

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени А.Н. КОСЫГИНА»**

**Учебно-методический  
комплекс по направлениям  
260700, 200500**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к самостоятельной работе по курсу «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Ответственный редактор проф. К.И. Кобраков

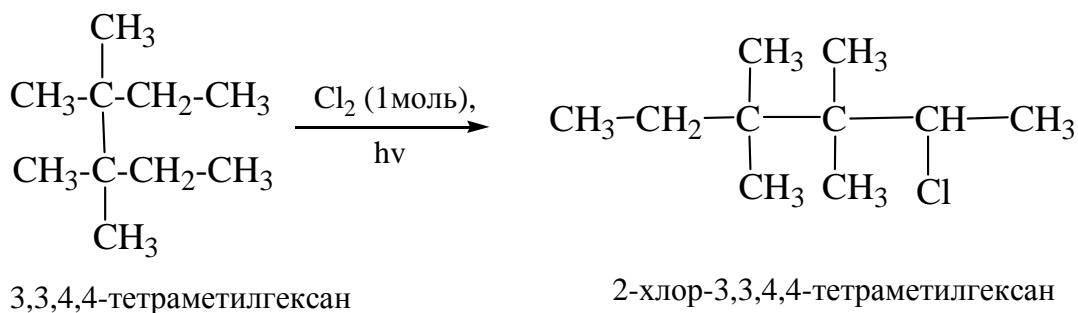
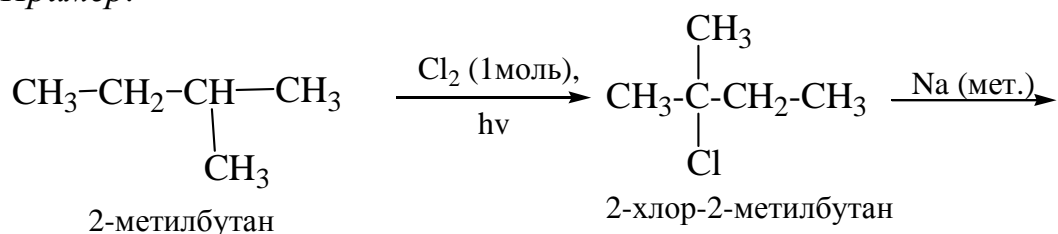
Составители: доц. А.Г. Ручкина,

# I АЛКАНЫ (ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ)

При выполнении заданий по теме алканы обратите основное внимание на:

- 1) правила названия органических соединений с помощью международной номенклатуры IUPAC (ЮПАК);
- 2) написание структурных формул органических соединений по названию, написание формул структурных изомеров;
- 3) написание схем органических реакций, где ставится не знак равенства между правой и левой частями, а только стрелка, которая даёт право указывать справа только основной продукт реакции;
- 4) особенности выполнения цепочки последовательных превращений (задание 10):

Пример:



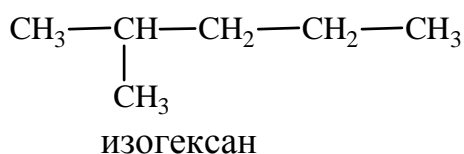
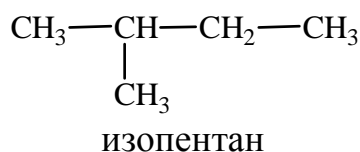
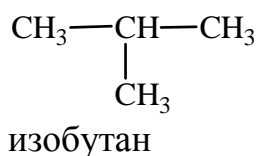
Общая формула  $C_nH_{2n+2}$ . Гомологическая разность  $-CH_2$ . В молекулах алканов атомы углерода соединены в прямые или разветвленные цепи одинарными связями.

Гомологический ряд алканов			
брутто-формула	название	брутто-формула	название
$CH_4$	метан	$C_6H_{14}$	гексан
$C_2H_6$	этан	$C_7H_{16}$	гептан
$C_3H_8$	пропан	$C_8H_{18}$	октан
$C_4H_{10}$	бутан	$C_9H_{20}$	нонан
$C_5H_{12}$	пентан	$C_{10}H_{22}$	декан

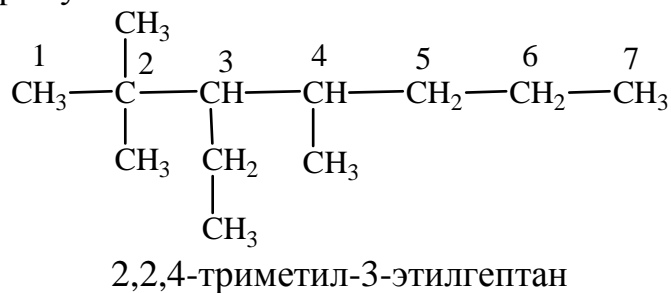
Номенклатура, изомерия. Каждый гомолог метана имеет название с суффиксом –ан. Корни слов, обозначающие названия первых членов гомологического ряда – мет-, эт-, проп-, бут-. Названия следующих гомологов образованы от корней греческих и латинских названий числительных.

Для алканов характерна изомерия углеродного скелета.

Соединения, имеющие характерное разветвление на конце углерод–углерод-ной цепи, называют, добавляя приставку изо-:



Согласно правилам номенклатуры IUPAC (ИЮПАК), при составлении названия сложного разветвленного углеводорода выбирают наиболее длинную цепь углеродных атомов (главная цепь) и нумеруют ее с того конца, ближе к которому находится большинство боковых ответвлений (заместителей). Основу названия составляет название алкана, соответствующего количеству атомов углерода главной цепи, боковые ответвления называют как радикалы с указанием (цифрой) номера углерода главной цепи, к которому они относятся:



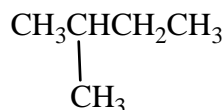
Одинаковые радикалы группируются вместе, их общее количество указывают с помощью соответствующих префиксов: если их два – ди, три – три, четыре – тетра, пять – пента и так далее с использованием греческих числительных.

Структура радикала	Название радикала
$\text{CH}_3-$	метил
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-$	этил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопропил
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	бутил
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	вторичный бутил
$\begin{array}{c}   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	третичный бутил
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутил

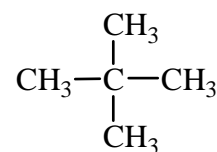
Для алканов характерна структурная изомерия (пример – все изомеры пентана).



н-пентан



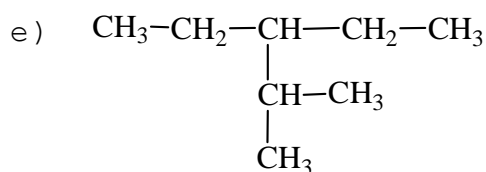
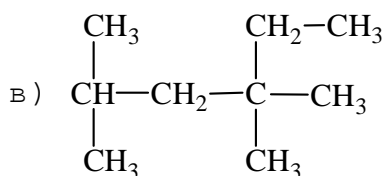
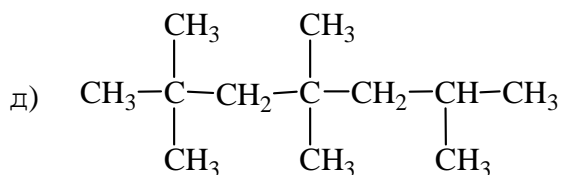
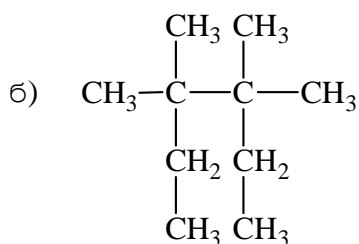
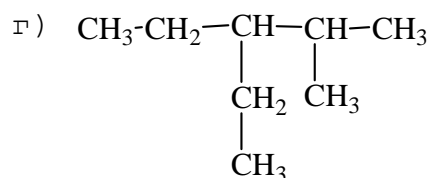
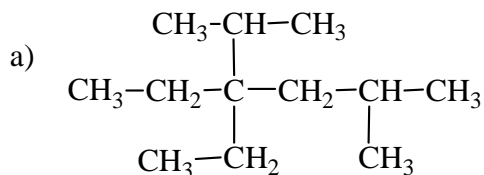
2-метилбутан

2,2-диметилпропан  
(неопентан)

Изомеры – соединения, имеющие один и тот же брутто-состав, но разную структуру (разная последовательность соединения атомов в молекуле).

### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК приведенные ниже соединения:



2. Напишите структурные формулы следующих углеводородов. Обозначьте римскими цифрами первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода в этих соединениях:

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| а) 2-метил-3-этилпентан   | г) 4-изопропил-2-метилгептан   |
| б) 2,5-диметилгексан      | д) 3,3-диэтилпентан            |
| в) 3,3,4 – триметилгексан | е) 2,3 – диметил -3-этилпентан |

3. Изобразите структурные формулы следующих радикалов:

- |               |               |
|---------------|---------------|
| а) изопропил  | г) трет-бутил |
| б) изобутил   | д) неопентил  |
| в) втор-бутил | е) н-гексил   |

4. Напишите структурные формулы двух изомеров для каждого из углеводородов, приведенных в задании 1. Назовите их по правилам номенклатуры ИЮПАК.

5. Напишите схемы реакций взаимодействия указанных галогенопроизводных с металлическим натрием (реакция Вюрца):

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| а) 2-бром-3-метилгексан | г) 1-хлор-2-метилбутан |
| б) 2-хлор-3-метилпентан | д) 1-иодпропан         |
| в) 2-хлорбутан          | е) 2-бромпентан        |

6. Реакцией Вюрца получите следующие углеводороды:

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| а) октан            | г) 3,4-диметилгексан        |
| б) 2,3-диметилбутан | д) 2,5-диметилгексан        |
| в) 4,5-диметилоктан | е) 2,2,5,5-тетраметилгексан |

7. Напишите схемы реакций взаимодействия нижеприведенных алканов с хлором ( $\text{Cl}_2$ ) при ультрафиолетовом облучении. Мольное соотношение реагентов 1:1.

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| а) бутан         | г) изопентан           |
| б) 2-метилпропан | д) 2,2,3-триметилбутан |
| в) 3-этилпентан  | е) 2-метилгексан       |

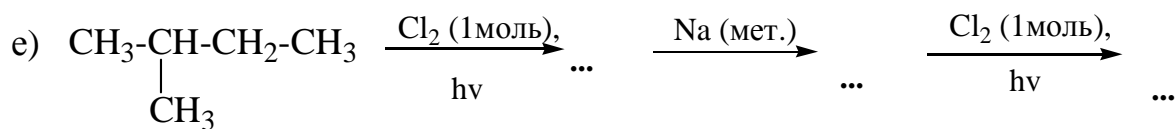
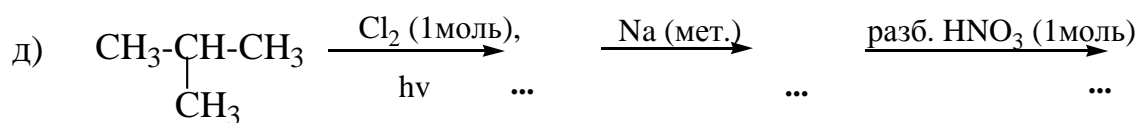
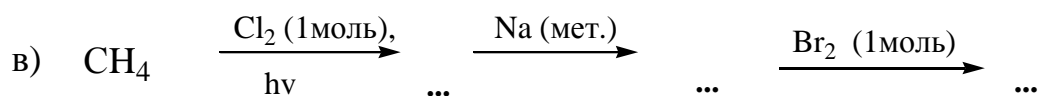
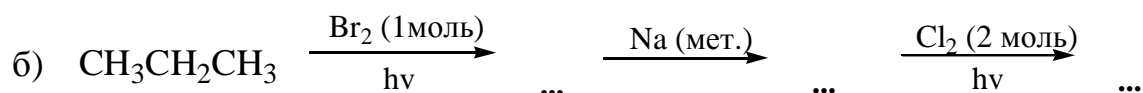
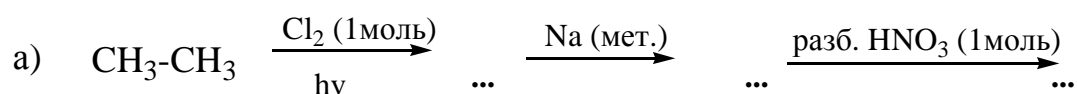
8. Какие соединения образуются при нитровании (реакция Коновалова) следующих алканов? Приведите схемы реакций. Мольное соотношение реагентов 1:1.

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| а) 2,4-диметилпентан | г) 3-метилпентан |
| б) бутан             | д) 2-метилбутан  |
| в) пропан            | е) 2-метилпентан |

9. Из каких алканов могут быть получены следующие нитропроизводные? Напишите схемы реакций.

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| а) 2-нитро-2-метилпентан     | г) 2-нитро-2-метилпропан |
| б) 3-нитро-3-этилпентан      | д) 3-нитропентан         |
| в) 3-нитро-2,3-диметилпентан | е) 2-нитро-2-метилгексан |

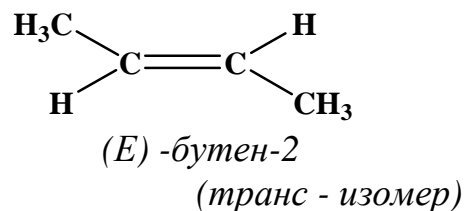
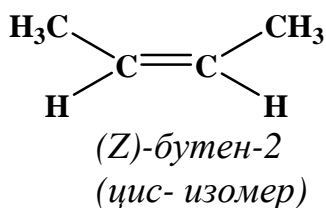
10. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих реакциях. Дайте названия всем соединениям.



## II АЛКЕНЫ (НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ)

При выполнении заданий по теме алкены обратите основное внимание на:

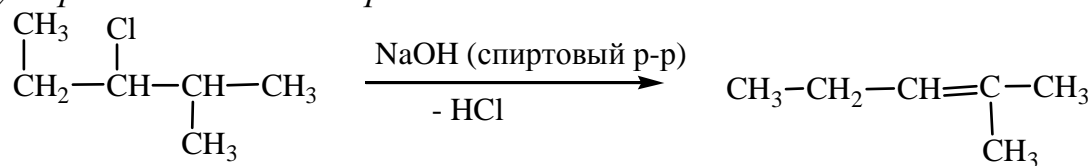
1) возможность существования для некоторых из них геометрических изомеров. Геометрическая изомерия наблюдается только в случае наличия разных (отличных друг от друга) заместителей у каждого атома углерода при двойной связи (в приведённом примере это группы:  $\text{CH}_3$  и  $\text{H}$ )



Z-изомер – пространственный изомер, в котором старшие заместители расположены по одну сторону от плоскости двойной ( $\pi$ ) связи; E-изомер – пространственный изомер, в котором старшие заместители расположены по разные стороны от плоскости двойной ( $\pi$ ) связи. Старшинство заместителей определяется по их молекулярной массе.

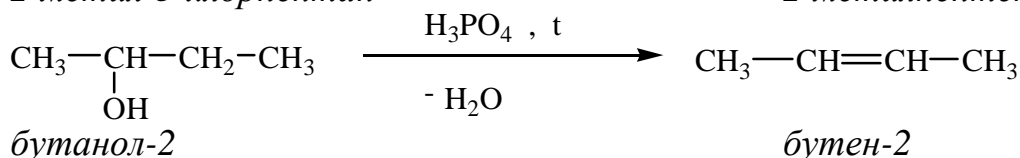
2) способ получения алкенов путём отщепления несимметричной молекулы происходит в соответствии с эмпирическим правилом Зайцева.

Правило А.М.Зайцева: отщепление  $\text{HHal}$  ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ) осуществляется от соседних атомов углерода таким образом, что водород отнимается от того из них, при котором водородов меньше (от наименее гидрогенизированного атома углерода), в результате реакции между этими атомами углерода замыкается кратная связь.



2-метил-3-хлорпентан

2-метилпентен-2



бутанол-2

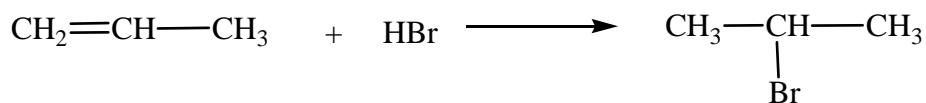
бутен-2

3) Присоединение несимметричных молекул к несимметрично расположенной двойной связи происходит в соответствии с правилом Марковникова..

Правило В.В. Марковникова: присоединение полярных молекул типа  $\text{HX}$  ( $\text{X} = \text{Hal}$ ,  $\text{OH}$ ) к несимметричным алкенам происходит к атомам углерода при двойной связи с разрывом кратной связи, причем водород,

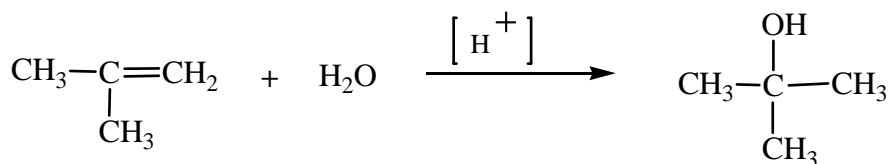


преимущественно, присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода.



пропен

2-бромпропан

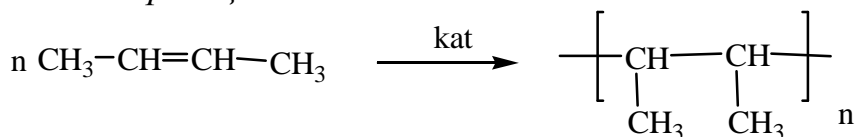


2-метилпропен

2-метилпропанол-2

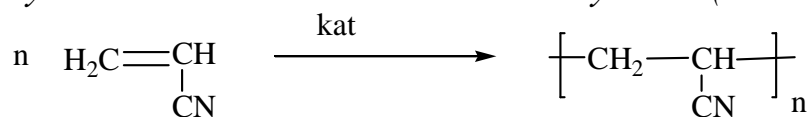
4) Для алкенов характерна реакция полимеризации, протекающая с разрывом двойной связи и с сохранением элементного состава исходного мономера

Полимеризация



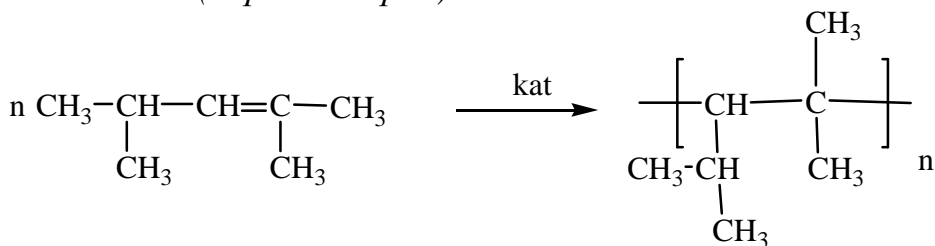
бутен-2

полибутен-2 (полибутилен)



нитрил акриловой кислоты  
(акрилонитрил)

полиакрилонитрил

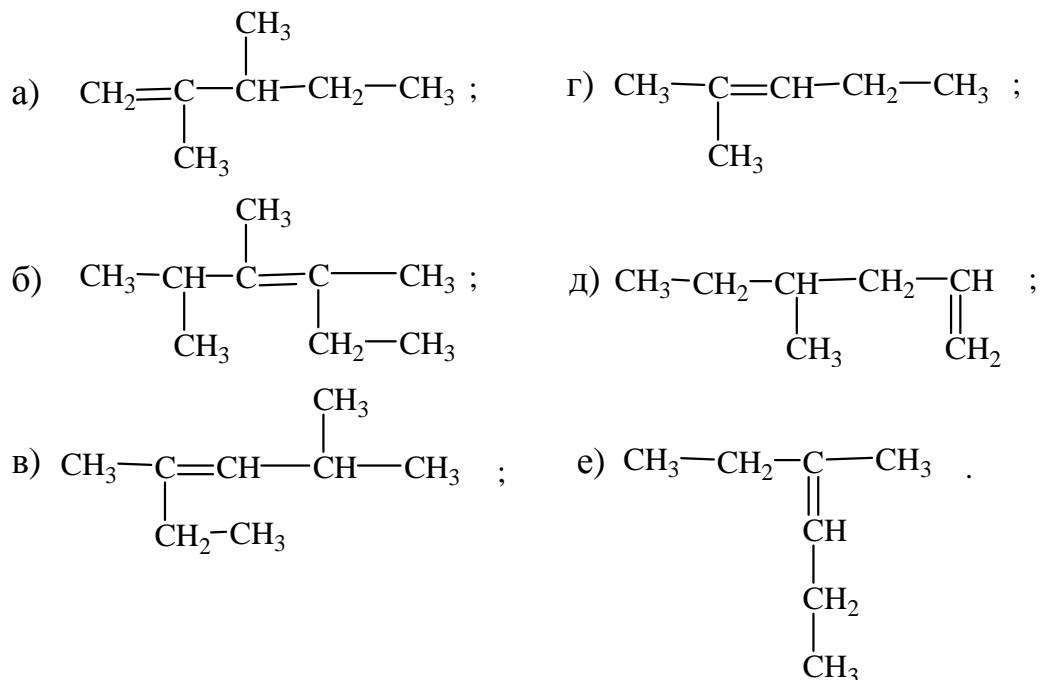


2,4-диметилпентен-2

поли-2,4-диметилпентен-2

### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК приведенные ниже соединения:



2. Напишите структурные формулы следующих алкенов:

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| а) 3-хлор-2-метилбутен-1  | г) 4-метилгексен-2        |
| б) 2,3,4-триметилгексен-3 | д) 2-метилпентен-2        |
| в) 2,3-диметилпентен-1    | е) 2,4,4-триметилпентен-2 |

3. Изобразите геометрические изомеры для нижеприведенных соединений. Приведите пример алкена, для которого невозможна геометрическая изомерия.

