих кислот и их производных:
- акриловая кислота;
  - кротоновая кислота;
  - аллилуксусная кислота;
  - $\beta$ -хлоркротоновая кислота.
2. Назовите следующие соединения:
- $$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$$
  - $$\text{CH}_3-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$$
  - $$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$$
3. Напишите структурные формулы непредельных дикарбоновых кислот с общей формулой  $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4$  (со стереоизомерами).

4. Из какой бромзамещенной предельной кислоты можно получить метакриловую кислоту? Напишите уравнение реакции.
5. Цитронелловая кислота (3,7-диметилоктен-2-овая кислота) получается окислением соответствующего ей альдегида цитронеллала, входящего в состав лимонного и эвкалиптового масла. Напишите структурные формулы альдегида и кислоты.
6. Гераневая кислота (3,7-диметилоктадиен-2,6-овая кислота) получается при окислении альдегида цитраля, главной составной части лимонного масла. Напишите структурные формулы альдегида и кислоты. Могут ли они иметь *цис-транс*-изомеры.
7. Исходя из ацетиленов получите акрилонитрил и метиловый эфир акриловой кислоты.
8. Напишите реакции кротоновой кислоты со следующими веществами:
  - а) раствор едкого натра при комнатной температуре;
  - б) хлор;
  - в) хлористый водород;
  - г) перманганат калия;
  - д) аммиак;
  - е) хлористый тионил.

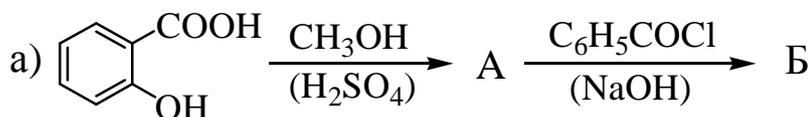
## **ДВУХОСНОВНЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА**

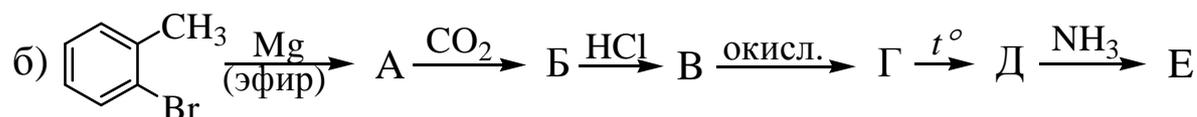
1. Напишите структурные формулы следующих кислот и их производных:
  - а) щавелевая кислота;
  - б) метилмалоновая кислота;
  - в) диэтилмалоновая кислота;
  - г) метилянтарная кислота;
  - д) глутаровая кислота;
  - е) адипиновая кислота;
  - ж) 2,3-диметилянтарная кислота;
  - з) сукцинимид;
  - и) моноэтиловый эфир щавелевой кислоты.





3. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических кислот с общей формулой  $C_8H_8O_2$  и назовите их.
4. Напишите структурные формулы ароматических кислот состава  $C_9H_{10}O_2$  с карбоксильной группой в боковой цепи и дайте им названия, рассматривая их как производные алифатических карбоновых кислот.
5. Какие ароматические кислоты могут быть получены при окислении следующих веществ:
  - а) *m*-нитробензальдегид;      б) 1-фенил-3-пропанол;      в) *o*-ксилол?
6. Исходя из толуола синтезируйте следующие кислоты:
  - а) *n*-толуиловую;      б) *o*-, *m*- и *p*-нитробензойную;
  - в) 3,5-динитробензойную.
7. Напишите уравнения реакций бензойной кислоты со следующими веществами:
  - а) раствор едкого натра;
  - б) едкий натр при сплавлении;
  - в) этиловый спирт (в присутствии серной кислоты);
  - г) пятихлористый фосфор;
  - д) азотная кислота (в присутствии серной кислоты);
  - е) бром (в присутствии катализатора);
  - ж) хлористый тионил.
8. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в следующих схемах:





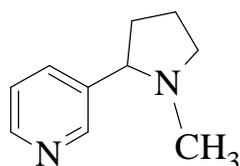
9. Каково строение вещества  $C_7H_6N_2O_3$ , если оно при щелочном гидролизе выделяет аммиак, а при восстановлении продукта его гидролиза образуется антралиловая кислота.

## ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

1. Напишите структурные формулы следующих соединений (укажите их тривиальное название, если оно принято):

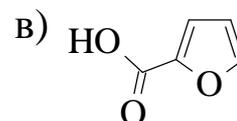
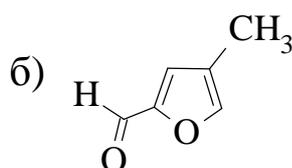
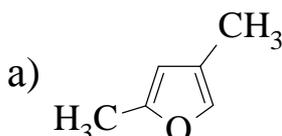
- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| а) 2-метилфуран;                 | б) 2,5-диоксопиперазин;    |
| в) фуран-2-карбоновая кислота;   | г) тетрагидрофуран;        |
| д) 1-метилизохинолин;            | е) 2-метилпиридин;         |
| ж) хинолин-4-карбоновая кислота; | з) 2-метилпиримидин;       |
| и) 3-метилиндол;                 | к) тиофен-2-сульфокислота. |

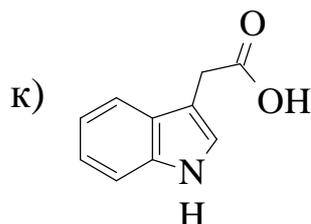
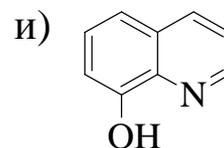
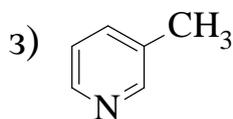
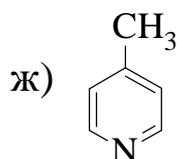
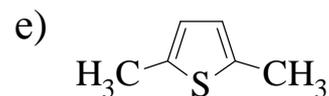
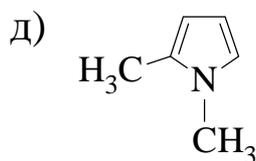
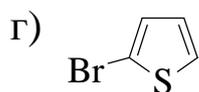
2. Никотин – алкалоид (сильно ядовитое вещество, широко используемое для борьбы с вредными насекомыми):



Укажите типы гетероциклов в этом соединении. Рассмотрите электронные эффекты обоих атомов азота, сравните их основность.