- |                        |             |
|------------------------|-------------|
| а) 2,5-диметилгексен-3 | г) гексен-2 |
| б) пентен-2            | д) бутен-2  |
| в) 3-метилпентен-2     | е) гексен-6 |

4. Напишите схемы реакции дегидратации следующих спиртов. Назовите полученные алкены.

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| а) 2-метилбутанол-1; | г) гексанол-2;       |
| б) 2-метилбутанол-2; | д) 3-метилпентанол-2 |
| в) бутанол-2;        | е) 3-метилбутанол-2  |

5. Какие алкены образуются при действии спиртового раствора щелочи (NaOH) на нижеприведенные галогенопроизводные? Напишите схемы реакций дегидрогалогенирования.

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| а) 2-хлорпентан;             | г) 2-бром-2-метилпентан; |
| б) 3-хлор-2,3-диметилпентан; | д) 3-хлор-2-метилпентан; |
| в) 2-хлор-2-метилбутан;      | е) 2-бром-3-метилгексан. |

6. Осуществите следующие превращения. Напишите схемы реакций.

- а) 2,3-дибромпентан  $\longrightarrow$  пентен-2  $\longrightarrow$  пентанол-2;  
 б) бутен-1  $\longrightarrow$  2-хлорбутан  $\longrightarrow$  бутен-2;  
 в) 2-бромпропан  $\longrightarrow$  2,3-диметилбутан  $\longrightarrow$  2,3-диметилбутен-1;  
 г) 1,2-дибромпропан  $\longrightarrow$  пропен  $\longrightarrow$  пропанол-2;  
 д) 3-метилбутанол-2  $\longrightarrow$  2-метилбутен-2  $\longrightarrow$  2-хлор-2-метилбутан;  
 е) 3-метилпентанол-2  $\longrightarrow$  3-метилпентен-2  $\longrightarrow$  3-метилпентанол-3.

7. Напишите схемы реакций гидрирования указанных алкенов:

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| а) 3-метилпентен-2 | г) 2,3-диметилпентен-2 |
| б) пентен-1        | д) 4,4-диметилпентен-2 |
| в) 3-метилпентен-1 | е) 2-метилгексен-3     |

8. Напишите схемы взаимодействия нижеприведенных алкенов со следующими реагентами: 1) HOH,  $[H^+]$ ; 2) HBr; 3) HBr в присутствии  $H_2O_2$

Укажите среди них те реакции, которые идут по правилу Марковникова.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| а) 2-метилбутен-2  | г) 2-метилбутен-1  |
| б) 2-метилпентен-1 | д) бутен-1         |
| в) 3-метилбутен-1  | е) 2-метилпентен-2 |

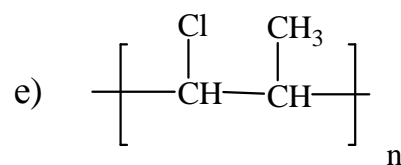
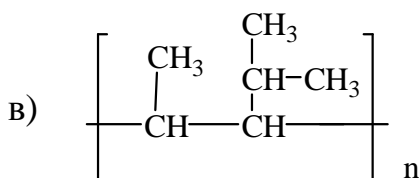
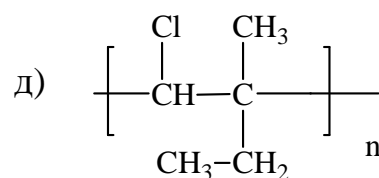
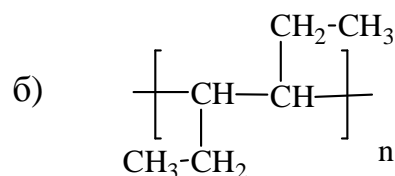
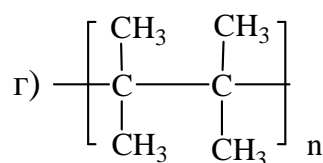
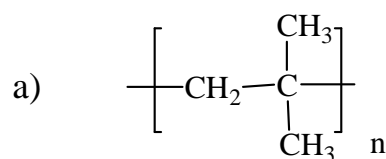
9. Какие соединения образуются при «жёстком» ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $t^\circ\text{C}$ ) и «мягком» (водный раствор  $\text{KMnO}_4$ ,  $25^\circ\text{C}$ ) окислении следующих алкенов. Напишите схемы реакций.

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| а) 2,3-диметилпентен-1 | г) 2-метилбутен-2     |
| б) пропен              | д) бутен-1            |
| в) бутен-2             | е) 2,3-диметилбутен-2 |

10. Изобразите элементарное звено полимера, образующегося при полимеризации нижеприведенных алкенов:

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| а) гексен-2        | г) 3-метилпентен-2     |
| б) 2-метилпентен-2 | д) 2,4-диметилпентен-2 |
| в) гексен-1        | е) 2-метилпропен       |

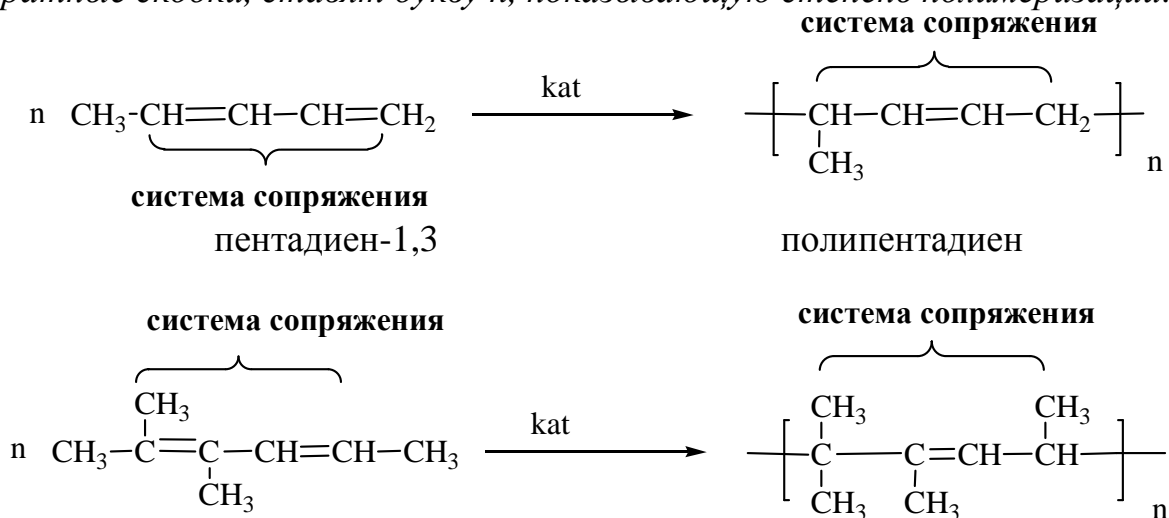
11. Из каких алкенов получены следующие полимеры?



### III АЛКАДИЕНЫ И АЛКИНЫ

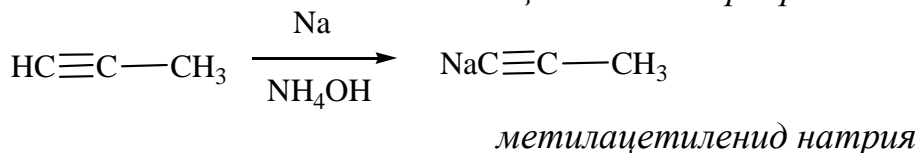
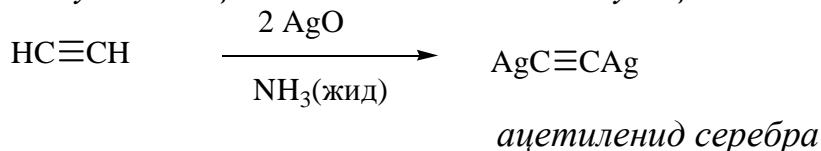
При выполнении заданий по теме алкадиены и алкины обратите основное внимание на:

1) полимеризация сопряжённых диеновых углеводородов протекает особым образом: с разрывом обеих двойных связей, встраиванием молекулы мономера в полимерную цепь по концам системы сопряжения и образованием двойной связи между вторым и третьим углеродом системы сопряжения. Схема реакции полимеризации имеет особенности: перед молекулой мономера и после элементарного звена полимера, взятого в квадратные скобки, ставят букву  $n$ , показывающую степень полимеризации:

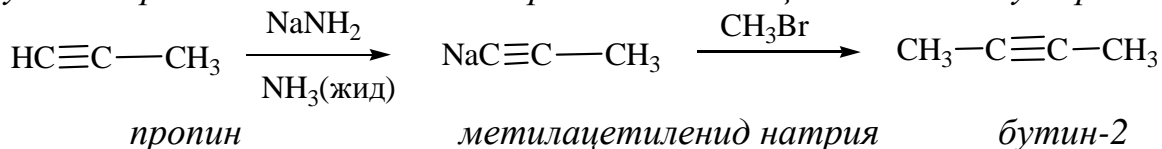


2) Для алкинов, в отличие от других классов углеводородов, возможны реакции замещения водорода при тройной связи, характеризующие их слабые кислотные свойства.

Взаимодействием их с амидами щелочных металлов ( $\text{NaNH}_2$ ) или щелочными металлами, оксидом серебра, солями закисной меди в среде жидкого аммиака получают ацетилениды соответствующих металлов.



Через ацетилениды могут быть получены производные ацетиленовых углеводородов с более длинной и разветвлённой цепью атомов углерода.



### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по правилам номенклатуры ИЮПАК приведенные ниже соединения:

- |  |  |
|--|--|
| а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3$                        | г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_2}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ |
| б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$   | д) $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$                                 |
| в) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$ | е) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$  |

2. Какие соединения образуются при действии спиртового раствора щелочи (NaOH) на нижеприведенные галогенопроизводные? Напишите схемы реакций дегидрогалогенирования. Мольное соотношение реагентов 1:2.

- а) 2,4-дихлор-3,4-диметилгексан;
- б) 2,4-дибромгексан;
- в) 1,4-дибромбутан;
- г) 1,4-дихлорпентан;
- д) 2,5-дихлор-2,5-диметилгексан;
- е) 1,4-дибром-3,4-диметилгексан.

3. Напишите схемы реакций присоединения: 1) водорода ( $\text{H}_2$ ) и 2) брома ( $\text{Br}_2$ ) к следующим алкадиенам. Мольное соотношение реагентов 1:1.

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| а) 2-метилбутадиен-1,3      | г) 2,4-диметилпентадиен-1,3 |
| б) 2,3-диметилпентадиен-1,3 | д) гексадиен-2,4            |
| в) пентадиен-1,3            | е) 3-метилпентадиен-1,3     |

4. Назовите соединения, полученные присоединением гидробромида (HBr) к следующим алкадиенам. Мольное соотношение реагентов 1:1.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| а) пентадиен-1,3        | г) 3-метилпентадиен-1,3 |
| б) гексадиен-2,4        | д) 2-метилбутадиен-1,3  |
| в) 2-метилпентадиен-1,3 | е) 2-метилгексадиен-2,4 |

5. Напишите схемы полимеризации (по варианту 1,4) для приведённых ниже алкадиенов:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| а) 2-хлорпентадиен-1,3;      | г) пентадиен-1,3;            |
| б) 2,4-диметилпентадиен-1,3; | д) 2,3-диметилпентадиен-1,3; |
| в) 2-метилгексадиен-2,4;     | е) 2-метилбутадиен-1,3.      |

6. Приведите схемы реакции дегидрогалогенирования под действием спиртового раствора щелочи (KOH) на нижеприведенные галогенопроизводные. Назовите полученные соединения.

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| а) 1,1-дихлорбутан          | г) 2,2-дибром-4,4-диметилпентан |
| б) 2,2-дихлорбутан          | д) 1,1-дихлорпропан             |
| в) 1,1-дибром-3-метилпентан | е) 2,2-дихлор-3,3-диметилгексан |

7. Какие соединения образуются в реакции присоединения воды в присутствии солей ртути (реакция Кучерова) к указанным алкинам?

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| а) пропин   | г) 4-метилпент-2-ин |
| б) бут-1-ин | д) пент-2-ин        |
| в) бут-2-ин | е) 3-метилпент-1-ин |

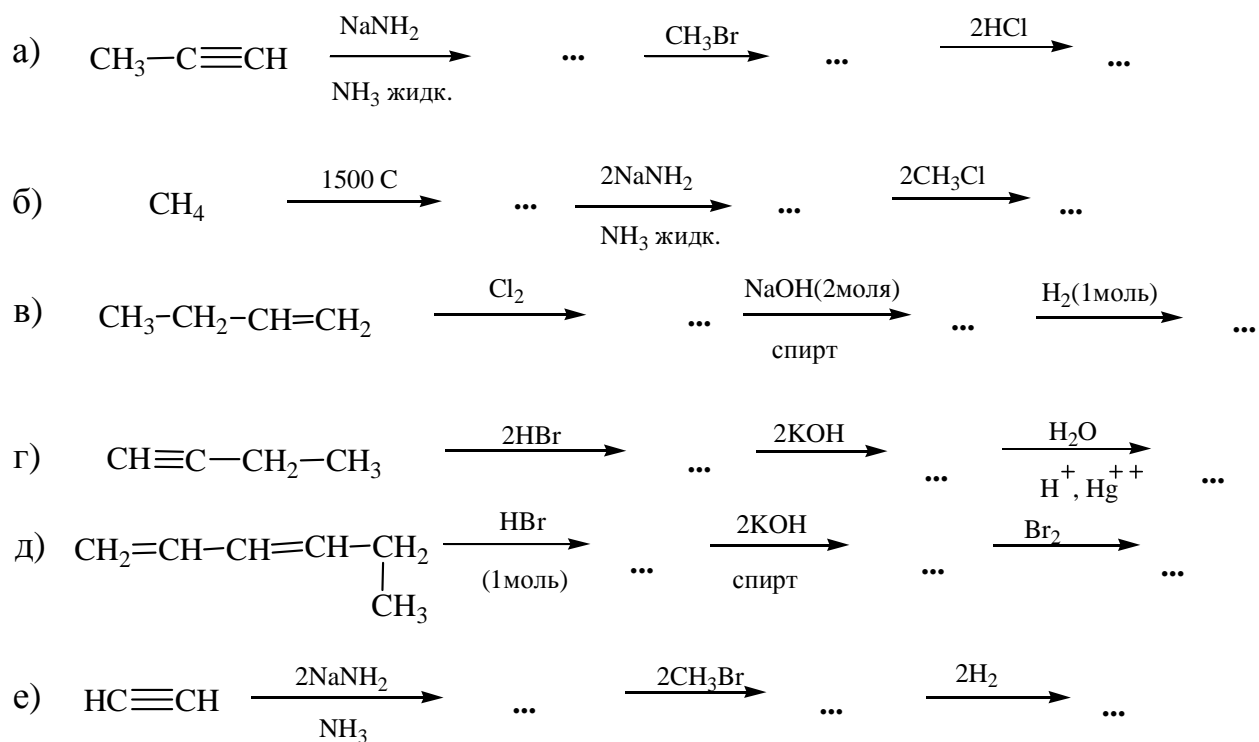
8. Напишите схемы реакций взаимодействия нижеприведенных алкинов с амидом натрия ( $\text{NaNH}_2$  в  $\text{NH}_3$ ):

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| а) гексин-1           | г) 3-метилбутин-1 |
| б) 3,3-диметилбутин-1 | д) бутин-1        |
| в) пропин-1           | е) пентин-1       |

9. Какие соединения образуются в результате присоединения двух молей HCl к нижеприведенным алкинам?

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| а) гексин-3        | г) бутин-2  |
| б) 3-метилпентин-1 | д) пропин   |
| в) пентин-2        | е) пентин-1 |

10. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов следующих реакций. Дайте названия этим соединениям:





#### IV. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ РЯДА БЕНЗОЛА. НОМЕНКЛАТУРА. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

При выполнении заданий по теме ароматические соединения ряда бензола обратите основное внимание на:

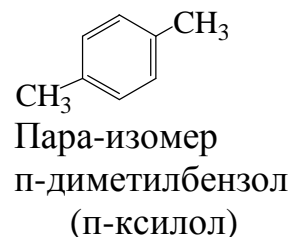
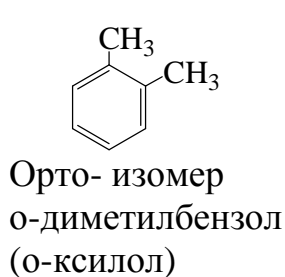
1) основные принципы ароматичности (совокупность свойств, которыми должны обладать ароматические соединения):

1.1. замкнутая система сопряженных двойных связей, при этом молекула должна быть плоской;

1.2. высокая химическая устойчивость соединения, в том числе и к окислению;

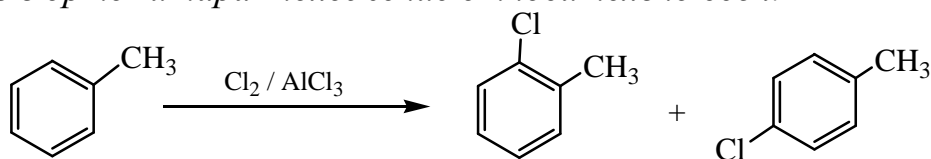
1.3. склонность к реакциям замещения, а не присоединения, несмотря на формальную ненасыщенность;

2) изомерия производных бензола. Так двузамещённый бензол имеет три структурных изомера в зависимости от взаимного расположения этих заместителей:

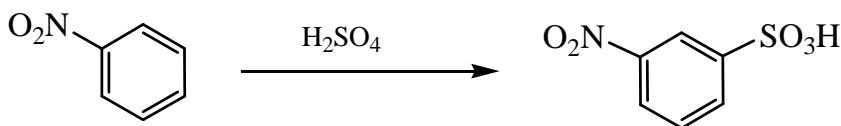


3) Правила ориентации при электрофильном замещении в ряду бензола.

3.1. Ориентанты 1 рода:  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{OCOR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{Alk}$ ,  $-\text{Hal}$  (не имеют кратных связей). Кроме галогенов все ориентанты 1 рода обладают электронодонорными свойствами, ориентируют новый вступающий заместитель в орто- и пара- положение относительно себя.

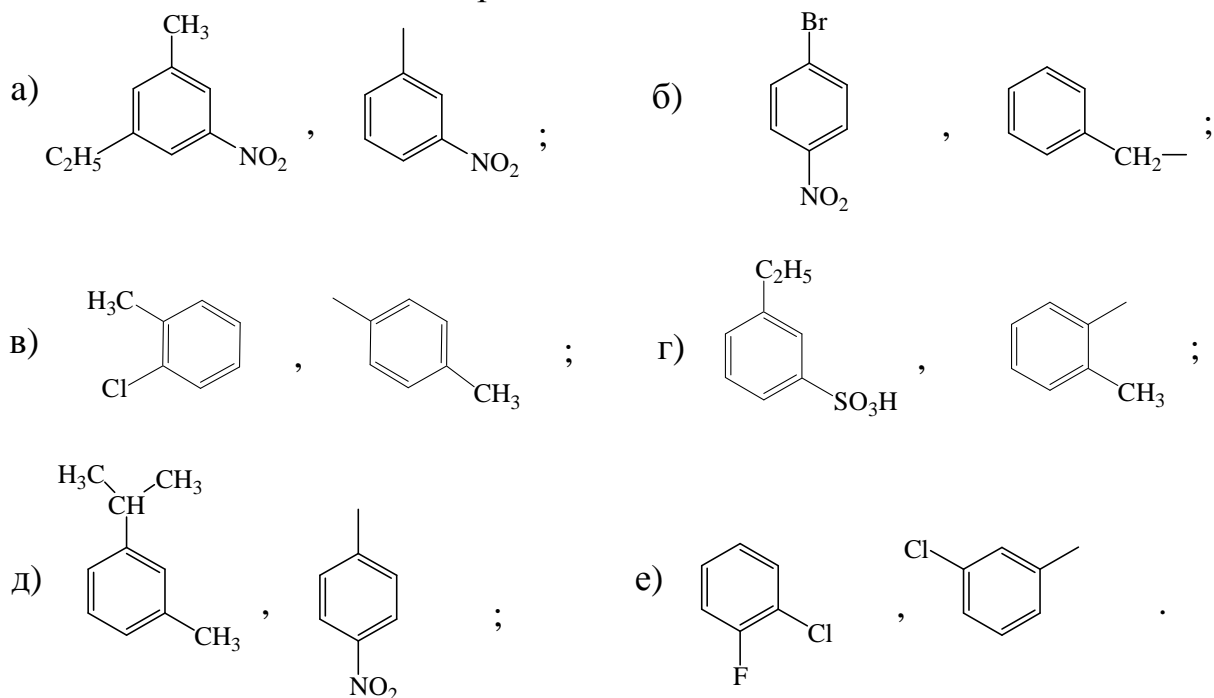


3.2. Ориентанты 2 рода:  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{COH}$ ,  $-\text{COR}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COOR}$ ,  $-\text{CCl}_3$  (содержат кратные связи), обладают электроноакцепторными свойствами, ориентируют новый вступающий заместитель в мета-положение относительно себя.



## Задания для самостоятельной работы:

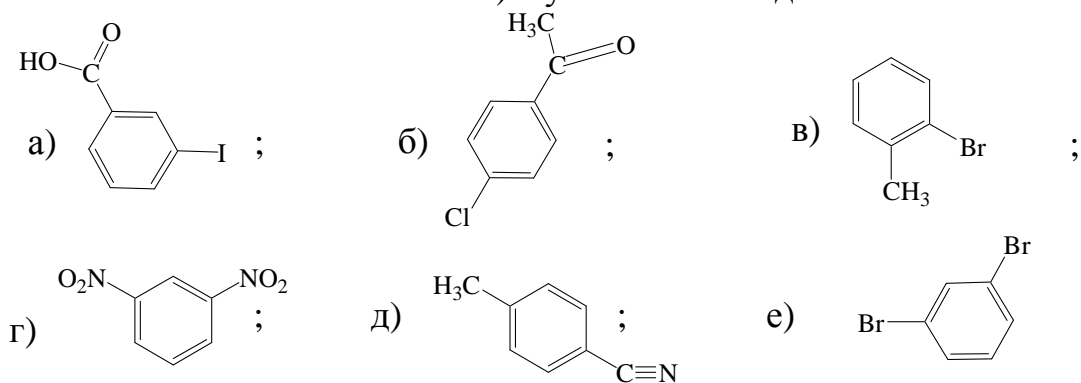
1. Назовите соединения и радикалы:



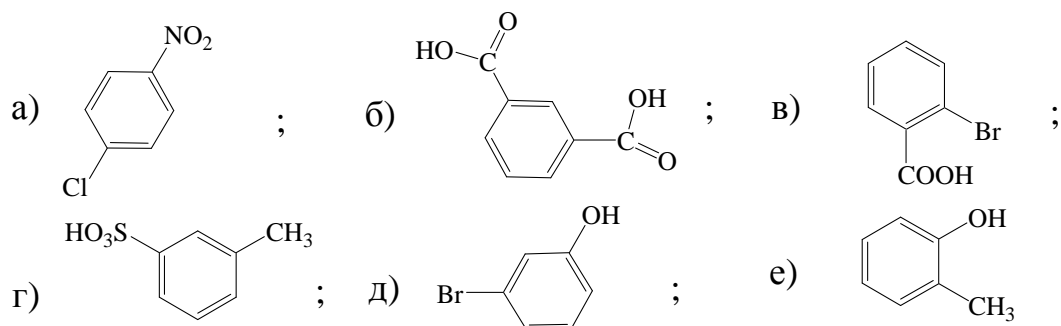
2. Напишите структурные формулы всех изомеров следующих соединений:

- а) диметилбензолсульфонокислота;      б) диметилбромбензол;  
 в) йодбромхлорбензол;                      г) дибромпропилбензол;  
 д) дихлорбензойная кислота;              е) динитротолуол.

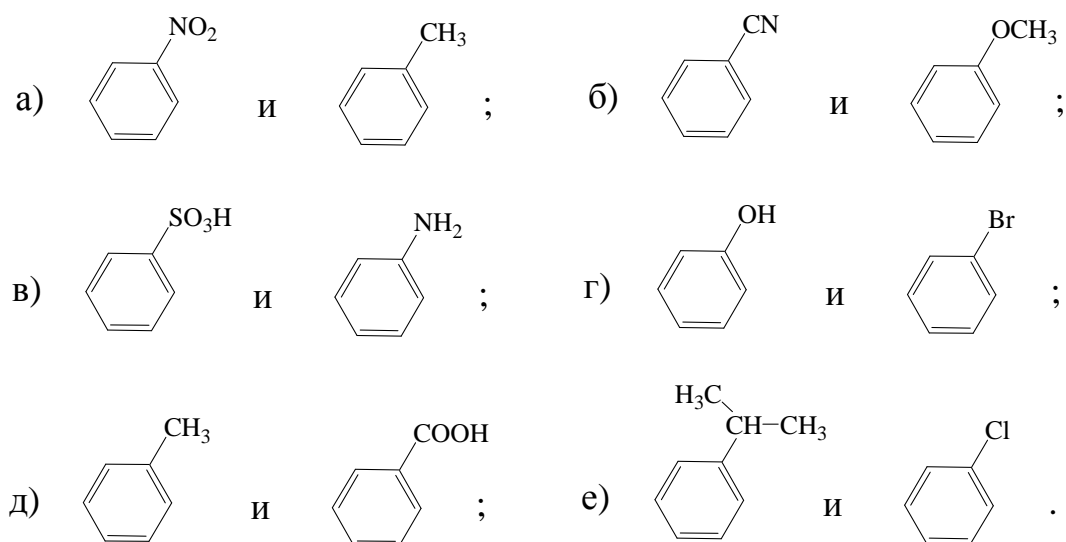
3. Укажите тип взаимного ориентирующего действия заместителей (согласованное или несогласованное) в указанных соединениях:



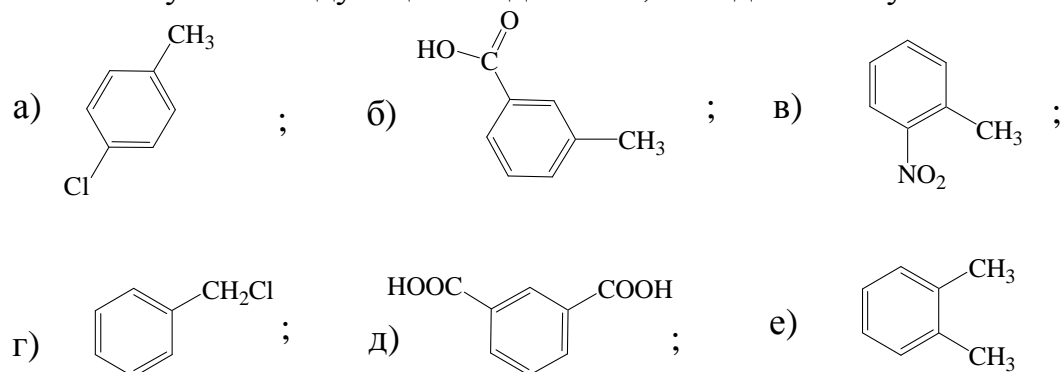
4. Отметьте звёздочкой атомы углерода указанных ниже ароматических соединений, по которым будут протекать реакции электрофильного замещения:



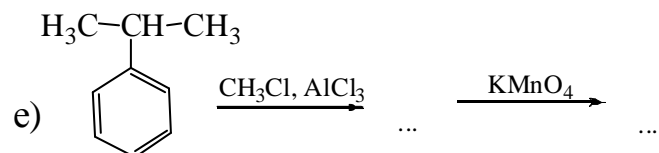
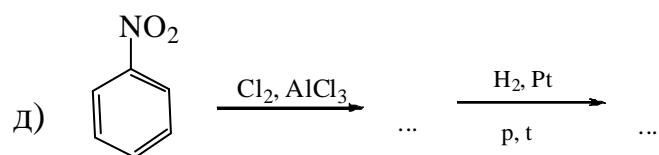
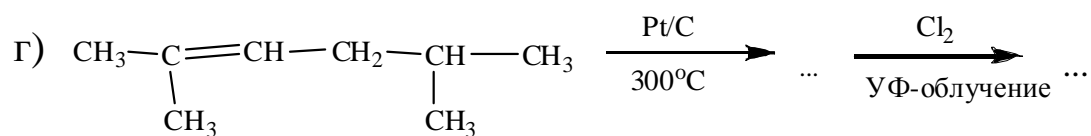
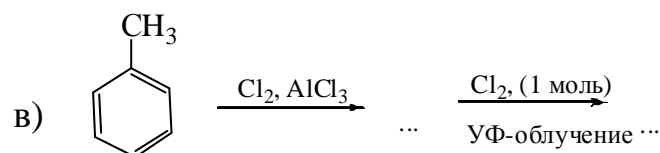
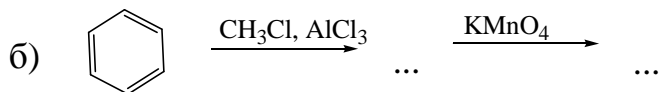
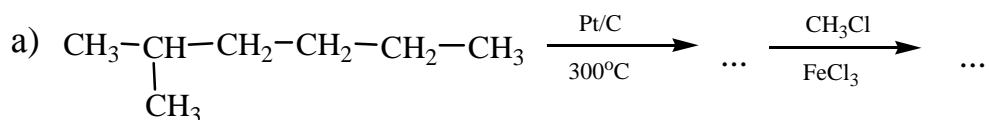
5. В каждой паре соединений укажите наиболее активное в реакциях электрофильного замещения.



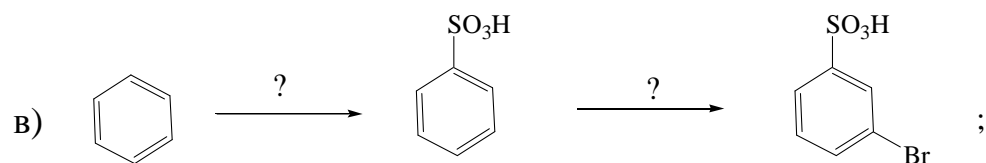
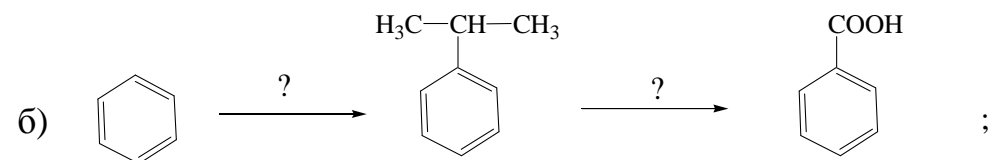
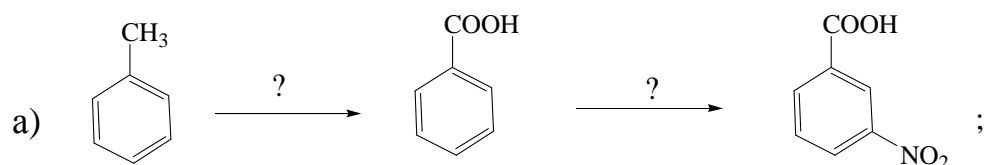
6. Получите следующие соединения, исходя из толуола:

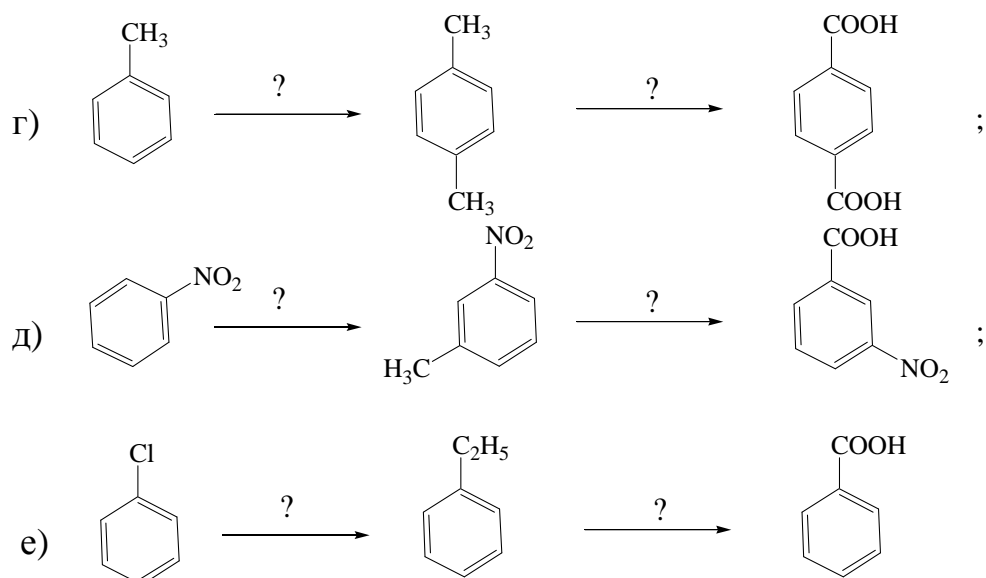


7. Осуществите следующие превращения, назовите все продукты:

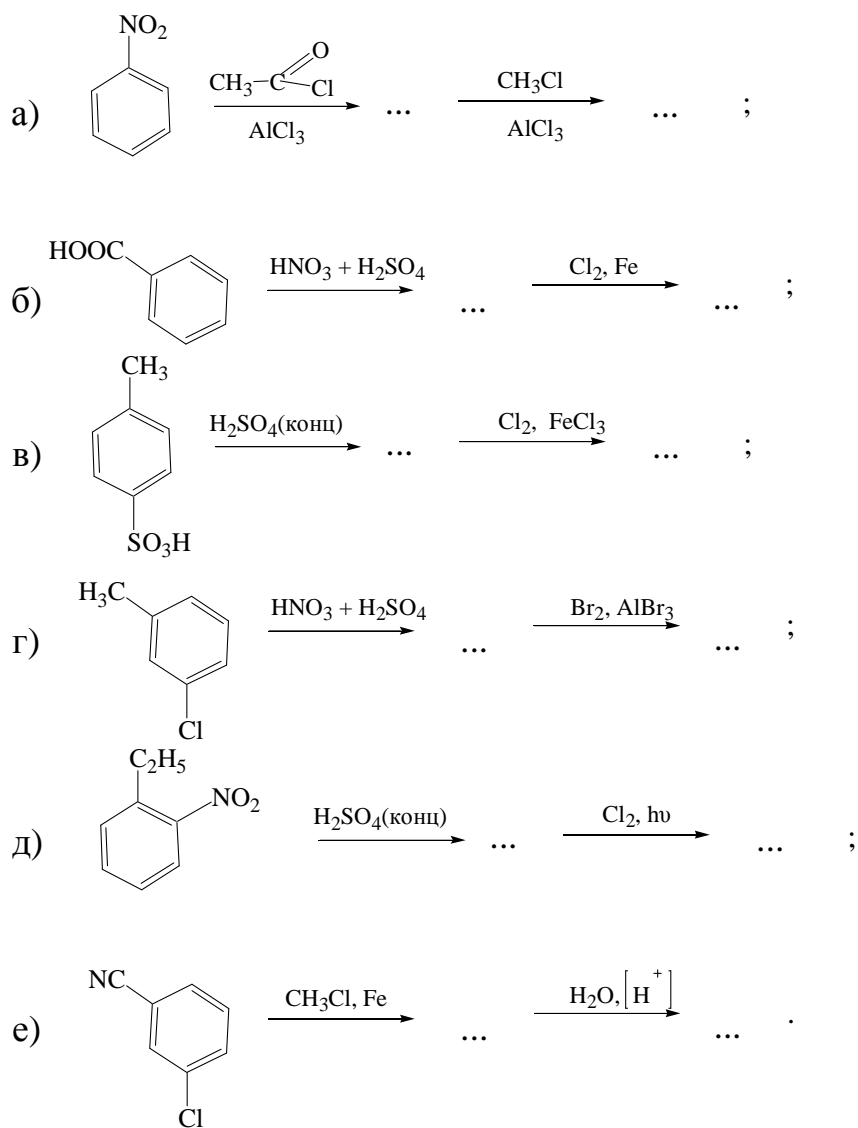


8. Укажите условия проведения последовательных реакций:





9. Осуществите следующие превращения, назовите продукты всех реакций:



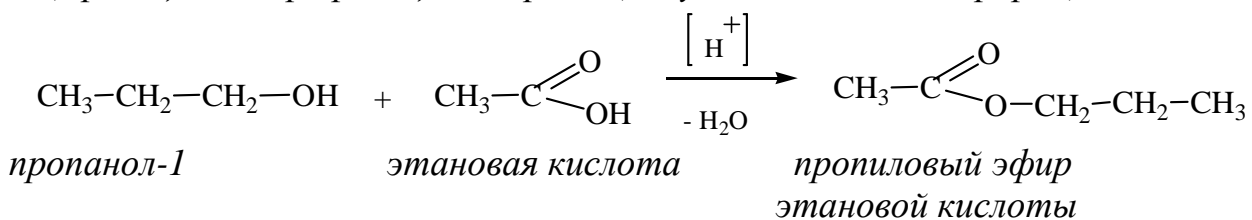
10. Предложите способ, как в несколько стадий получить из бензола следующие соединения:

- а) п-нитробромбензол;
- б) м-динитробензол;
- в) п-нитрохлорбензол;
- г) п-толуолсульфокислота;
- д) м-толуолсульфокислота;
- е) о-хлортолуол.

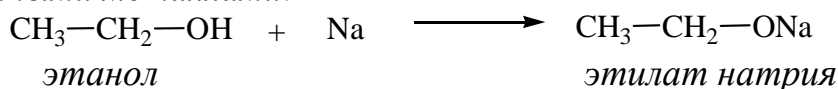
## V. АЛКАНОЛЫ И ФЕНОЛЫ

При выполнении заданий по теме алканола (спирты) и фенолы обратите основное внимание на:

1) реакцию этерификации спиртов (получение сложных эфиров)



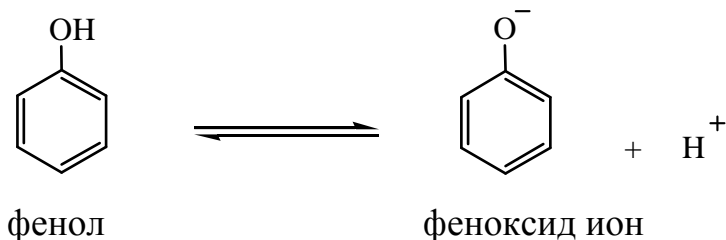
2) слабо кислотные свойства спиртов, проявляющиеся в их взаимодействии с щелочными металлами:



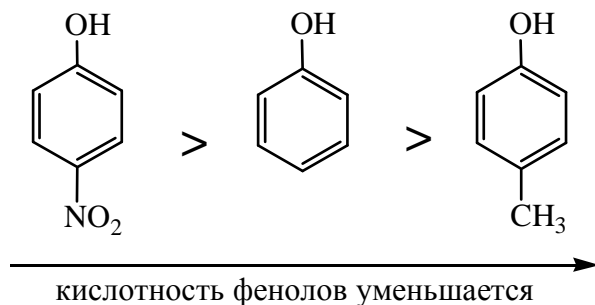
С растворами щелочей спирты не реагируют.