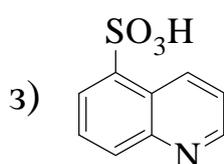
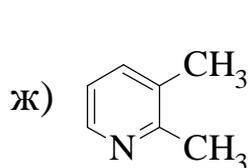
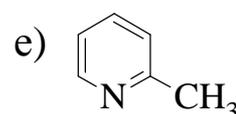
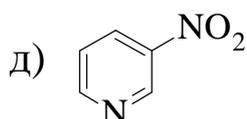
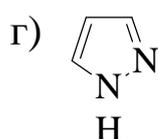
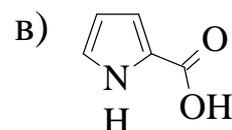
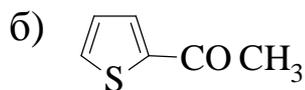
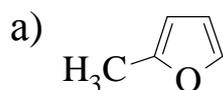
3. Назовите следующие гетероароматические соединения:





4. Напишите структурные формулы всех изомерных диметилпирролов и метилиндолов.

5. Назовите следующие гетероароматические соединения:

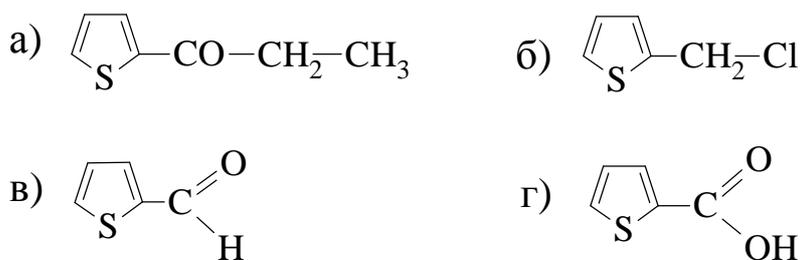


6. Какие дикарбонильные соединения надо взять, чтобы при их гетероциклизации получить: а) 2,4-диметилтиофен; б) 2,3,5-трифенилтиофен?

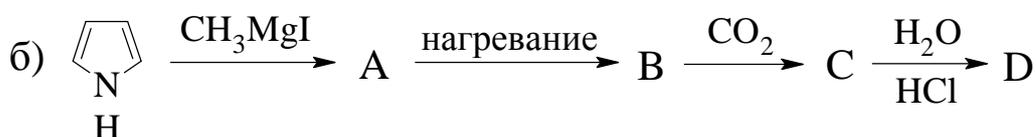
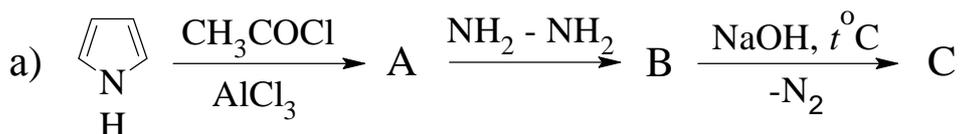
7. Как с помощью реакции Юрьева получить из сивлана (2-метилфурана) 2-метилтиофен, α-метилпиррол, 1-фенил-2-метилпиррол?

8. Какие дикарбонильные соединения надо взять, чтобы при дегидратации (либо совместной дегидратации с аммиаком или амином) получить следующие вещества: а) 2,5-диметилфуран; б) 3,4-диметилпиррол; в) 1,2,5-триметилпиррол?
9. Напишите схему синтеза Скраупа (образования хинолина при нагревании смеси анилина, глицерина, нитробензола и серной кислоты). Какое соединение можно получить таким путем, если использовать вместо анилина: а) *n*-толуидин; б) *m*-анизидин?
10. Получите фуран из пироглишевой кислоты. Напишите для фурана реакции нитрования, ацилирования, хлормеркурирования.
11. Как получить фуран из фурфурола?
12. Сравните основность пиррола и пирролидина. Дайте объяснение различию свойств.
13. Сравните на примере галогенирования (например, йодирования) реакционную способность ядра пиррола, тиафена, бензола и пиридина.
14. Укажите структурные формулы всех продуктов, образующихся при взаимодействии хинолина со следующими реагентами (в том случае, если реакция протекает напишите уравнения; если нет-укажите).
- |  |   |  |
|--|---|--|
| а) $^{\circ}\text{Br}_2$ , $240^{\circ}\text{C}$ ; | б) $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $240^{\circ}\text{C}$ ;      | в) $\text{PhCOCl}$ , $\text{AlCl}_3$ ;     |
| г) $\text{PhCl}$ , $\text{AlCl}_3$ ;               | д) $\text{PhMgBr}$ , $20^{\circ}\text{C}$ ;               | е) $\text{HNO}_3$ , разб.;                 |
| ж) $\text{KOH}$ конц.;                             | з) $\text{PhCO}_2\text{H}$ ;                              | и) $\text{PhN}_2^+\text{Cl}^-$ ;           |
| к) $\text{SO}_3$ , $20^{\circ}\text{C}$ ;          | л) $\text{KMnO}_4$ , $\text{H}^+$ , $t^{\circ}\text{C}$ ; | м) $\text{NaNH}_2$ , $t^{\circ}\text{C}$ . |
15. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, отношению к уксусному ангидриду, йодистому метилу, азотистой кислоте.
16. Укажите, в какое положение идет электрофильное замещение для следующих гетероцилов:
- |           |            |                   |
|-----------|------------|-------------------|
| а) фуран; | б) тиафен; | в) 1-фенилпиррол; |
|-----------|------------|-------------------|

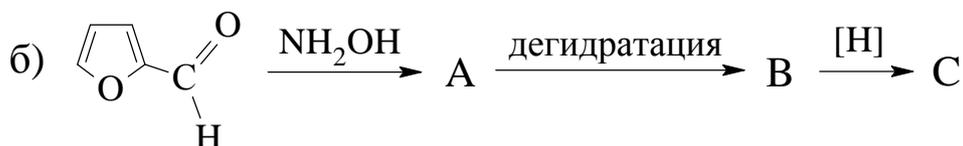
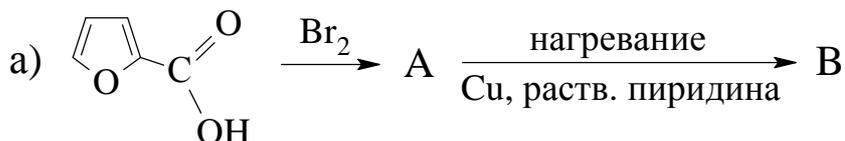




23. Напишите формулы строения промежуточных и конечного продуктов в следующих схемах:



24. Напишите формулы строения промежуточных и конечных продуктов в следующих схемах:



25. Получите из пиридина  $\alpha$ - и  $\beta$ -оксипиридины и  $\alpha$ - и  $\beta$ -аминопиридины. Укажите, для каких из этих соединений возможна таутомерия?

26. Проведите восстановление пиридина и  $\alpha$ -пиколина водородом в момент выделения и каталитически.