3) химические свойства фенолов определяются взаимным влиянием гидроксильной группы и бензольного кольца. С одной стороны электронодонорные свойства гидроксила повышают электронную плотность на бензольном ядре и способствуют протеканию реакций электрофильного замещения в более мягких условиях. С другой стороны, бензольное кольцо, способствует ослаблению связи протона гидроксильной группы с кислородом и усилению кислотных свойств фенола в сравнении со спиртами.

Водный раствор фенола – карболовая кислота

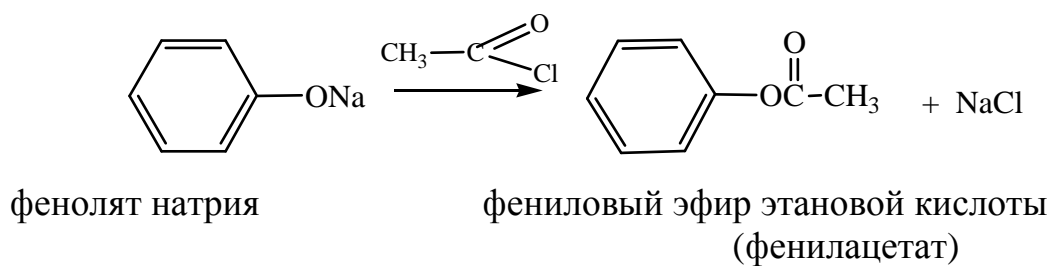
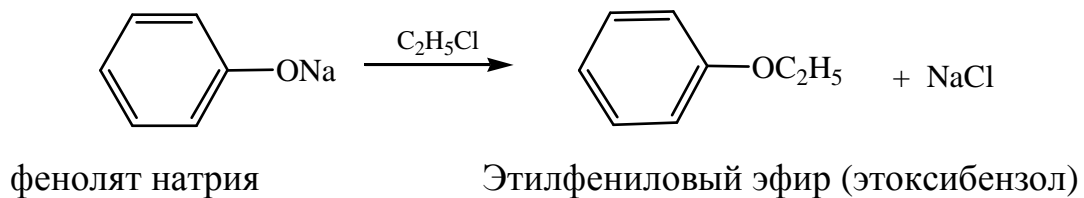
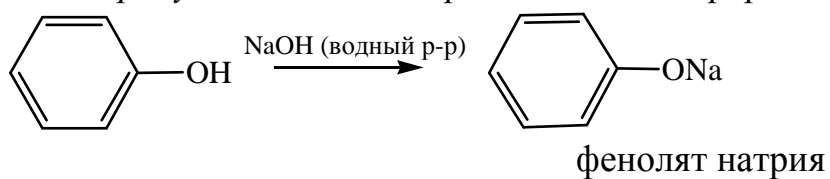


Введение в ароматическое кольцо электроноакцепторных групп (Cl, Br, I, NO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>H и др.) повышает относительную кислотность фенольного гидроксила, введение электронодонорных групп (алкилы, OH, NH<sub>2</sub> и их производных) соответственно понижает кислотность. Особенно ярко влияние группировок проявляется, если они находятся в о- и п- положении относительно группы OH.



Кислотность фенолов выше кислотности спиртов и проявляются в способности фенолов взаимодействовать с растворами щелочей, в результате

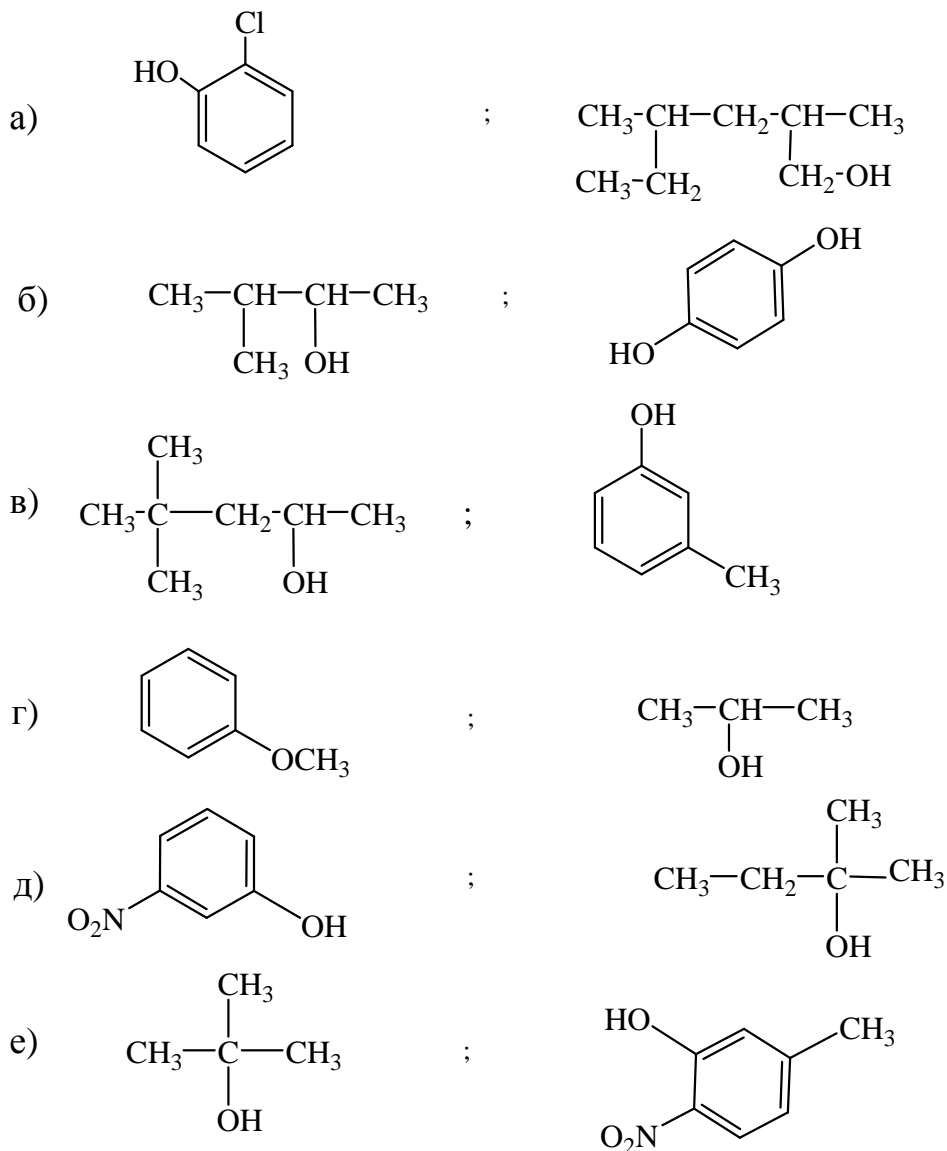
чего образуются феноляты, которые могут быть использованы в качестве промежуточного продукта в синтезе ароматических эфиров.



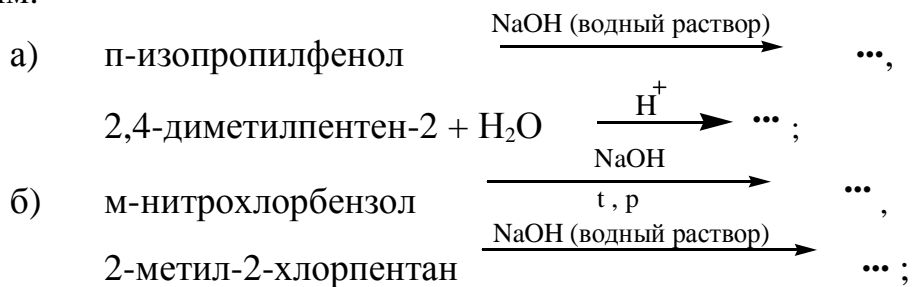


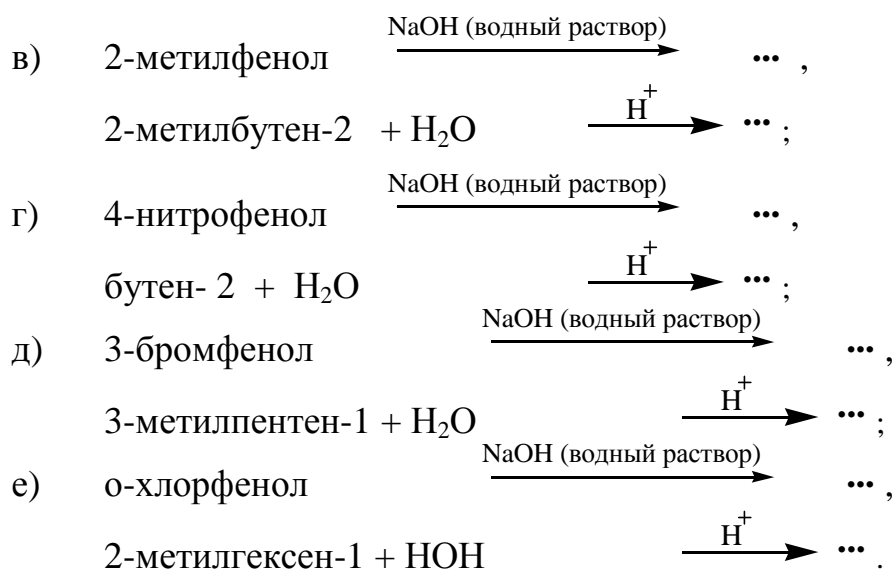
### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по правилам номенклатуры ИЮПАК приведенные ниже соединения:

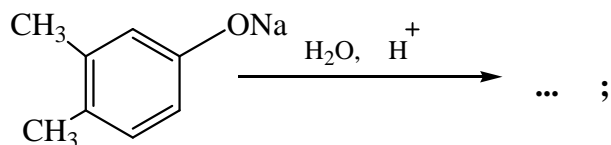
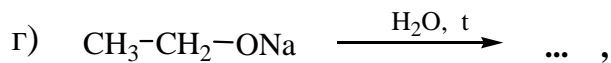
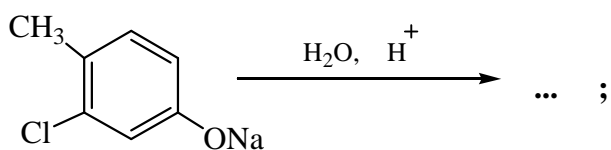
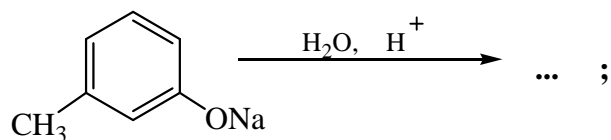
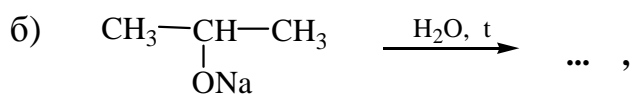
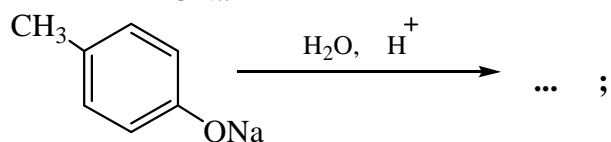
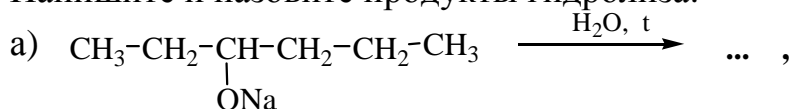


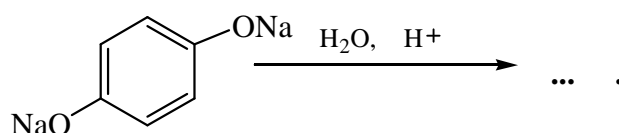
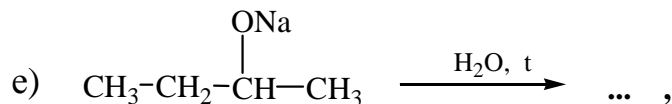
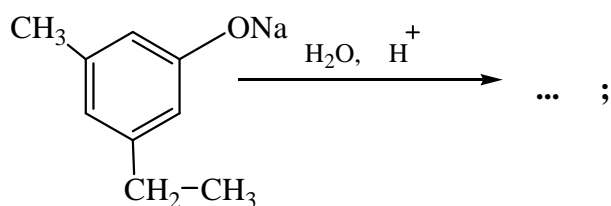
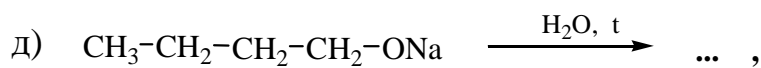
2. Допишите схемы предложенных реакций. Дайте названия полученным соединениям.





3. Напишите и назовите продукты гидролиза:





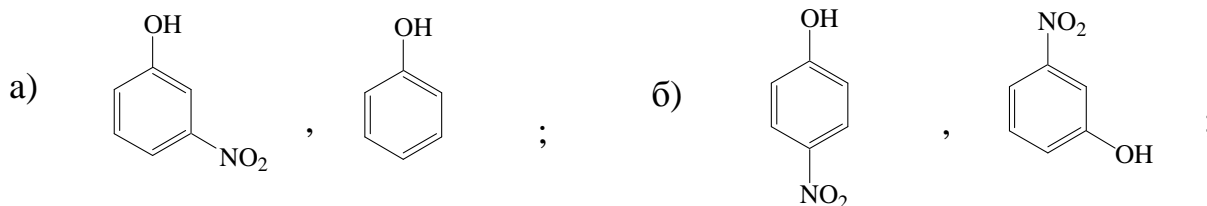
4. Напишите схемы реакций взаимодействия указанных ниже соединений с водным раствором NaOH:

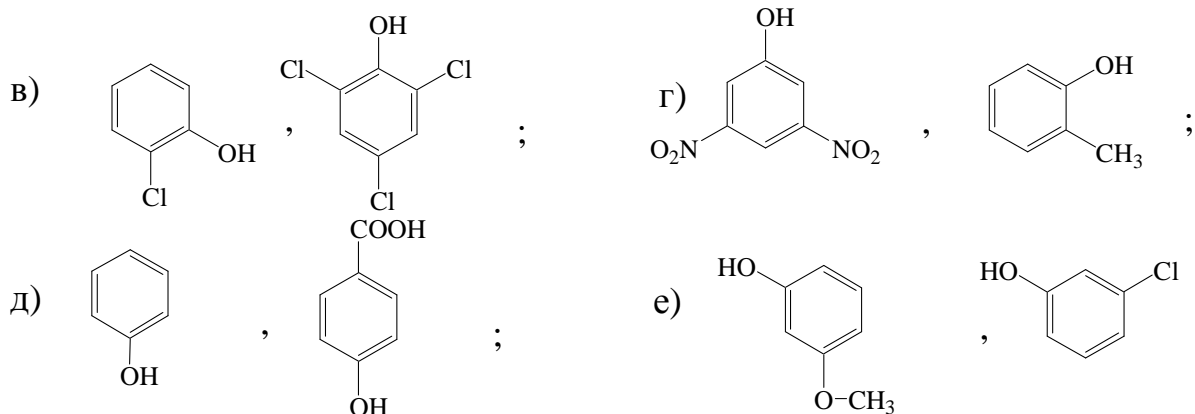
- |  |  |
|--|--|
| а) 2-хлор-3-метилбутан,<br>п-нитрофенол;     | г) хлористый изобутил,<br>м-метилфенол (м-крезол); |
| б) бромистый изопропил,<br>о-хлорфенол;      | д) 3-хлор-2-метилпентан,<br>м-бромфенол;           |
| в) 1-иод-2-метилгексан,<br>п-изопропилфенол; | е) 3-хлор-2-метилгексан<br>о-этилфенол.            |

5. Напишите для каждого из приведённых спиртов по две схемы реакций со следующими галогенирующими агентами:  $\text{PBr}_3$ ,  $\text{PCl}_5$  ; продукты реакций назовите:

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| а) пентанол-2,       | г) изопропанол, |
| б) 2-метилбутанол-2, | д) гексанол-2,  |
| в) пентанол-3,       | е) бутанол-2.   |

6. В каждой паре приведённых ниже соединений укажите фенол с более сильными кислотными свойствами, напишите схемы диссоциации.





7. Напишите схемы реакций взаимодействия следующих спиртов с уксусной кислотой ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) в присутствии каталитических количеств минеральной кислоты (реакция этерификации)

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| а) 3-метилбутанол-1,  | г) пентанол-1,       |
| б) бутанол-2,         | д) 3-метилбутанол-2, |
| в) 2-метилпропанол-2, | е) бутанол-1.        |

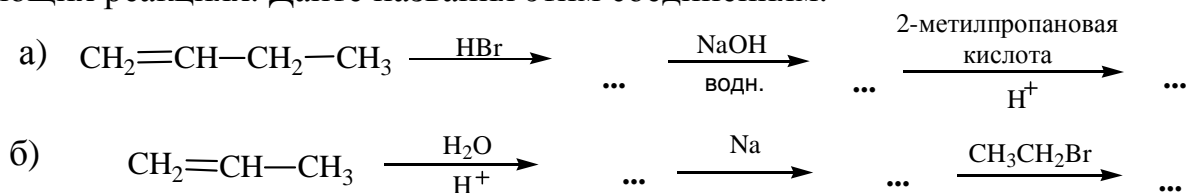
8. Напишите схемы получения следующих эфиров:

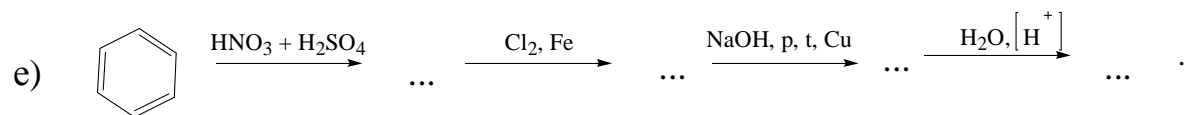
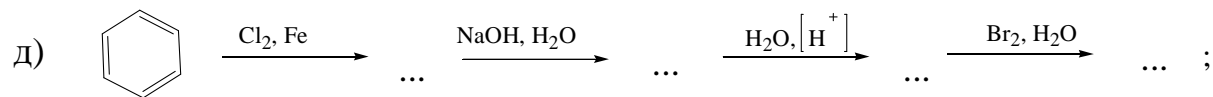
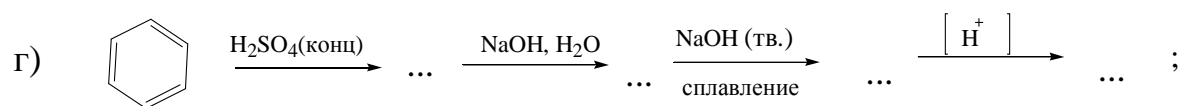
- |   |   |
|---|---|
| а) диэтиловый эфир,<br>фениловый эфир пропановой кислоты; | г) дибутиловый эфир,<br>пропилфениловый эфир;       |
| б) дивторбутиловый эфир,<br>фенил-п-нитрофениловый эфир;  | д) диизобутиловый эфир<br>метилфениловый эфир;      |
| в) диизопропиловый эфир,<br>дифениловый эфир;             | е) диметиловый эфир,<br>метил-о-хлорфениловый эфир. |

9. Напишите схемы реакции: 1) мягкого окисления и 2) каталитического дегидрирования следующих спиртов:

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| а) 3-метилпентанол-2, | г) гексанол-2,       |
| б) пентанол-2,        | д) пентанол-3,       |
| в) бутанол-1,         | е) 2-метилбутанол-1. |

10. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих реакциях. Дайте названия этим соединениям.