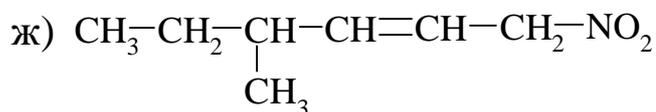
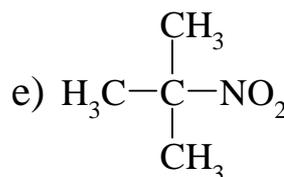
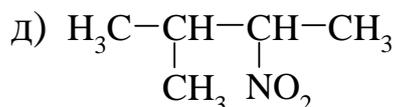
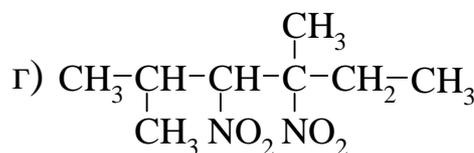
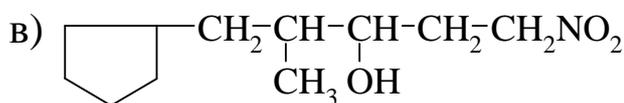
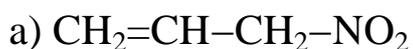
27. Напишите реакции взаимодействия пиперидина с HCl, HNO<sub>2</sub>, (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCl, CH<sub>3</sub>I.

28. Проведите восстановление хинолина натрием в кипящем спирте.

**АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.  
НИТРОСОЕДИНЕНИЯ ЖИРНОГО РЯДА. НОМЕНКЛАТУРА.  
ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ  
И СВОЙСТВА**

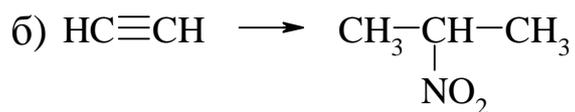
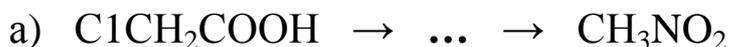
1. Строение нитрогруппы. Октетная формула нитросоединения. Семиполярная связь.

2. Назовите приведенные ниже соединения:

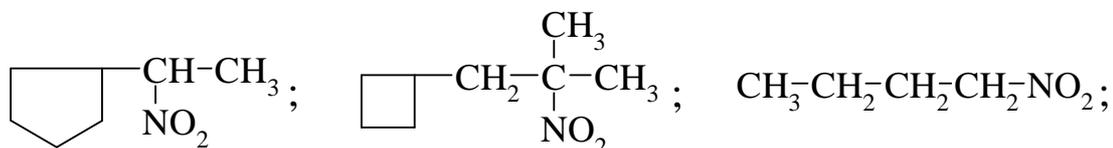


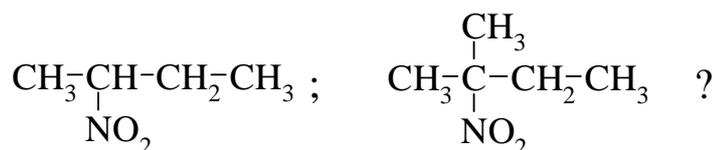
3. Напишите структурные формулы нитросоединений состава  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$  и назовите их.

4. Осуществите превращения:



5. Какие нитросоединения способны к таутомерным превращениям:





6. С помощью каких реакций можно различить следующие изомерные соединения:



7. Сравните отношение к действию азотистой кислотой изомерных нитросоединений состава  $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$ . Где есть взаимодействие, приведите схемы реакций.

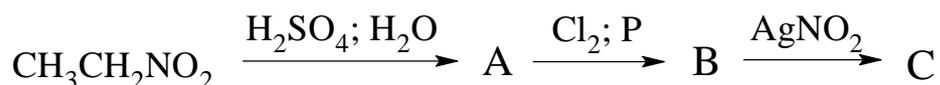
8. Получите 2-нитробутан всеми возможными способами.

9. Из соответствующего галогенпроизводного получите 3-метил-2-нитробутан и напишите для него реакции с:

- а) азотистой кислотой,                      б) уксусным альдегидом,  
в) водородом.

Назовите все соединения.

10. Осуществите схему химических превращений и назовите образующиеся соединения:



11. Укажите, какие из следующих соединений являются псевдокислотами:

- а) 2-нитробутан,                                      б) 2-нитро-2-метилбутан,  
в) 1-нитропентан.

Докажите это соответствующими реакциями.

12. Допишите реакции:





Дайте названия конечным продуктам.

13. С помощью каких реакций можно различить следующие пары соединений:

2-нитропропан и 2-бромпропан,

1-нитробутан и 2-нитро-2-метилпропан,

1-нитропентан и амилнитрит ?

14. Проведите синтез нитрометана и напишите уравнение его реакции с пропионовым альдегидом.

15. Предложите схемы получения 2-нитробутана из:

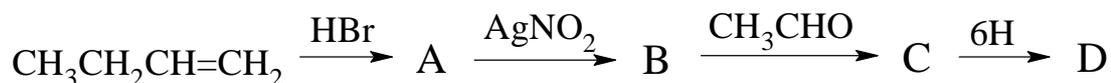
а) бутана,

б) 2-бромбутана,

в) 1-бутена,

г) 1-бутанола.

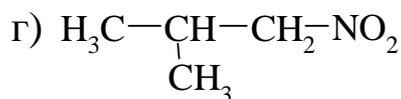
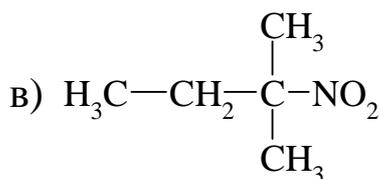
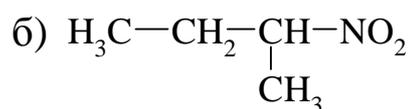
16. Осуществите схему превращений и назовите образующиеся по схеме соединения.



17. Напишите структурные формулы нитросоединений состава  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$  и назовите их.

18. Напиши уравнения реакции нитрования метилпропана азотной кислотой по Коновалову.

19. Какие из приведенных ниже нитросоединений будут взаимодействовать с едким натром?



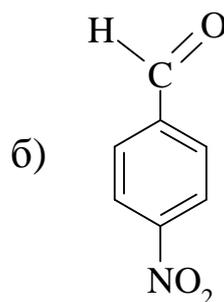
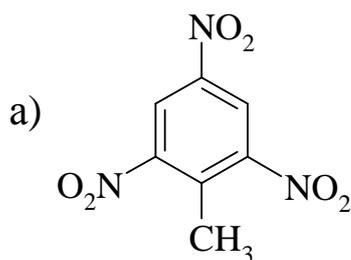
Напишите уравнения реакций и дайте объяснение явления таутомерии.

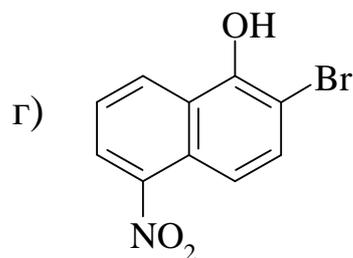
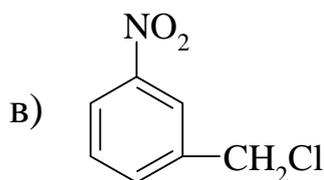
20. Напишите уравнения реакции восстановления соединения полученного в результате конденсации 2-нитробутана с уксусным альдегидом.

21. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: а) 1-нитропропана в пропаналь; б) 3-нитропентана в 3-пентанон; в) 1-нитробутана в бутановую кислоту. Укажите, какая из этих реакций используется в промышленности для получения гидросиламина.

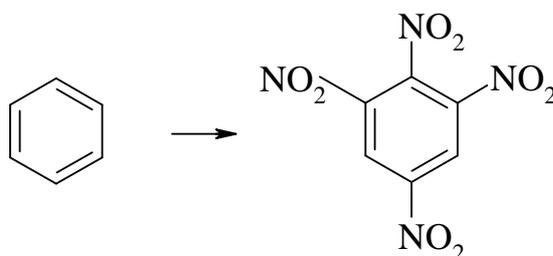
## АРОМАТИЧЕСКИЕ НИТРОСОЕДИНЕНИЯ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

1. С помощью каких реакций можно различить фенилнитрометан и *n*-нитротолуол?
2. Опираясь на механизм  $S_N2Ar$ , объясните, почему при нагревании с водным раствором аммиака: а) *n*-нитрохлорбензол превращается в *n*-нитроанилин, б) *m*-нитрохлорбензол в реакцию не вступает; в) у 1-нитро-3,4-дихлорбензола избирательно замещается аминогруппой только один атом хлора (какой?) ?
3. Назовите приведенные ниже соединения:





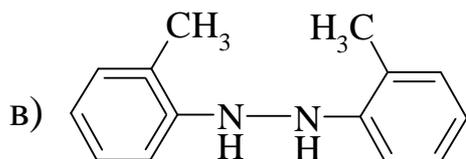
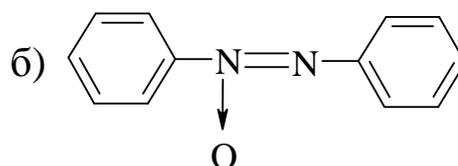
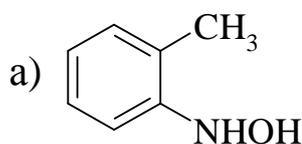
4. Осуществите превращения:



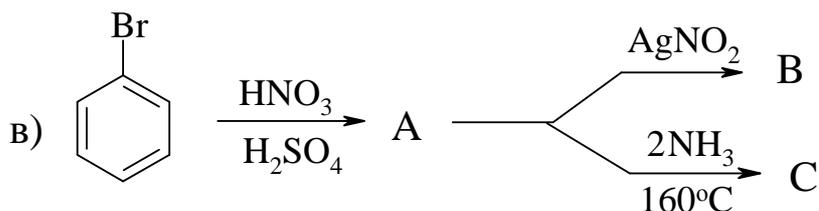
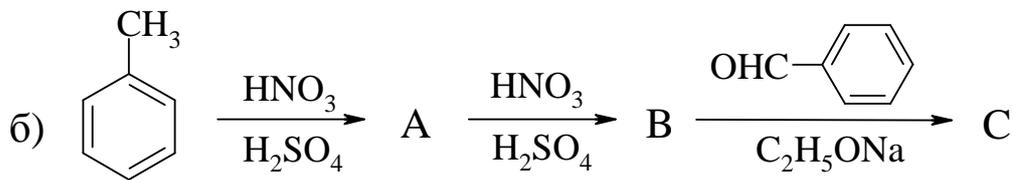
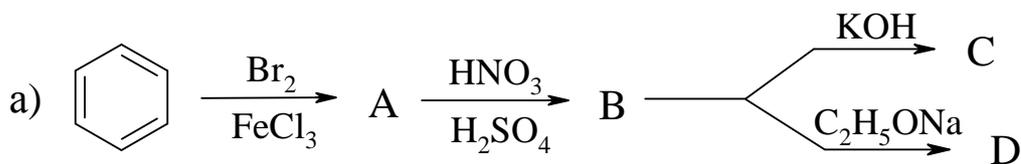
5. Проведите нитрование следующих соединений: а) хлорбензола; б) этилбензола; в) кумола; г) нитробензола; д) бензойной кислоты; е) фенола; ж) *o*-нитробензола. Какие из указанных соединений будут нитроваться легче, чем бензол, и почему? Приведите механизм реакции нитрования одного из соединений с помощью нитрующей смеси.

6. Напишите реакции восстановления *p*-нитротолуола в нейтральной, кислой и щелочной среде.

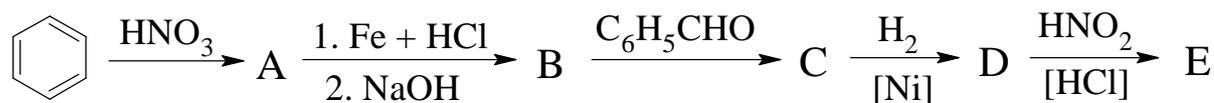
7. При восстановлении какого нитросоединения могут быть получены следующие вещества:



8. Напишите формулы строения промежуточных и конечных продуктов в следующих схемах:



9. Расшифруйте схему химических превращений и назовите все соединения:

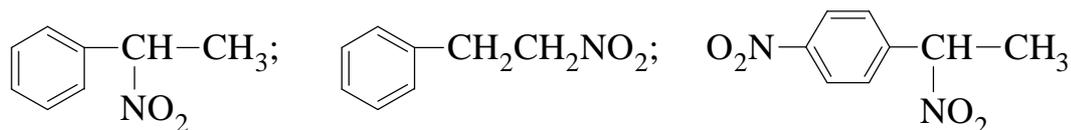


10. Получите фенилнитрометан в одну стадию:

а) из толуола,

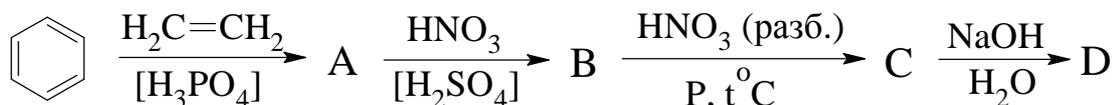
б) из хлористого бензила.

11. Расположите в порядке убывания кислотных свойств:



12. Из бензола получите: а) *m*-нитрохлорбензол, б) 3,5-динитро-1-бромбензол.