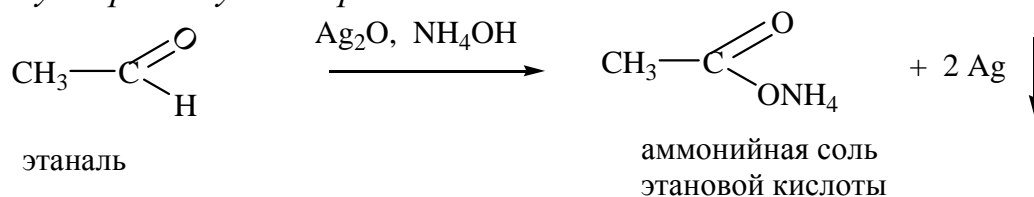
## VI АЛЬДЕГИДЫ, КЕТОНЫ, КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

При изучении раздела альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты обратите внимание на:

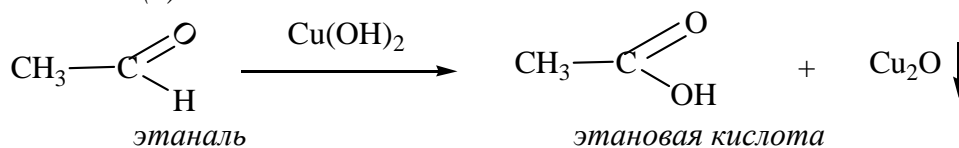
1) разнообразие химических свойств этих соединений, большое количество производных карбоновых кислот и их названия;

2) альдегиды отличаются высокой реакционной способностью, реакции окисления, протекающие очень легко, применяют для их качественного обнаружения (так называемые качественные реакции):

2.1) реакция «серебряного зеркала», в результате которой выпадающий мелкодисперсный осадок серебра равномерно покрывает стенки реакционного сосуда, образуя зеркальную поверхность:

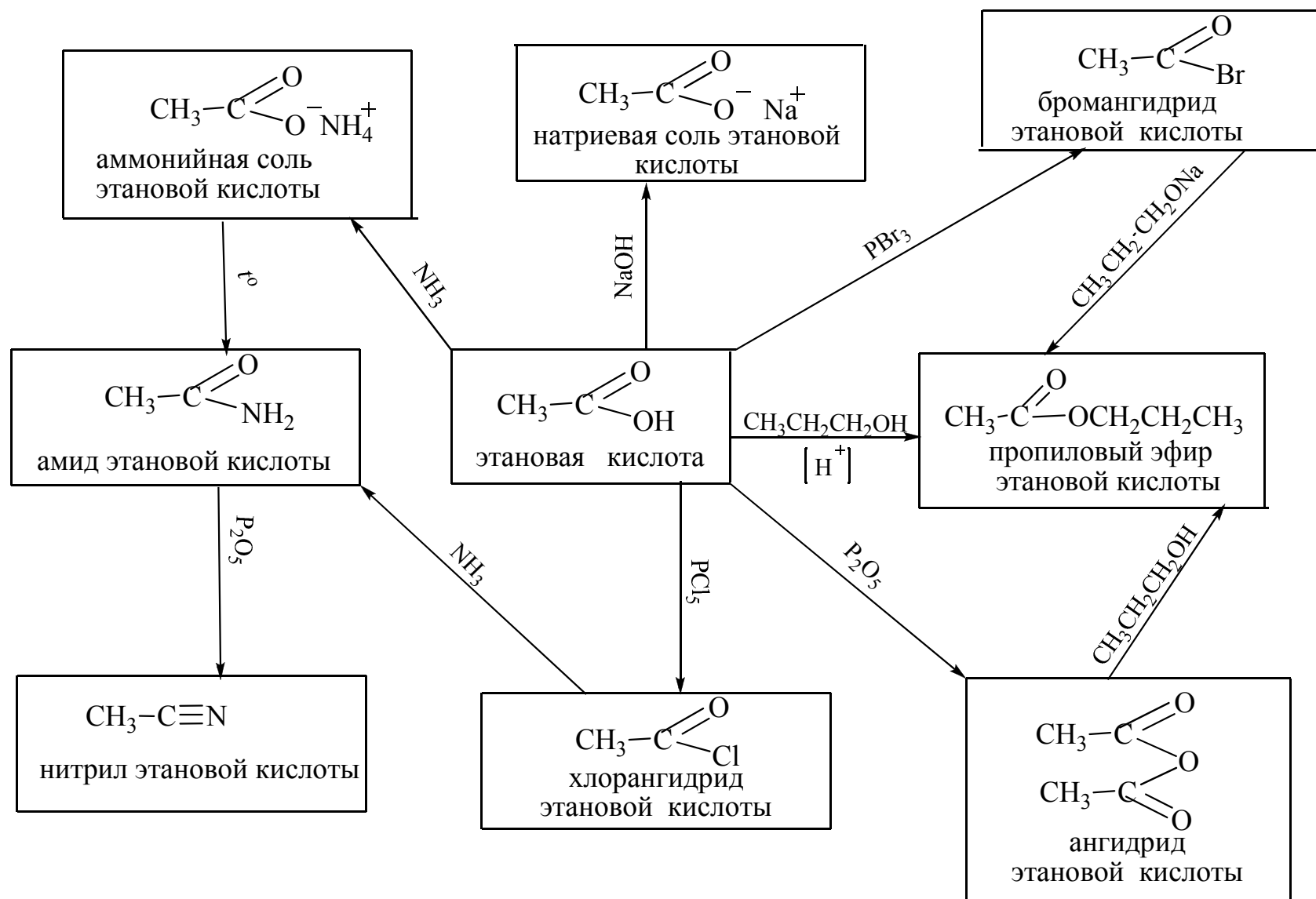


2.2) реакция альдегидов с «реактивом Фелинга» даёт другое наглядное подтверждение происшедшего окисления, синий цвет реакционной массы изменяется через зелёный, жёлтый к кирпично-красному цвету образующегося осадка оксида меди (I).



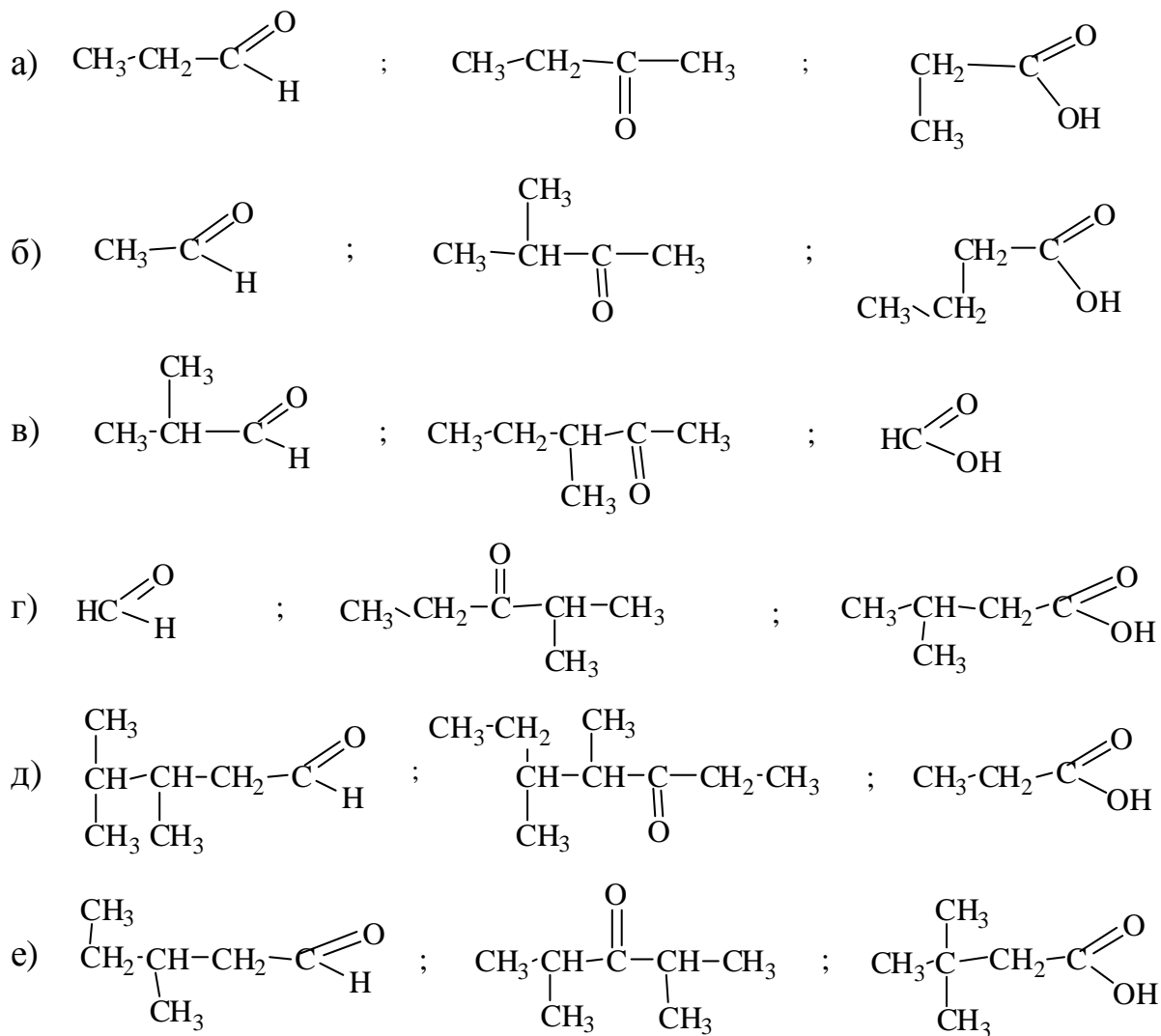
3) способы получения и названия производных карбоновых кислот, пример приведён ниже для этановой кислоты.

*Производные карбоновых кислот и методы их получения на примере этановой кислоты*



### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по правилам номенклатуры ИЮПАК приведенные ниже соединения:



2. Напишите схемы реакции получения карбоновых кислот из указанных ниже исходных соединений. Дайте названия конечным продуктам.

- бутаналь; 1,1,1-трихлорбутан; нитрил масляной кислоты.
- 2-метилпропаналь; 1,1,1-трихлор-2-метилпропан;  
нитрил 2-метилпропановой кислоты.
- пентаналь; 1,1,1-трибромпентанан; нитрил пентановой кислоты.
- этаналь; 1,1,1-трибром-3-метилпентан; нитрил пропионовой кислоты.



д) 2-метилбутаналь; 1,1,1-трихлор-3-метилбутан; нитрил 2,3-диметилгексановой кислоты.

е) 2-метилпентаналь; 1,1,1-трибромэтан; нитрил изовалериановой кислоты.

3. Напишите схемы реакций «мягкого» окисления приведённых ниже спиртов. Назовите продукты реакций.

а) пропанол-1, бутанол-2;

б) 3-метилбутанол-1, пропанол-2;

в) 3-метилпентанол-1, пентанол-2;

г) 2-метилпропанол-1, 4-метилпентанол-2;

д) гексанол-1, 2-метилгексанол-3;

е) 3-метилгептанол-1, гексанол-2.

4. Для каждого из приведённых ниже соединений напишите по две отдельных реакции их взаимодействия с 1) HCN; 2) H<sub>2</sub>. Продукты реакций назовите.

а) пентанон-2;

г) 3-метилпентаналь;

б) бутанон;

д) пропанон;

в) пропаналь;

е) 2-метилгексаналь.

5. Напишите схемы реакций каждого из приведённых ниже соединений с пентахлоридом фосфора (PCl<sub>5</sub>):

а) бутаналь, бутановая кислота;

б) бутанон-2, этановая кислота;

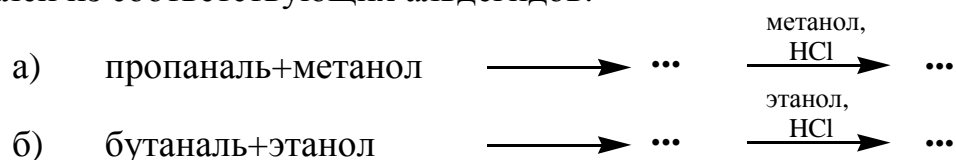
в) пентанон-3, гексановая кислота;

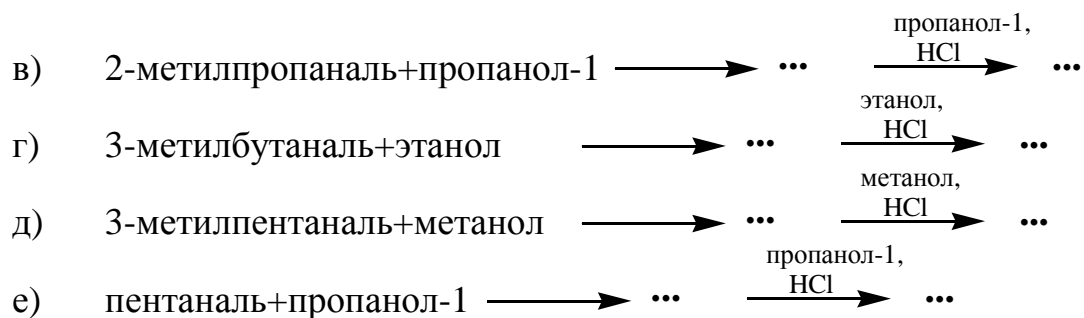
г) 2-метилбутаналь, изомасляная кислота;

д) 2-метилпропаналь, 2,3-диметилпентановая кислота;

е) гексанон-3, 2-метилпентановая кислота.

6. Напишите по стадиям схемы реакции образования полуацеталей и ацеталей из соответствующих альдегидов:





7. Укажите продукты реакции окисления приведенных ниже кетонов в «жёстких» условиях ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}$ )

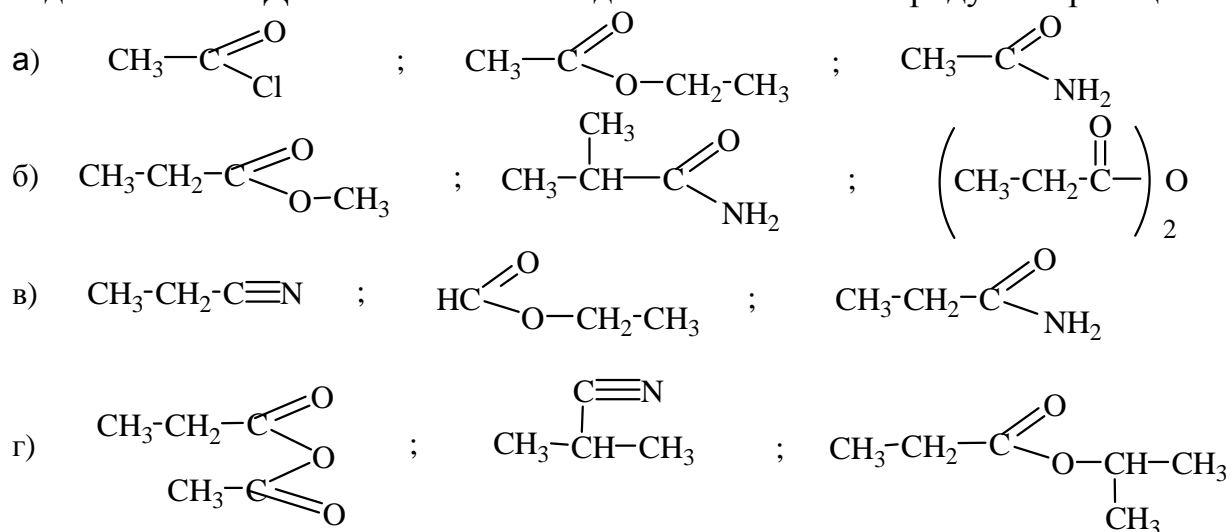
- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| а) 2,4-диметилпентанон-3; | г) гексанон-2;       |
| б) 2-метилгексанон-3;     | д) пентанон-2;       |
| в) 2-метилпентанон-3;     | е) 3-метилбутанон-2. |

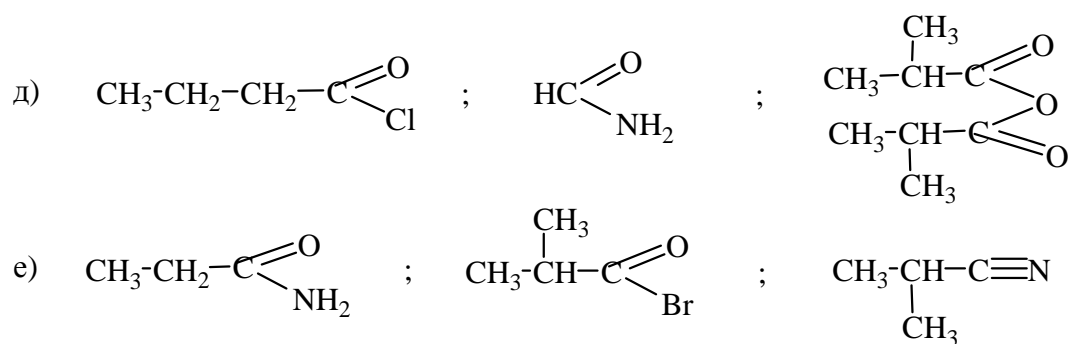
8. Напишите схемы трёх отдельных реакций взаимодействия указанных кислот со следующими реагентами:

- 1)  $\text{NaOH}$ ;      2)  $\text{NH}_3$ ;      3)  $\text{P}_2\text{O}_5$

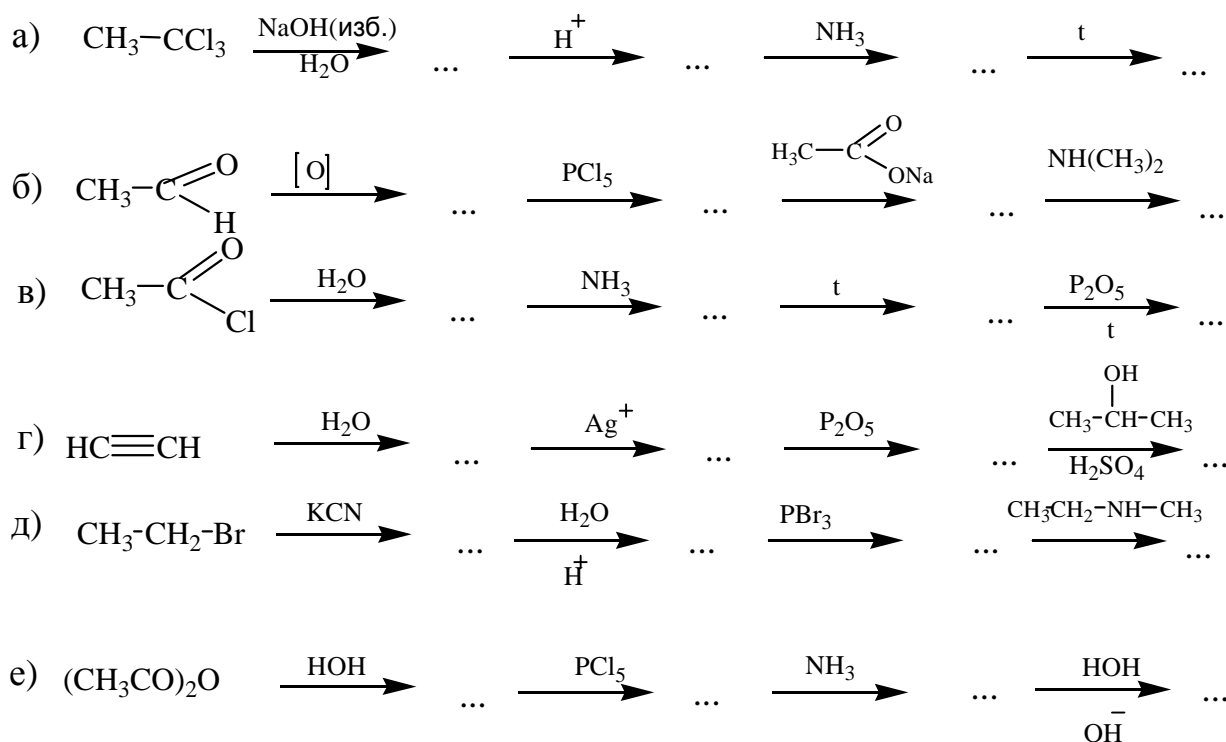
- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| а) пропановая кислота; | г) 2-метилбутановая кислота; |
| б) этановая кислота;   | д) 3-метилбутановая кислота; |
| в) бутановая кислота;  | е) пентановая кислота.       |

9. Напишите соединения, образующиеся при гидролизе следующих производных кислот. Дайте названия исходным и конечным продуктам реакции.