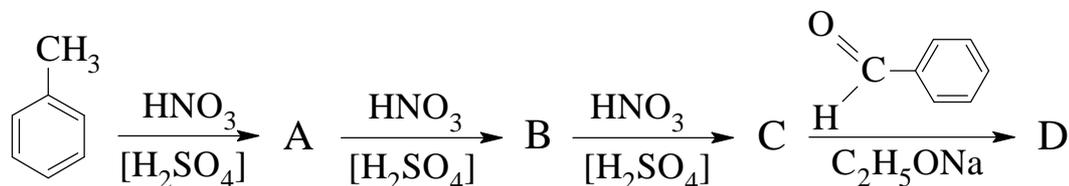
13. Расшифруйте схему химических превращений и назовите все образующиеся соединения:



14. Рассмотрите строение молекулы фенилнитрометана и объясните

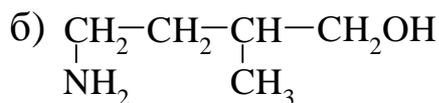
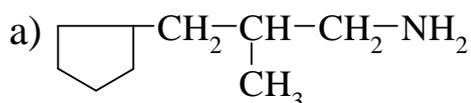
явление таутомерии у этого соединения. Покажите обе таутомерные формы.

15. Расшифруйте схему химических превращений и назовите продукты реакции:

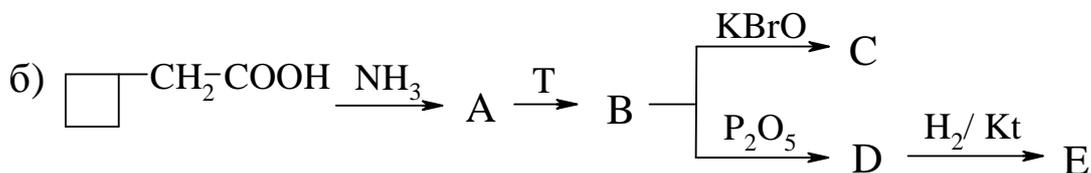


### АМИНЫ ЖИРНОГО РЯДА. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

1. Назовите следующие соединения:



2. Осуществите превращения:



3. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих схемах:



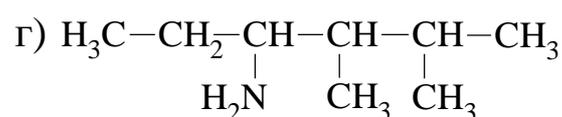
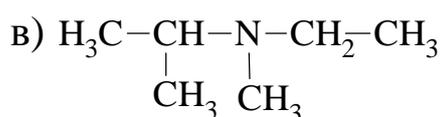
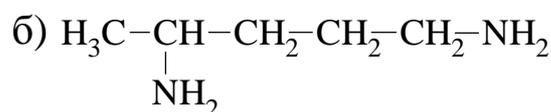
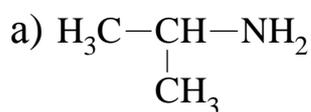
4. При действии азотистой кислоты на амин состава  $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$  выделяется азот и образуется спирт состава  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$  и алкен состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

Озонолизом последнего получают ацетальдегид и метилэтилкетон. Установите строение амина.

5. Назовите амины, получаемые при восстановлении следующих соединений: а) N-метилбутирамид; б) динитрил янтарной кислоты; в) *n*-нитротолуол; г) метилэтилкетоксим; д) бензонитрил; е) 1,5-динитропентан.

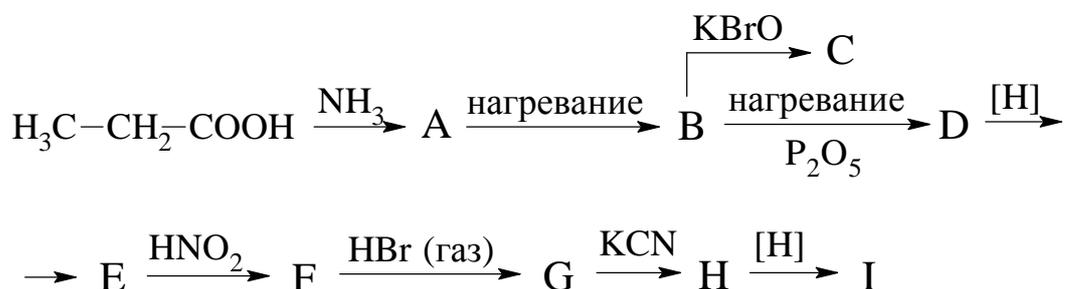
6. Получите из амидов соответствующих кислот с помощью перегруппировки Гофмана следующие амины: а) изопропиламин; б) изобутиламин; в) *трет*-бутиламин. Объясните механизм реакции.

7. Назовите следующие соединения:



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

9. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующей схеме:



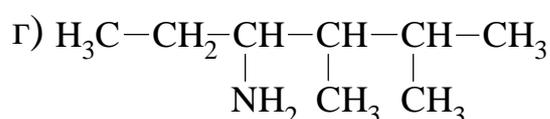
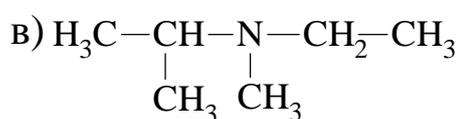
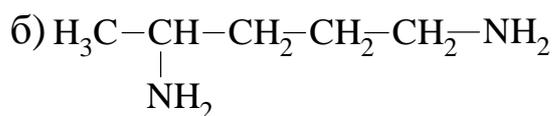
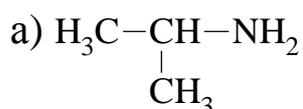
10. Сравните основные свойства следующих соединений:  $\text{CH}_3\text{CONHCH}_2\text{CH}_3$ ; *n*- $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ;  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ .

11. Проалкилируйте изобутиламин; сравните основные свойства полученных аминов и покажите отношение к азотистой кислоте.

12. Покажите, с помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: а) 1-нитропропан в 1-пропанол; б) 1-бутиламин в бутаналь; в) бутанон в 2-метилбутиламин.

13. При действии азотистой кислоты на амин состава  $C_6H_{13}N$  получен спирт и выделился азот, напишите уравнение реакции.

14. Напишите структурные формулы возможных изомерных аминов для соединений:



Дайте названия всем соединениям.

15. Напишите структурные формулы:

изопентиламина, метилбутиламина, диметилизобутиламина.

16. Напишите реакцию водного раствора аммиака с этилбромидом, назовите продукты реакции.

17. Назовите соединения:



18. Как действует азотистая кислота на 1- и 2-аминопропаны?

19. Какие вещества можно получить при взаимодействии изомерных аминов  $C_3H_9N$  с азотистой кислотой?

20. Напишите структурные формулы первичных аминов состава  $C_3H_9N$  и назовите их.

21. Как реагируют с  $NaNO_2$  и  $HCl$  следующие амины:

2-амино-3-метилбутан,

N,N-диэтиланилин,

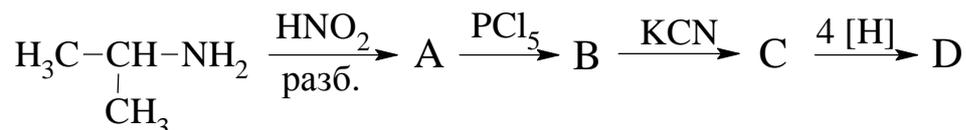
метилизопропиламин,

*n*-хлоранилин.

Назовите все продукты.

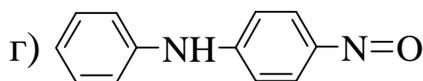
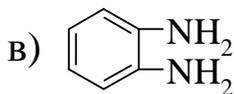
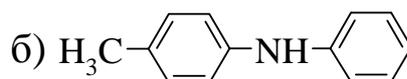
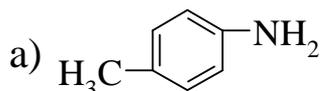
22. Из ацетона получите изопропиламин и для последнего напишите реакции с ацетилхлоридом и азотистой кислотой.

23. Расшифруйте схему химических превращений и назовите все соединения:

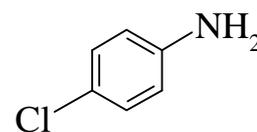
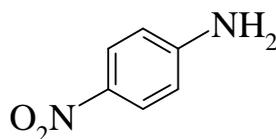
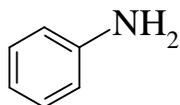
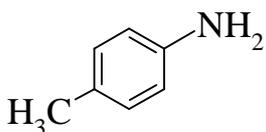


## АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

1. Назовите следующие соединения:



2. Расположите амины в порядке увеличения их основности, объясните.



3. Укажите строение продуктов реакции анилина с указанными ниже реагентами. Если реакция не протекает, укажите это.

а) HCl разб.;

б) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц., 20°C;

в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц., 180°C;

г) PhBr, 30°C;

д) CH<sub>3</sub>I, 30°C;

е) CH<sub>3</sub>COCl;

ж) HNO<sub>3</sub> конц.;

з) NaNO<sub>2</sub> + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, 0°C;

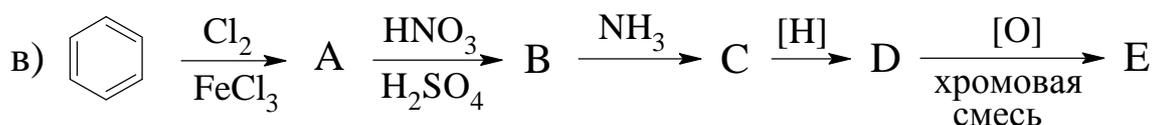
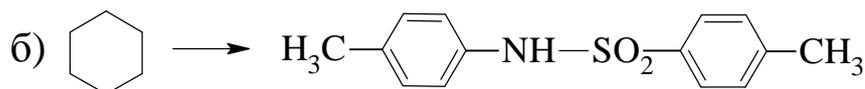
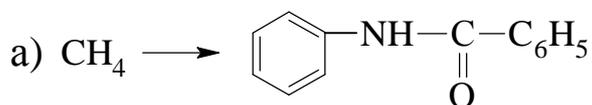
и) Br<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O;

к) NaOH, 50°C;

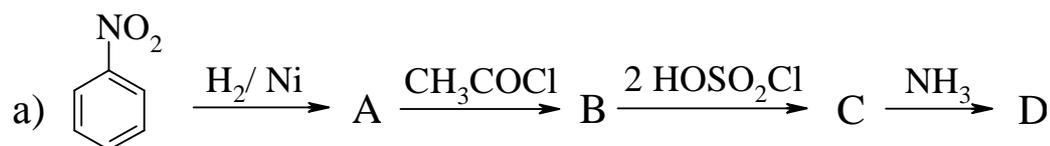
л) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

5. Используя толуол в качестве основного исходного соединения, получите следующие продукты: а) анилин; б) 4-амино-2-нитробензойную кислоту.

6. Осуществите превращения, назовите конечные продукты:



7. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих схемах:



8. Соединение молекулярной формулы  $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ , взаимодействуя с азотистой кислотой, образует спирт состава  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ , который при окислении превращается во фталевую кислоту. Напишите структурную формулу соединения  $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ .

9. Объясните влияние заместителей в бензольном кольце на основность аминогруппы в:

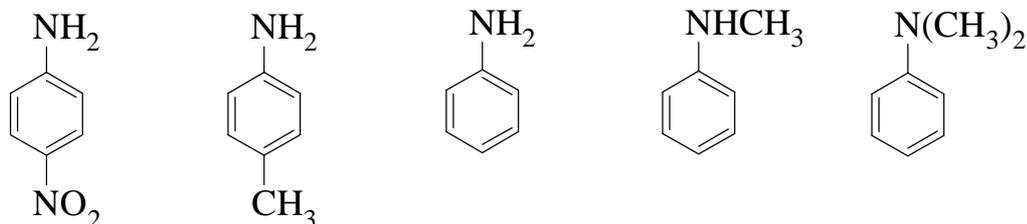
*n*-нитроанилине, *n*-толуидине, *n*-анизидине, *n*-аминофеноле.

10. Расположите в порядке снижения основности следующие амины: *n*-толуидин, *n*-нитроанилин, N,N-диметиланилин.

11. Напишите уравнения реакций уксусной кислоты и хлористого ацетила с бензиламином, N,N-диметиланилином.

12. Из хлорбензола получите *n*-хлоранилин, напишите для него реакции с HCl, CH<sub>3</sub>COCl, NaNO<sub>2</sub> (в среде HCl) и назовите все продукты реакции.

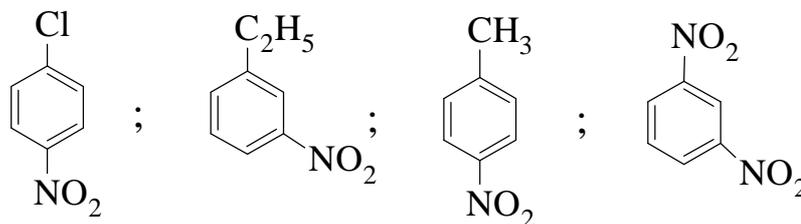
13. Расположите следующие соединения в порядке ослабления основных свойств:



14. Предложите схему получения из бензола *o*-хлоранилина.

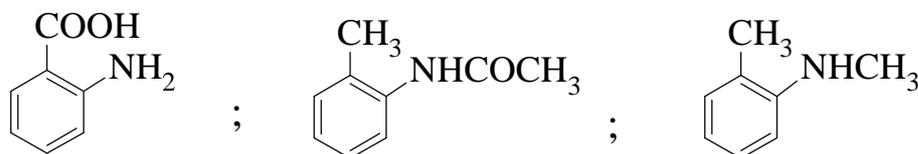
15. Расположите в порядке возрастания основности N,N-диметиланилин, метилдифениламин, трифениламин.

16. Назовите амины, которые можно получить восстановлением следующих соединений:



17. Напишите реакции восстановления *n*-нитротолуола в нейтральной, кислой и щелочной среде.