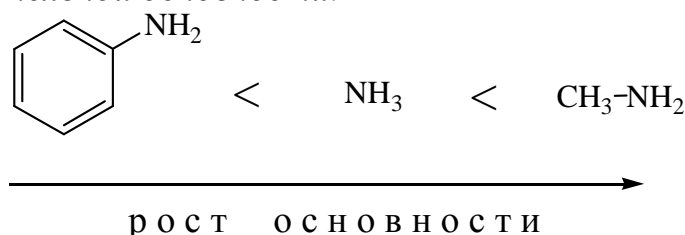
10. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих реакциях. Дайте названия этим соединениям.



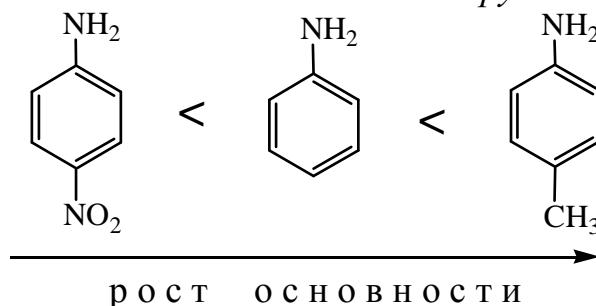
## VII АЛИФАТИЧЕСКИЕ И АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ

При выполнении заданий по теме амины, аминокислоты следует обратить основное внимание на:

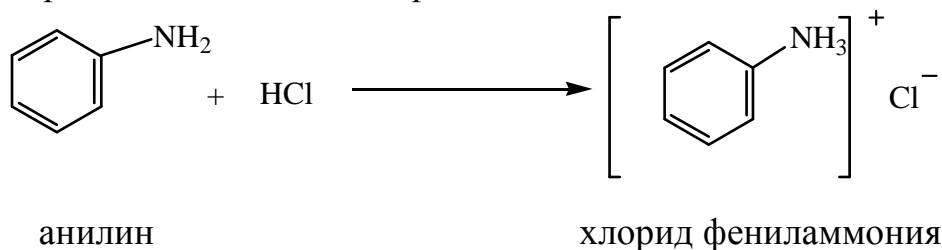
1) Основные свойства аминов. Основность аминов связывают с наличием неподелённой пары электронов на атоме азота. Если необходимо сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов, надо обратить внимание на тот факт, что алифатические радикалы обладают электронодонорной природой и способны повысить электронную плотность на атоме азота, что приводит к росту относительной основности; в то время как ароматические радикалы обладают электроноакцепторными свойствами и понижают электронную плотность на атоме азота, соответственно вызывают снижение относительной основности.



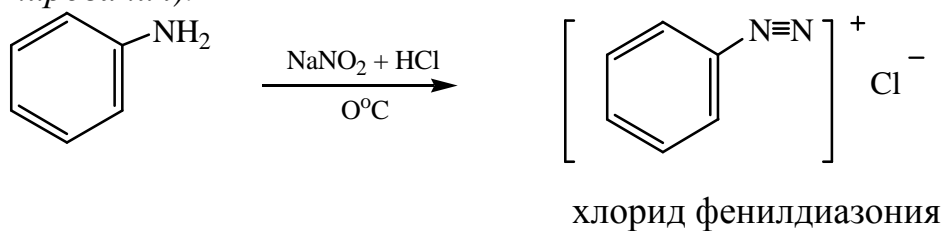
Сравнение относительной основности ароматических аминов: введение в ароматическое кольцо электроноакцепторных групп (Cl, Br, I, NO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>H и др.) понижает относительную основность ароматического амина, введение электронодонорных групп (алкилы, OH, NH<sub>2</sub> и их производных) соответственно повышает основность. Особенно ярко влияние группировок проявляется, если они находятся в о- и п- положении относительно аминогруппы.



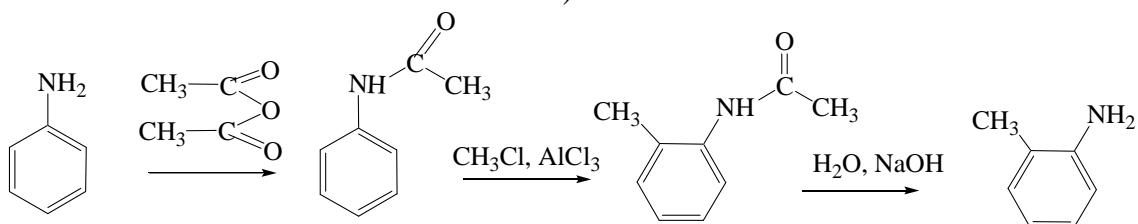
Образование солей с минеральными кислотами:



2) Реакция первичных ароматических аминов с азотистой кислотой (реакция диазотирования).

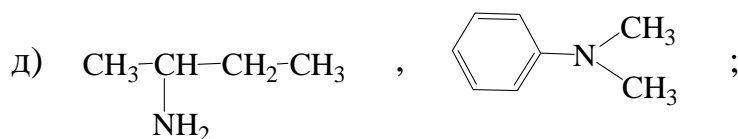
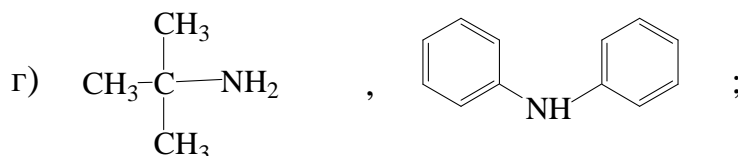
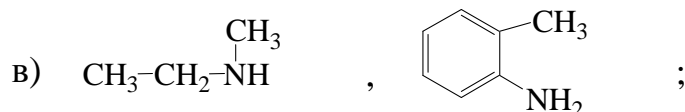
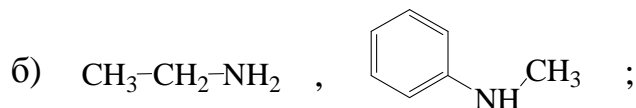
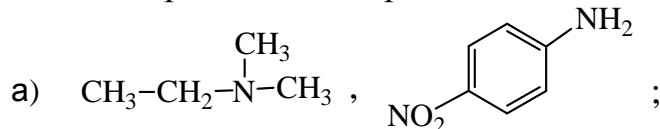


3) реакции электрофильного замещения анилина требуют защиты аминогруппы методом её ацилирования, затем ацильная блокировка легко снимается гидролизом в щёлочной среде (применение этого способа пригодится при выполнении д/з по теме диазосоединения).



### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите по правилам номенклатуры ИЮПАК или рациональной номенклатуры приведенные ниже соединения. Укажите, какие из них относятся к первичным, вторичным или третичным аминам.



2. Напишите структурную формулу по приведённым ниже названиям аминов. Напишите и назовите для каждого из них по одному структурному изомеру. Укажите, какие из них относятся к первичным, вторичным или третичным аминам.

а) диметиламин;

б) метилфениламин;

в) м-метилфениламин;

г) метилдиэтиламин;

г) бутиламин;

д) 2,3-диметиланилин.

3. Напишите схемы реакций восстановления следующих нитросоединений:

а) 2-нитропропан;

г) 4-хлорнитробензол;

б) 2-метилнитробензол;

д) 2-нитро-2-метилбутан;

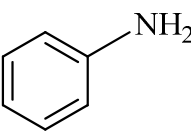
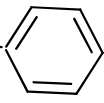
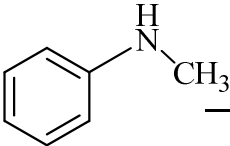
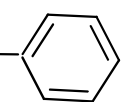
в) 2-нитро-2-метилпропан;

е) 3-метилнитробензол.

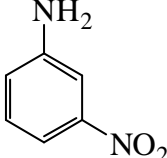
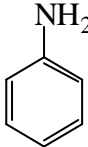
4. Напишите схемы взаимодействия приведенных ниже аминов с  $\text{HBr}$ .

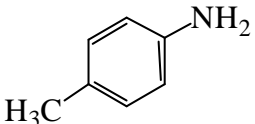
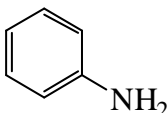
- а)  $n$ -бутиламин, 3-метиланилин;      г) изобутиламин, 2-метиланилин;  
 б) метилэтиламин, 2-хлоранилин;      д) метилдиэтиламин, 4-нитроанилин;  
 в) триэтиламин, 3-нитроанилин;      е) изопропиламин, анилин.

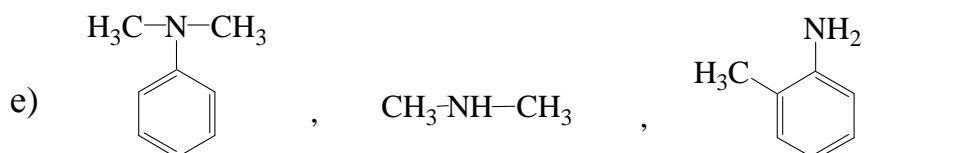
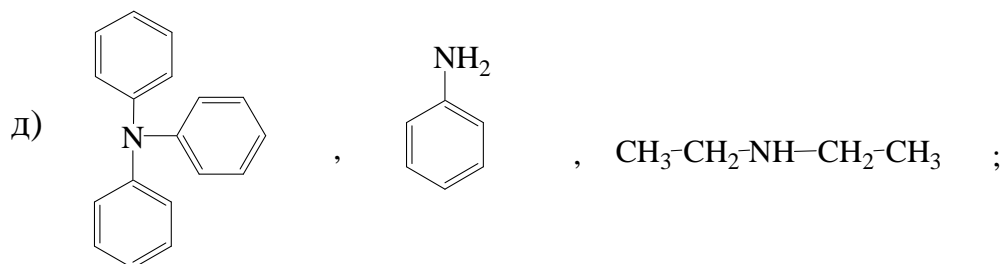
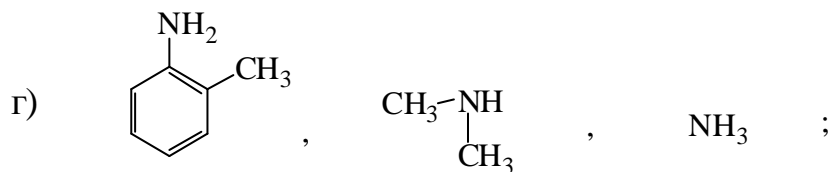
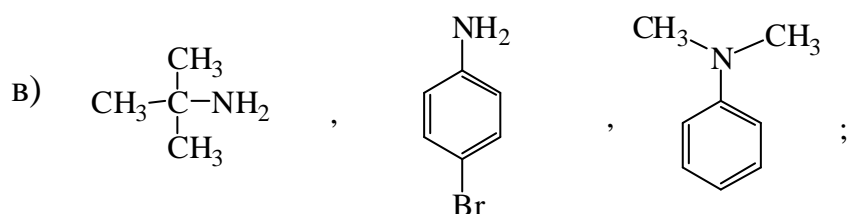
5. Осуществите следующие превращения в несколько стадий:

- а)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-N} \\ | \\ \text{CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$
- б)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- в)   $\longrightarrow \text{CH}_3\text{-NH-}$  
- г)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-NH-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- д)   $\longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-N-} \end{array}$  
- е)  $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-N-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$

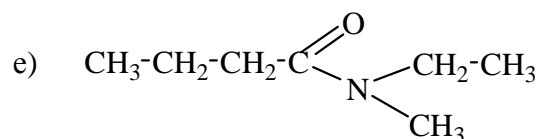
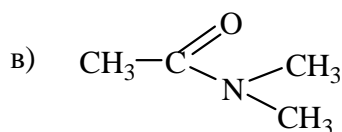
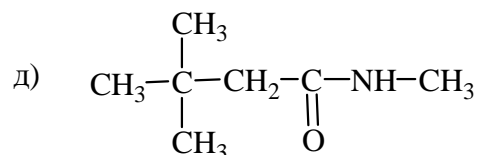
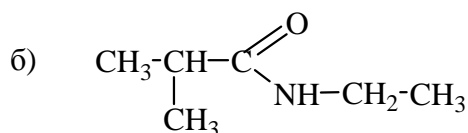
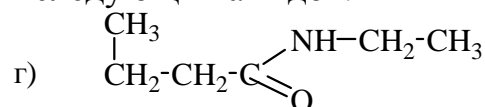
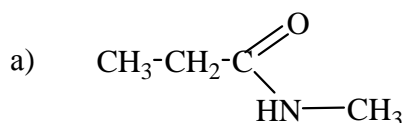
6. Расположите приведённые амины в ряд по возрастанию основных свойств:

- а)  ,  $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$  ,  ;

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



7. Какие исходные амины и хлорангидриды каких карбоновых кислот необходимы (реакция ацилирования) для получения следующих амидов:



8. Пользуясь известными Вам методами получения ароматических аминов, напишите схемы реакций получения из бензола следующих соединений:

а) N,N-диметиланилин;

б) п-метиланилин;

в) N-фенилацетамид;

г) м-метиланилин;

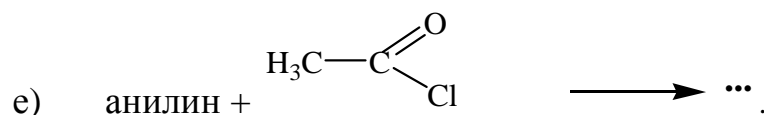
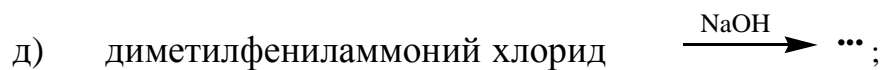
д) N-метиланилин;

е) п-аминобензолсульфокислота.

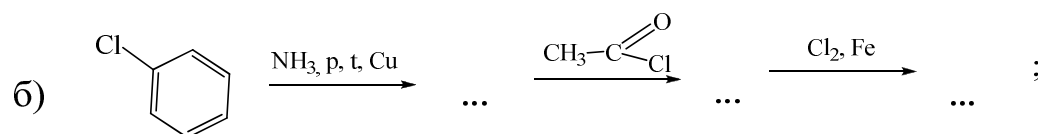
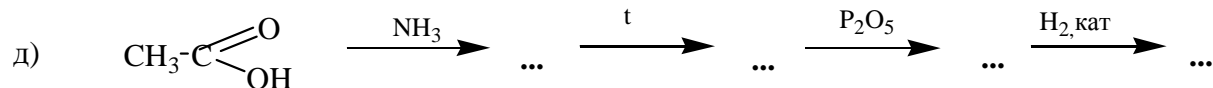
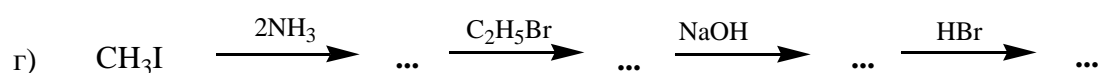
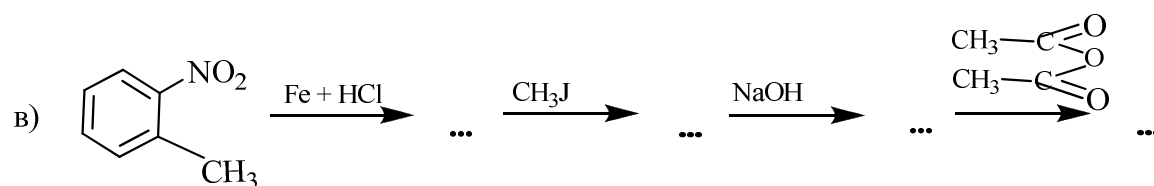
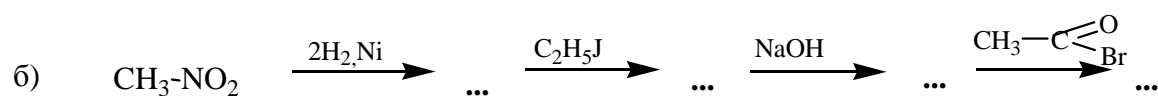
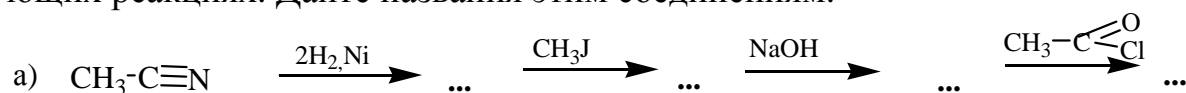
9. Напишите схемы предложенных реакций, назовите полученные продукты:







10. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в следующих реакциях. Дайте названия этим соединениям:

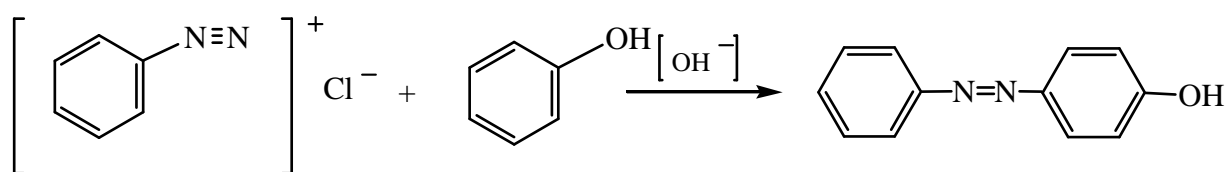


## VIII ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ. АЗОСОЕДИНЕНИЯ. АЗОКРАСИТЕЛИ

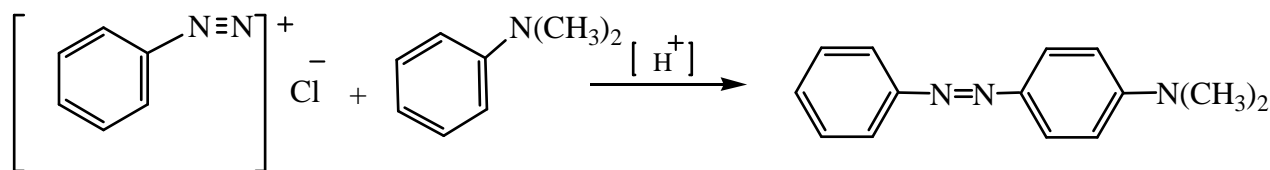
При выполнении заданий по теме диазо- и азосоединения следует обратить основное внимание на:

1). *диазосоединения* – соли диазония получают по реакции производных первичных ароматических аминов с солями азотистой кислоты в присутствии минеральной кислоты при 0°C (реакция диазотирования).

2). *реакции азосочетания* солей диазония с фенолами или с ароматическими аминами приводят к образованию азосоединений, эта реакция рассматривается как реакция электрофильного замещения в бензольном кольце фенола или амина. Азосочетание идет, преимущественно, в пара-положение к фенольному гидроксилу или аминогруппе, в случае если пара-положение занято азосочетание идет в орто-положение.



4-гидроксиазобензол



4-(диметиламино)азобензол

Азосоединения – вещества окрашенные, на их основе получают красители для тканей.