18. Предложите схемы превращения *o*-толуидина в:



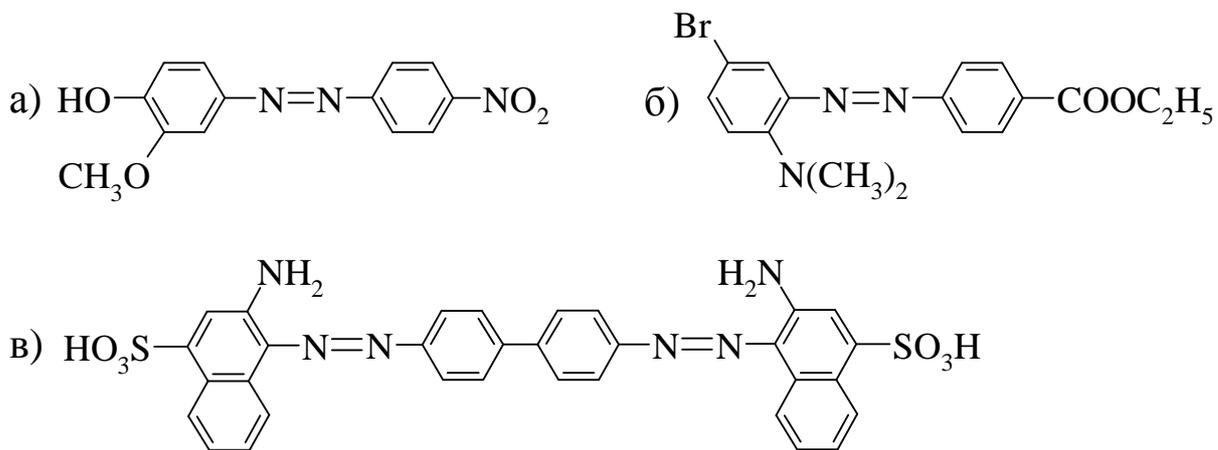
Назовите полученные из *o*-толуидина соединения.

19. Напишите структурные формулы следующих соединений:  
 а) диметиланилин; б) *n*-толуидин; в) бензиламин; г) ди-*n*-толиламин; д) *m*-фенилендиамин; е) *m*-бромацетанилид; ж) *n*-нитрозодиэтиланилин; з) хлоргидрат диметиланилина.

20. Напишите структурные формулы изомерных ароматических аминов молекулярной формулы  $C_7H_9N$  и назовите их.
21. Из *n*-толуидина получите *n*-ацетиламинобензойную кислоту.

## ДИАЗО- И АЗОСОЕДИНЕНИЯ. НОМЕНКЛАТУРА. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА. АЗОКРАСИТЕЛИ

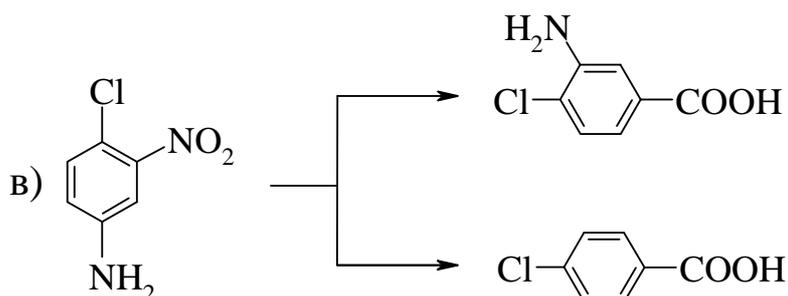
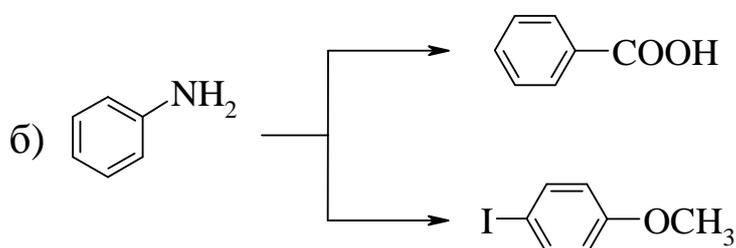
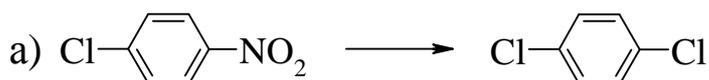
1. Напишите структурные формулы следующих соединений:  
а) тетрафторбората *o*-нитрофенилдиазония; б) *n*-толилдиазонийхлорида; в) *m*-метоксифенилдиазонийиодида; г) *n*-этоксифенил-*син*-диазотата калия; д) *n*-фторфенил-*анти*-диазогидроксида.
2. Чем различаются по строению диазо- и азосоединения? К какому из этих классов относятся соединения, приведенные в первом задании. Объясните следующие понятия: азогруппа, diaзониевая группа, диазогруппа.
3. Приведите структурные формулы соединений:  
а) 4-нитро-4'-диметиламиноазобензола;  
б) 3-карбоксит-4-гидроксиазобензола;  
в) 5-(*n*-нитрофенилазо)-2-диметиламинобензолсульфокислоты.
4. Какую реакцию называют диазотированием? В каких условиях она проводится? Напишите структурные формулы диазотирующих агентов, образующихся при взаимодействии азотистой кислоты со следующими кислотами: а) соляной; б) бромистоводородной; в) серной. Напишите реакцию диазотирования *n*-толуидина нитритом натрия в солянокислой среде. Рассмотрите механизм.
5. Какую реакцию называют азосочетанием? Какие диазо- и азосоставляющие нужно использовать для получения следующих азокрасителей:



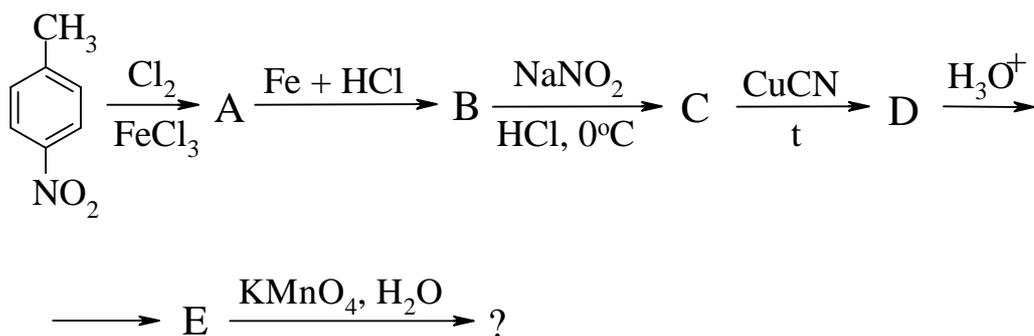
Укажите оптимальные условия реакции азосочетания и объясните, почему происходит изменение окраски при подкислении растворов указанных соединений?

6. Охарактеризуйте влияние заместителей в бензольном кольце диазосоединения на скорость азосочетания. Расположите приведенные ниже катионы в порядке возрастания их реакционной способности при взаимодействии с фенолом: а) *o*-бромфенилдиазоний; б) *n*-сульфофенилдиазоний; в) *o*-нитрофенилдиазоний; г) *n*-толилдиазоний; д) *n*-метоксифенилдиазоний.

7. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:



8. Осуществите превращения:



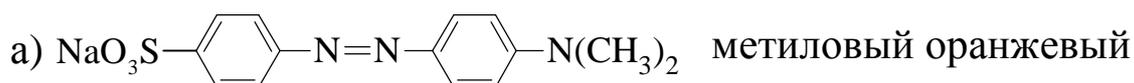
9. Установите строение соединения  $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N}_2$ , которое при действии азотистой кислоты и последующем нагревании с  $\text{CuBr}$  дает *n*-бромбензиловый спирт.

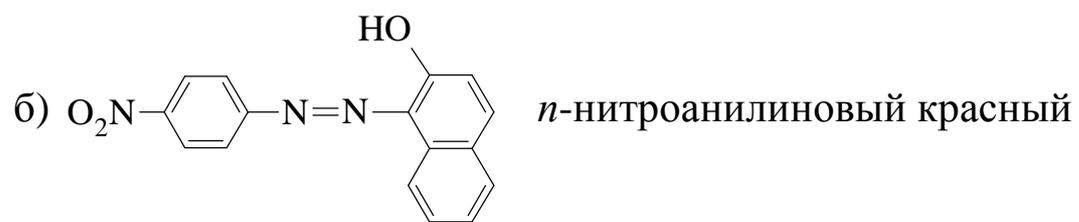
10. Напишите структурные формулы следующих соединений:  
 а) хлористый 3,4-диметилбензолдiazоний; б) диазоаминобензол;  
 в) *n*-аминобензол; г) 4-(*n*-диметиламинофенилазо)бензолсульфо-кислота.

11. Получите хлористый *n*-нитробензолдiazоний и напишите для него реакции со следующими соединениями: а)  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; в)  $\text{KCN}$  и  $\text{Cu}_2(\text{CN})_2$ ; г)  $\text{NaNO}_2$ ; д)  $\text{KSCN}$  и  $\text{CuSCN}$ .

12. Напишите уравнения реакций diazотирования *n*-толуидина, *m*-нитроанилина, *n*-хлоранилина, сульфаниловой кислоты нитритом натрия в растворе соляной кислоты и амилнитритом в кислой среде. Приведите механизм реакции diazотирования на примере *n*-толуидина.

13. Какие diazo- и азосоставляющие нужно использовать для получения следующих азокрасителей:





## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веселовская Т.К., Мачинская И.В., Пржиялговская Н.М. Вопросы и задачи по органической химии / Т.К. Веселовская, И.В. Мачинская, Н.М. Пржиялговская. - М.: Высшая школа, 1977.
2. Кост А.Н., Сагитуллин Р.С., Терентьев А.П. Упражнения и задачи по органической химии / А.Н. Кост, Р.С. Сагитуллин, А.П. Терентьев. - М.: Высшая школа, 1974. - 222 с.
3. Агрономов, А.Е. Сборник задач по органической химии: учеб. пособие / Под ред. А.Е. Агрономава / М.: МГУ, 2000. – 160 с.
4. Названова Г.Ф. Вопросы и задачи по органической химии для студентов-химиков. Ч. 1 / Г.Ф. Названова. - Самара: Изд-во Самарского университета, 1997. – 38 с.
5. Названова Г.Ф. Вопросы и задачи по органической химии для студентов-химиков. Ч. 2 / Г.Ф. Названова. - Самара: Изд-во Самарского университета, 1997.
6. Дерябина, Г.И. Задачи и упражнения по органической химии / Г.И. Дерябина. – Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1989. – 32 с.
7. Зык, Н.В. Сборник задач и упражнений по биоорганической химии / Сост. Зык Н.В., Белоглазкина Е.К., Подругина Т.А., Сосонюк С.Е. – Москва: Химический факультет МГУ, 2002. – 31 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Классификация органических соединений. Кислоты и основания в органической химии .....	6
Насыщенные или предельные углеводороды (парафины, алканы). Изомерия. Номенклатура. Способы получения алканов. Строение, физические и химические свойства .....	7
Этиленовые углеводороды (алкены, олефины). Изомерия. Номенклатура. Строение алкенов, способы получения, физические и химические свойства .....	12
Ацетиленовые углеводороды (алкины). Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение алкинов, способы получения и химические свойства .....	17
Углеводороды с двумя этиленовыми связями (алкадиены). Номенклатура. Строение, изомерия, способы получения и химические свойства .....	21
Ароматические углеводороды. Понятие ароматичности. Гомологический ряд бензола. Номенклатура. Изомерия. Способы получения, строение и химические свойства .....	24
Полициклические ароматические углеводороды с изолированными ядрами. Номенклатура. Способы получения. Строение. Химические свойства .....	28
Ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Номенклатура, изомерия, способы получения, строение и химические свойства .....	29
Галогенпроизводные углеводородов. Номенклатура. Строение, изомерия, способы получения и химические свойства .....	30
Одноатомные спирты. Номенклатура. Строение, изомерия, способы получения и химические свойства .....	35
Многоатомные спирты. Номенклатура. Строение, изомерия, способы получения и химические свойства .....	39

Фенолы. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Строение и свойства фенолов .....	39
Альдегиды и кетоны жирного рядов. Номенклатура. Изомерия. Способы получения и химические свойства .....	42
Ароматические альдегиды и кетоны. Номенклатура. Изомерия. Способы получения и химические свойства .....	49
предельные одноосновные карбоновые кислоты и их производные. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства .....	52
$\alpha,\beta$ -Ненасыщенные карбоновые кислоты. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства .....	56
Двухосновные предельные карбоновые кислоты. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства .....	57
Ароматические карбоновые кислоты. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства .....	58
Гетероциклические соединения. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства.....	60
Азотсодержащие органические соединения. Нитросоединения жирного ряда. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства.....	65
Ароматические нитросоединения. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства.....	68
Амины жирного ряда. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства.....	71
Ароматические амины. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Строение и свойства.....	74
Диазо- и азосоединения. Номенклатура. Способы получения. Строение и свойства. Азокрасители.....	77
Библиографический список.....	81

*Учебное издание*

*Составители:*

*ЗЕМЦОВА Маргарита Николаевна*

*БОРМАШЕВА Ксения Михайловна*

*КЛИМОЧКИН Юрий Николаевич*

**Вопросы и задачи по дисциплине «Органическая химия»**

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 03.08.15

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная

Усл. п. л. 4,88. Уч.-изд. л. 4,64

Тираж 50 экз. Рег. № 175/15

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии  
Самарского государственного технического университета  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8