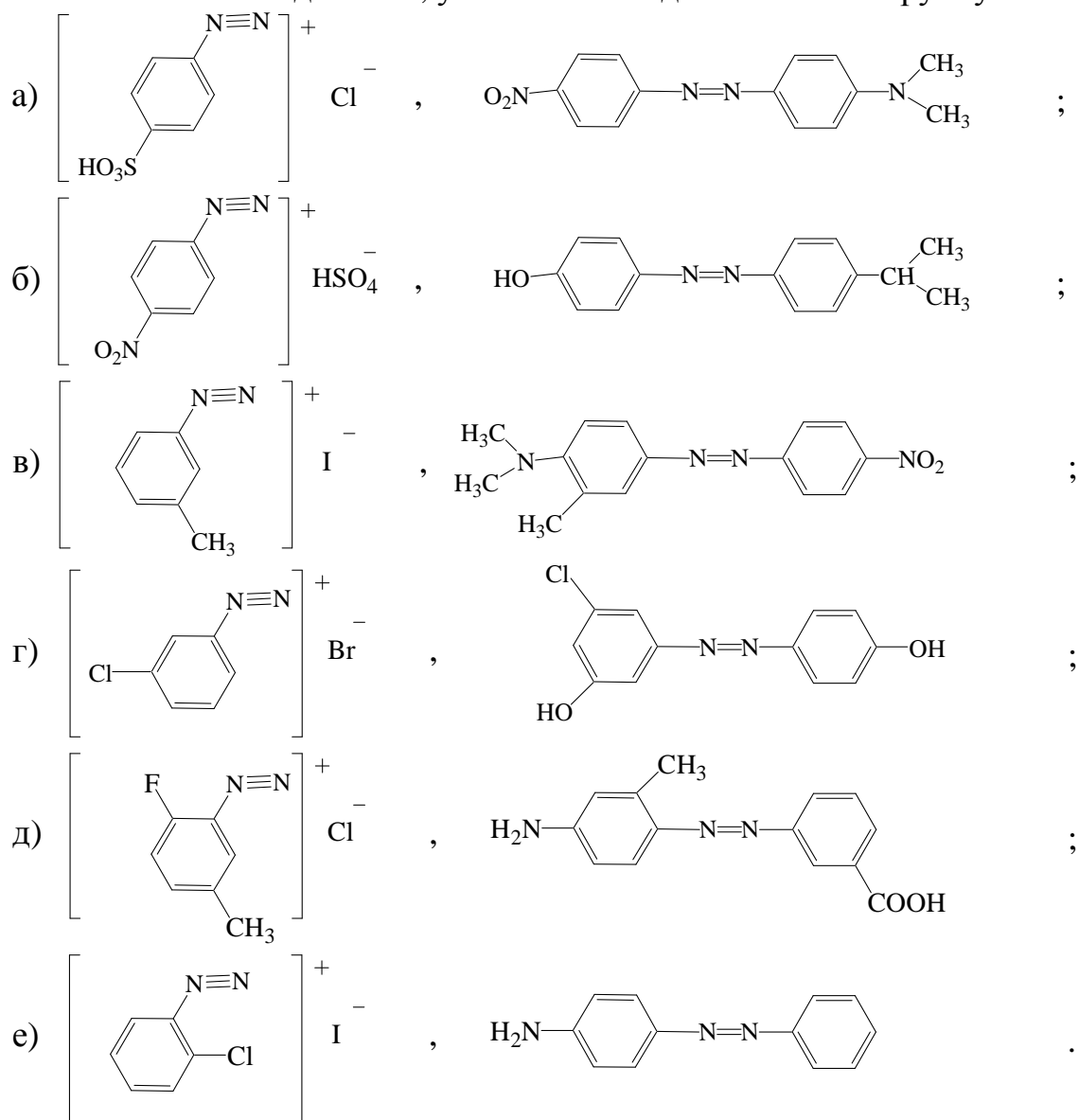
Окраска вещества связана с его способностью поглощать из видимой части спектра порции энергии от 158 до 300 кДж/моль (в интервале длин волн от 800 до 400 нм). При этом непоглощенные лучи спектра, являясь дополнительными к поглощенным, воспринимаются как видимые, и тело становится окрашенным.

Окрашенность соединения связана с наличием в его структуре определенных групп, называемых хромофорными («хромос» – цвет): -N=N-, -NO<sub>2</sub>, -N=O, система сопряженных кратных связей. Ауксохромные группы («ауксо» – углубляю): -NH<sub>2</sub>, -N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, -OH углубляют окраску и способствуют фиксации на материале.

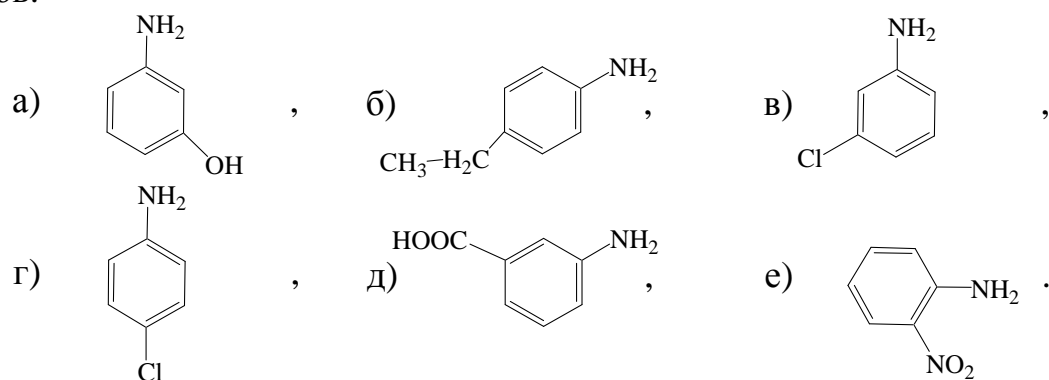
Для того чтобы соединение было красителем необходимо присутствие в его молекуле и хромофорных и ауксохромных групп одновременно.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Назовите соединения, укажите в них диазо- или азогруппу:



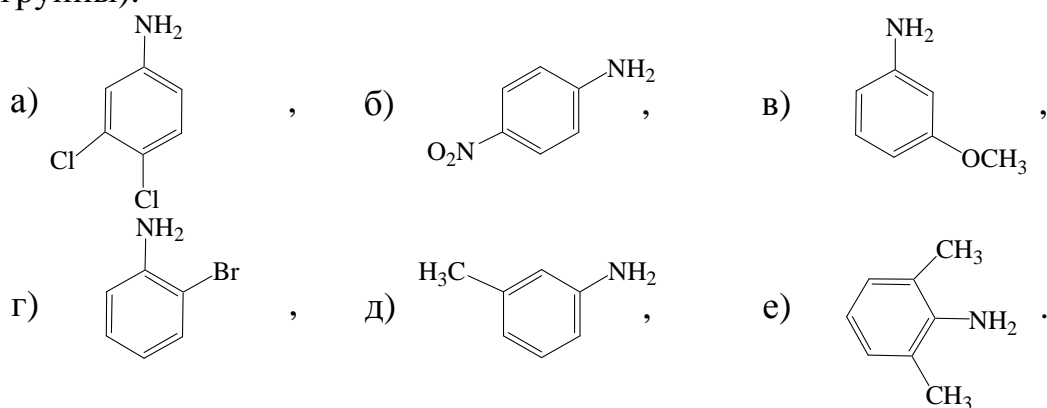
2. Напишите схемы реакций диазотирования следующих ароматических аминов:



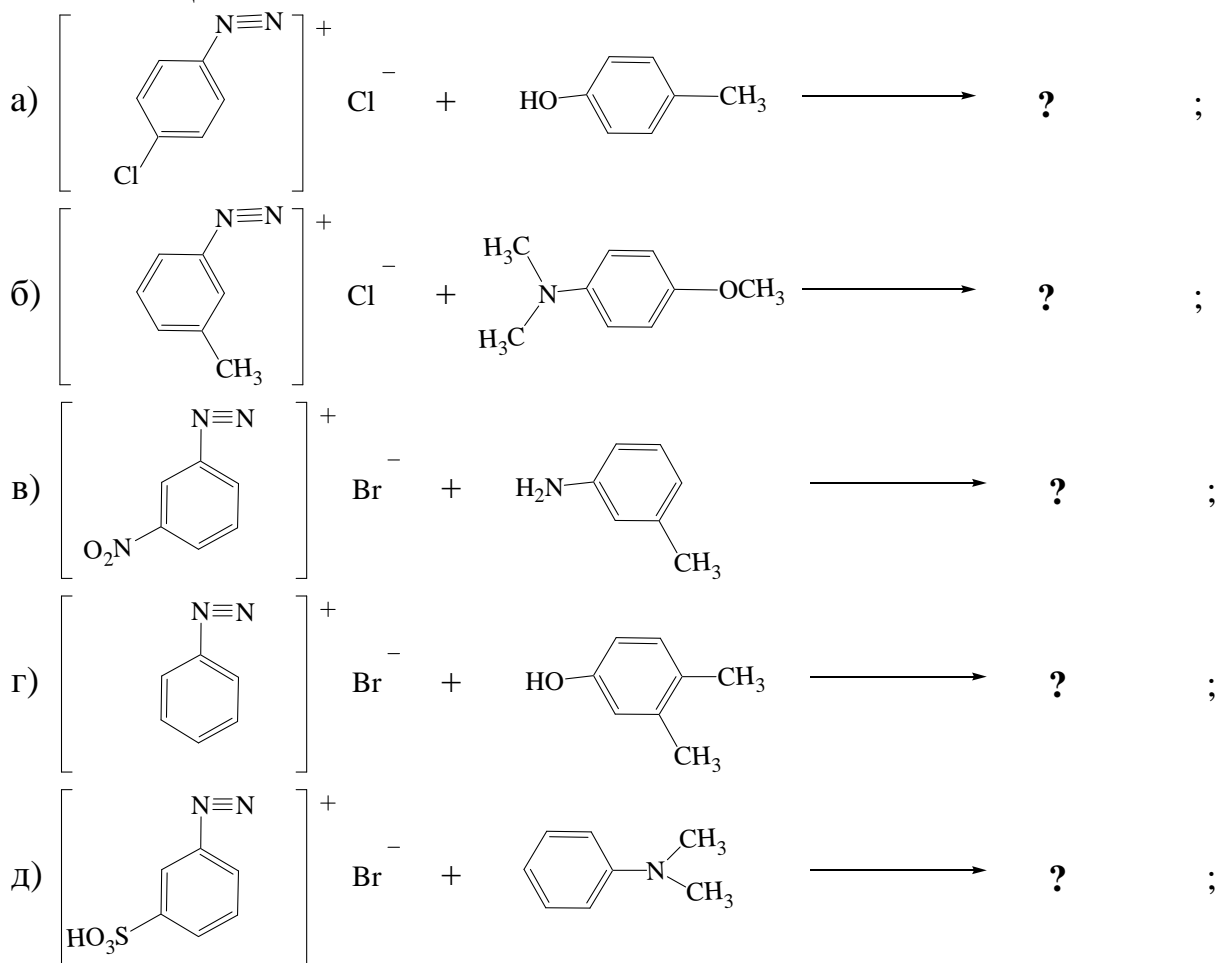
3. Из анилина через реакцию его диазотирования получите следующие соединения:

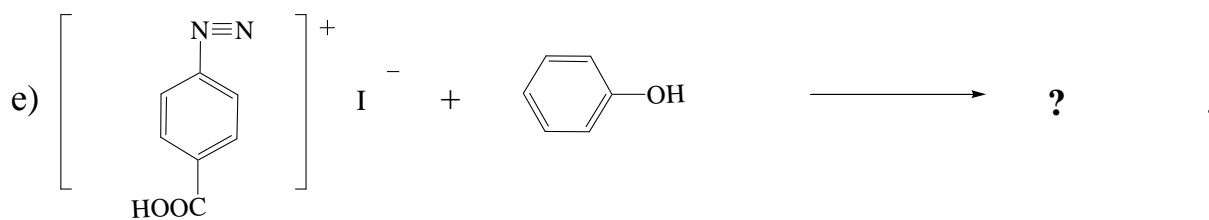
- а) бромбензол, б) метилфениловый эфир (анизол),  
 в) йодбензол, г) нитробензол,  
 д) нитрил бензойной кислоты, е) хлорбензол.

4. Получите фенольные производные из приведённых ниже aromatic amines (реакцией диазотирования и дальнейшего замещения диазогруппы):



5. Напишите продукт реакции азосочетания следующих азо- и диазосоставляющих:

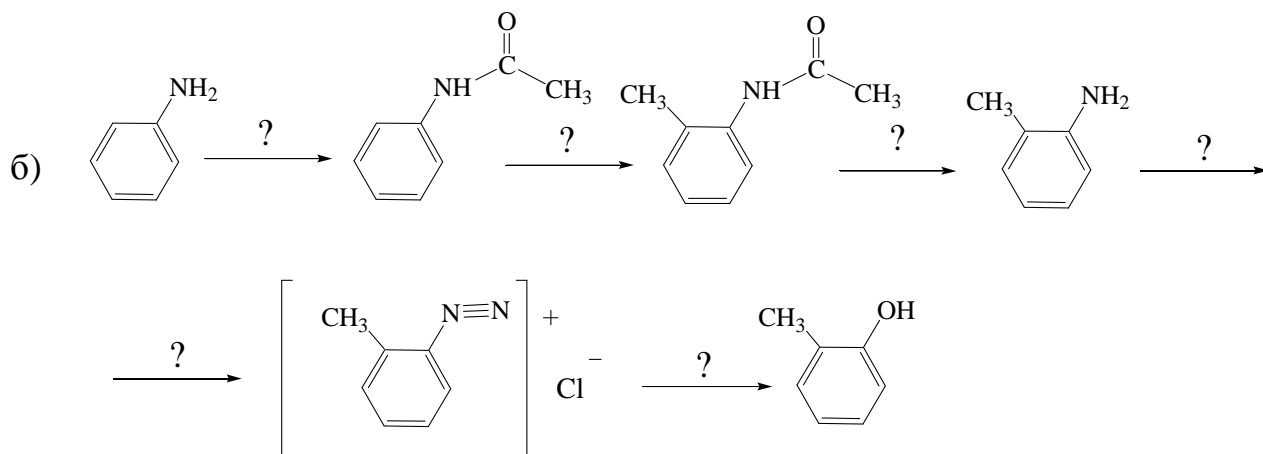
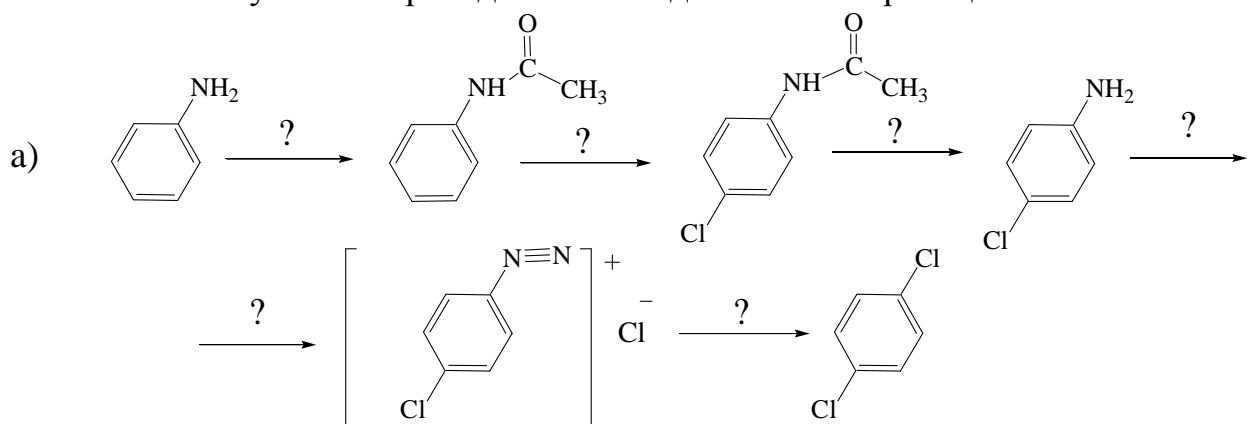


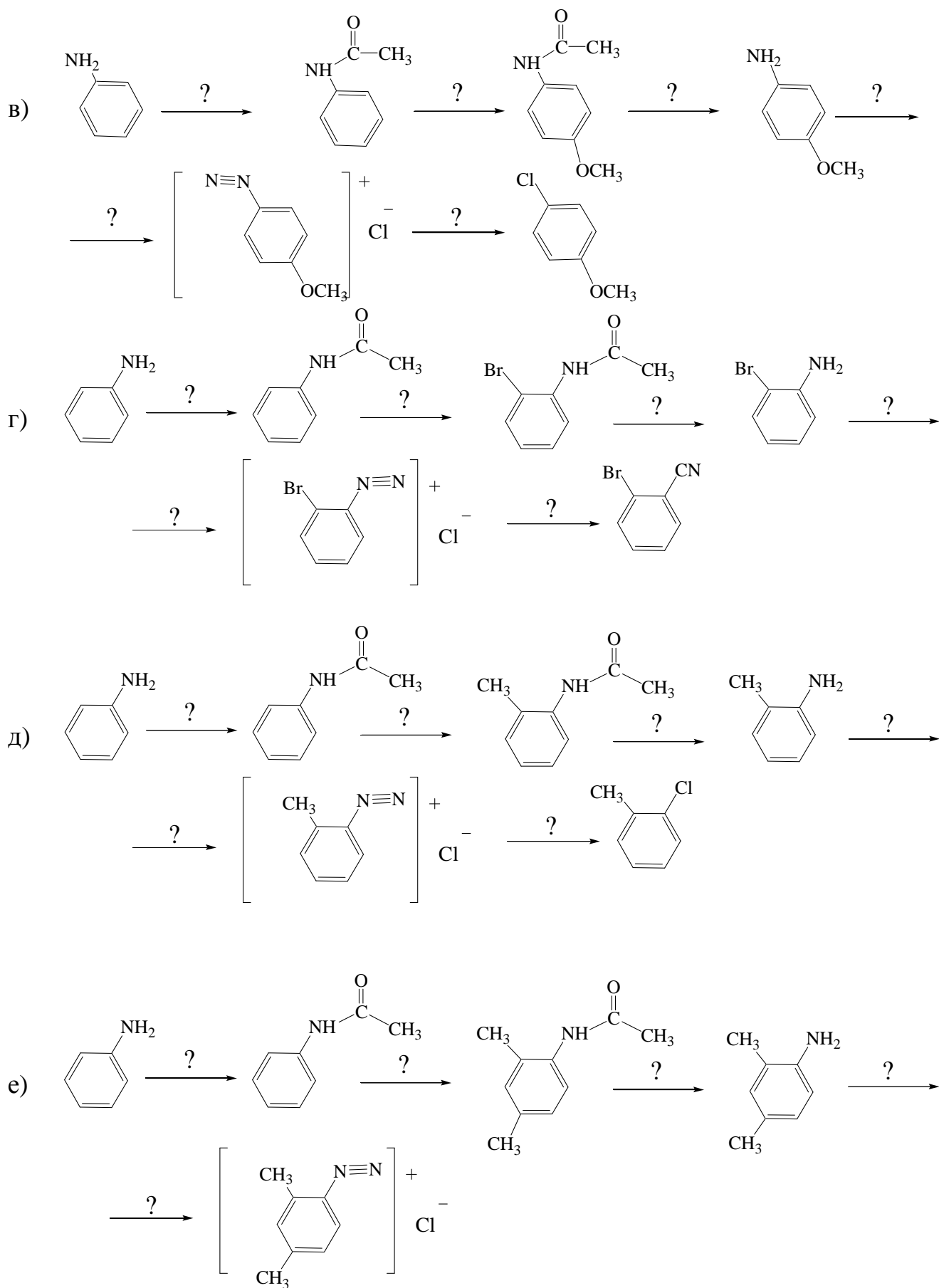


6. Диазотированием какого ароматического амина можно получить следующее соединение:

- а) бромид п-хлорфенилдиазония,      б) хлорид о-нитрофенилдиазония,  
 в) йодид м-метоксифенилдиазония,    г) хлорид м-бромфенилдиазония,  
 д) хлорид о-метоксифенилдиазония,    е) хлорид 2,5-диметилфенилдиазония.

7. Укажите условия проведения последовательных реакций:

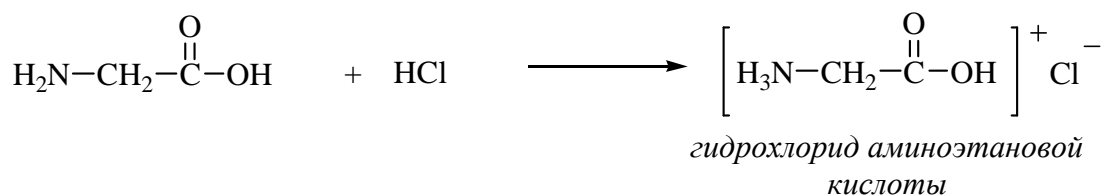
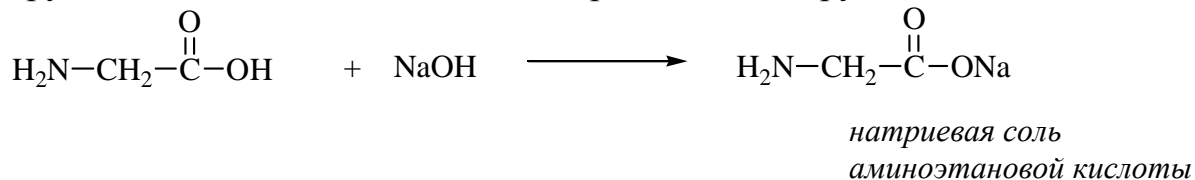




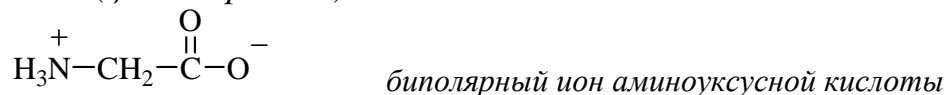
## IX АМИНОКИСЛОТЫ

При выполнении заданий по теме амины, аминокислоты следует обратить основное внимание на:

1) аминокислоты – соединения со смешанными функциями: в их структуре имеется карбоксильная группа (центр кислотности) и аминогруппа (центр основности). Аминокислоты способны образовывать соли как с кислотами (по аминогруппе), так и с основаниями (по карбоксильной группе).



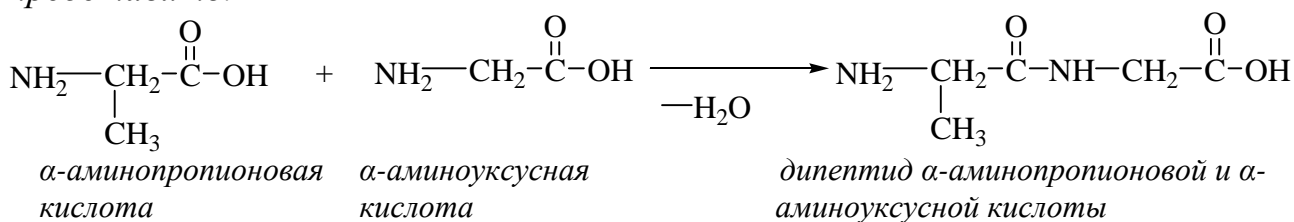
В нейтральной среде в растворе аминокислоты существуют в виде биполярного иона (цвиттер-иона):



2) *Конденсация аминокислот.* Конденсация – это процесс образования новой углеродной связи (в данном случае C–N – связи), сопровождающийся выделением низкомолекулярного побочного продукта (в данном случае – воды).

При конденсации аминокислот образуются соединения с пептидными (амидными) связями.

Конденсация проходит в особых условиях, схематично её можно представить:



В реакцию конденсации могут вступать одинаковые или различные аминокислоты. В зависимости от количества аминокислот различают дипептиды, трипептиды и т.д.

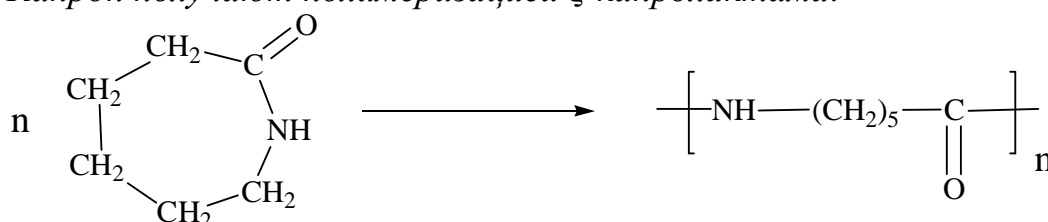
Дипептид образуется при взаимодействии двух аминокислот, трипептид – при взаимодействии трех аминокислот. Полипептид образуется при образовании полимера по подобной схеме взаимодействия.

Пептидная или амидная связь  $\begin{array}{c} \text{—C—NH—} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$  образуется при взаимодействии свободной amino- и карбоксильной группы, эта группировка связывает между собой остатки  $\alpha$ -аминокислот в полимерной молекуле белка.

3) Синтетические (полученные путем химического синтеза) полиамидные волокна: капрон (перлон), энант, найлон (полиамид-6,6) имеют большое практическое значение.

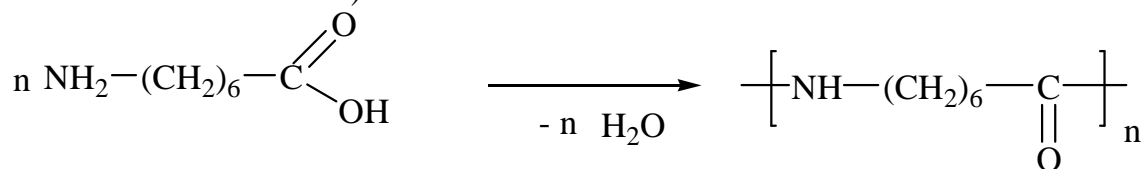
Синтетические полиамиды устойчивы к действию разбавленных растворов кислот, щелочей; при повышенных температурах разлагаются растворами кислот и щелочей; растворяются в сильно полярных растворителях.

Капрон получают полимеризацией  $\xi$ -капролактама:

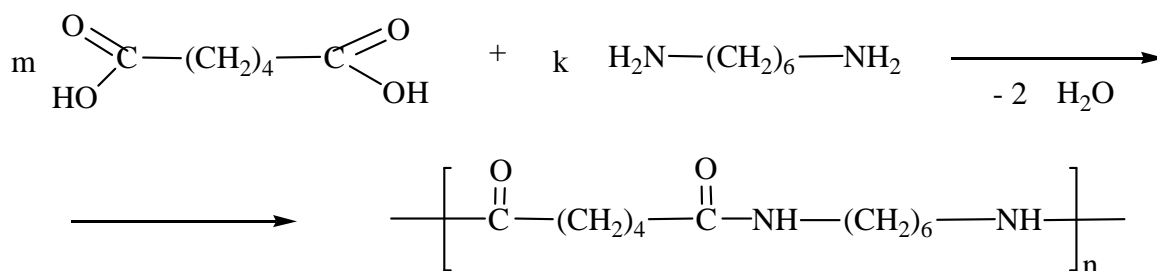


величина  $n$  – порядка 250. Эту смолу можно рассматривать как продукт конденсации  $\xi$ -аминокапроновой кислоты (6-аминогексановой кислоты).

Энант получают поликонденсацией  $\omega$ -аминоэнантовой кислоты (7-аминогептановой кислоты):



Найлон получают сополиконденсацией 1,6-диаминогексана (гексаметилендиамина) с гександиовой (адипиновой) кислотой:



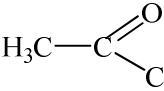


### Задания для самостоятельной работы:

1. Изобразите в виде биполярных ионов (цвиттер-ионов) следующие аминокислоты:

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| а) 2-аминопропановая кислота; | г) 2-амино-2-метилпентановая кислота; |
| б) 4-аминобутановая кислота;  | д) 3-амино-2-метилбутановая кислота;  |
| в) 3-аминобутановая кислота;  | е) 2-амино-4-метилгексановая кислота. |

2. Напишите схемы реакций предложенных ниже аминокислот с каждым из следующих реагентов:

HCl, NaOH (водный раствор), PCl<sub>5</sub>, CH<sub>3</sub>Br, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, ; назовите конечные продукты.

- а) 2-аминогексановая кислота ;
- б) 3-амино-2-метилпентановая кислота ;
- в) 6-аминогексановая кислота ;
- г) 3-аминобутановая кислота ;
- д) 4-аминопентановая кислота;
- е) 2-аминобутановая кислота.

3. Изобразите формулы трипептидов, состоящих из остатков следующих аминокислот и схемы реакции их гидролиза в присутствии KOH или HCl:

- а) 2-амино-2-метилпропановая кислота;
- б) аминоксусная кислота (глицин);
- в) 2-аминопропановая кислота (аланин);
- г) 2-аминобутановая кислота;
- д) 2-амино-3-метилбутановая кислота;
- е) 2-амино-2-метилбутановая кислота.

4. Напишите схемы реакций получения полиамидных смол из следующих соединений:

- а) 7-аминогептановая кислота;
- б) капролактam;
- в) 7-аминооктановая кислота;
- г) 6-аминогексановая кислота;
- д) гексаметилендиамин + адипиновая кислота;
- е) 5-аминопентановая кислота;

## XI ОПТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЯ. МОНО- И ПОЛИСАХАРИДЫ

При выполнении заданий по теме оптическая изомерия, моносахариды следует обратить основное внимание на:

1) термины:

Энантиомеры - оптические изомеры, обладающие полным зеркальным подобием;

диастереомеры - оптические изомеры, не обладающие полным зеркальным подобием;

мезоформа - симметрично построенный оптически недеятельный непарный изомер;

моносахарид - углевод, который нельзя превратить гидролизом в более простое соединение.

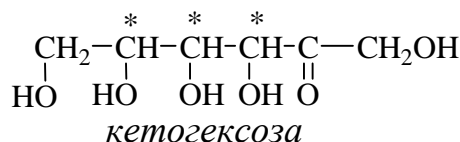
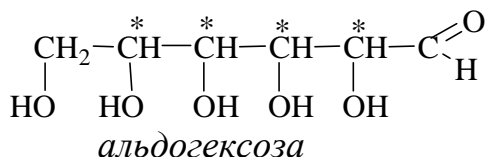
2) Моносахариды (монозы). Наиболее важны и чаще всего встречаются в природе монозы состава  $C_5H_{10}O_5$ . Исследования показали, что строение таких соединений отвечает неразветвленной цепи углеродов, имеющих одну карбонильную группу (альдегидную или кетонную) и несколько гидроксильных групп, то есть соединения относятся к классу оксикарбонильных.

В зависимости от количества углеродных атомов в цепи монозы называют  $C_3$ - триозы,  $C_4$  -тетрозы,  $C_5$  - пентозы,  $C_6$  -гексозы и т.д. Моносахариды, содержащие в оксикарбонильной форме альдегидную группу называют **альдозами**, а кетонную группу - **кетозами**.

Изомерия моносахаридов связана с положением карбонильной группы и наличием асимметрических атомов углерода.

В кетозах карбонильная группа обычно находится у второго атома углерода.

При одинаковом количестве атомов углерода альдозы и кетозы изомерны друг другу.

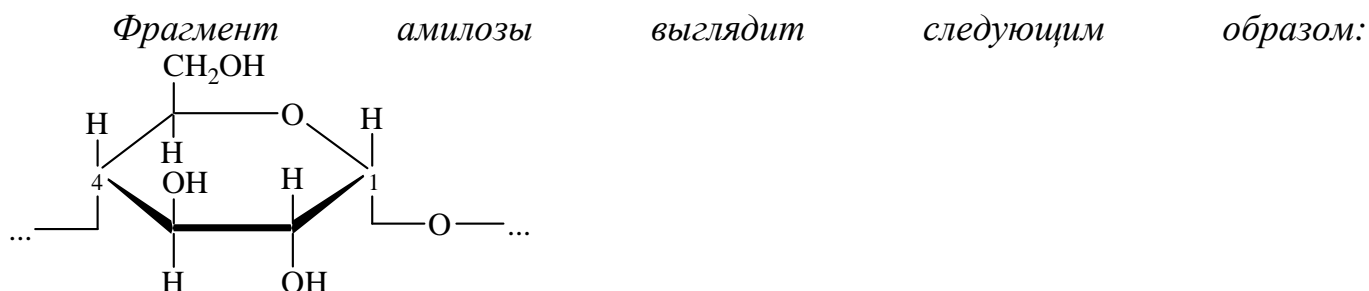


В альдогексозе 4 асимметрических углерода,  $2^4=16$  оптических изомеров, в кетогексозе 3 асимметрических атома углерода и  $2^3=8$  оптических изомеров.

Пространственное строение моноз выражают с помощью проекционных формул Фишера.

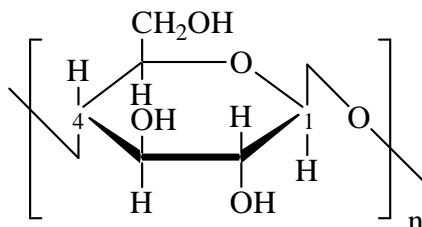
3) Природные полимеры, которые можно рассматривать как продукты поликонденсации моносахаридов. Важнейшими полисахаридами являются **крахмал** и **целлюлоза**

**Крахмал** – это природный полимер, образованный остатками  $\alpha$ -глюкозы. Он существует в двух формах: амилоза (~ 20%) и амилопектин (80% по массе). Амилоза растворима в воде и представляет собой линейный полимер с молекулярной массой 30000-40000 у.е. (~ 200 звеньев), в котором остатки  $\alpha$ -глюкозы связаны друг с другом через первый и четвертый атомы углерода.



*Химические свойства.* При нагревании в кислой среде крахмал гидролизруется с разрывом связей между остатками  $\alpha$ -глюкозы. При этом образуется ряд промежуточных продуктов, конечным продуктом гидролиза является  $\alpha$ -D-глюкопираноза.

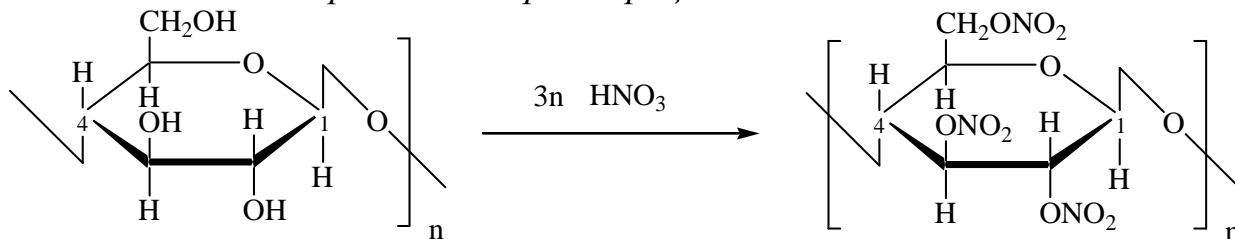
4) **Целлюлоза** в отличие от крахмала состоит только из линейных цепей, содержащих остатки  $\beta$ -глюкозы, которые связаны через первый и четвертый углеродные атомы. Элементарное звено полимера целлюлозы выглядит следующим образом:



*Химические свойства.* Гидролиз целлюлозы происходит при нагревании в кислой среде. Конечным продуктом гидролиза является  $\beta$ -D-глюкопираноза.

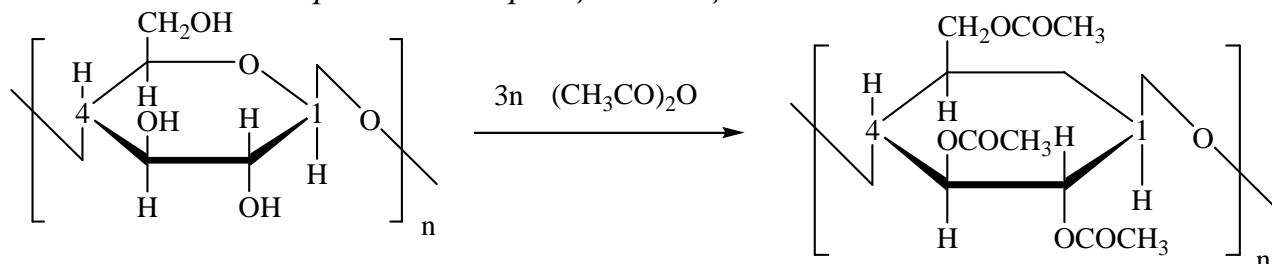
Для целлюлозы характерно образование сложных эфиров за счет трех гидроксильных групп, содержащихся в каждом звене полимера:

1. Образование тринитроцеллюлозы:



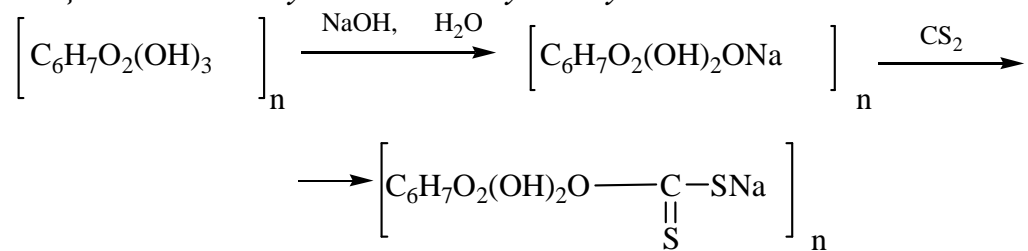
пироксилин  
(основа бездымного пороха)

2. Образование триацетата целлюлозы:



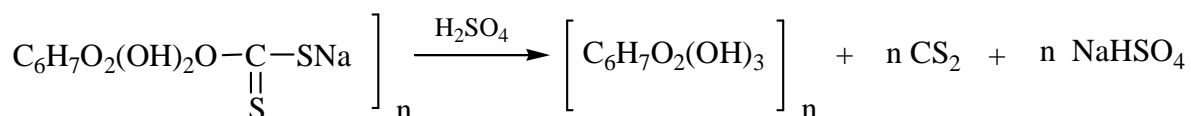
Триацетат целлюлозы – основа производства ацетатной киноплёнки, лаков, промежуточный продукт в производстве ацетатного волокна. Ацетат целлюлозы получают методом частичного гидролиза триацетата целлюлозы.

Из целлюлозы получают вискозу - искусственное волокно:



ксантогенат целлюлозы

при растворении ксантогената целлюлозы в разбавленных растворах щелочи образуется вязкая масса («вискоза»), которую затем продавливают через фильеры в ванну с подкисленной водой, так получают тонкие шелковистые нити, по своему химическому строению полностью соответствующие строению целлюлозы. Полученное волокно часто называют восстановленной целлюлозой:

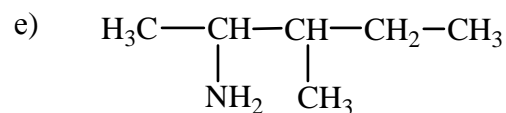
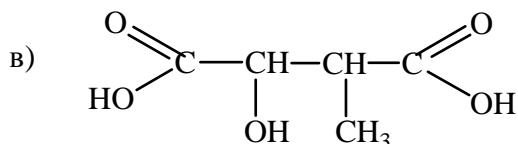
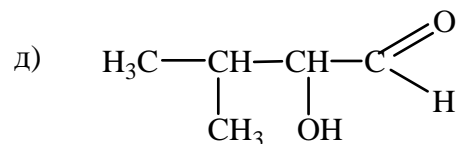
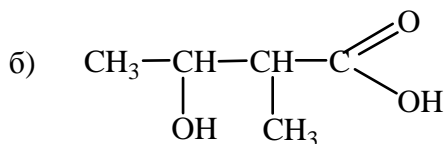
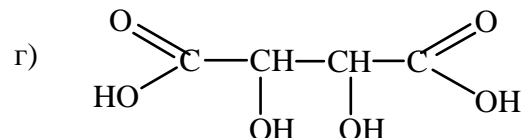
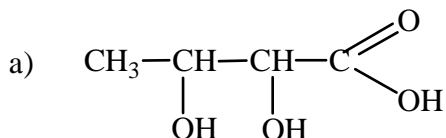


### Задания для самостоятельной работы:

1. Напишите структурные формулы указанных ниже соединений, отметьте звездочкой асимметрические атомы углерода:

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| а) 2-бром-3-хлорбутан;  | г) 2-нитро-3-метилпентан;   |
| б) 2-метил-3-хлорбутан; | д) 1,1-дихлор-2-метилбутан; |
| в) 3-метилпентан-2-ол;  | е) 1,4-дибром-2-метилбутан. |

2. Назовите соединения с помощью номенклатуры IUPAC, рассчитайте для них количество возможных оптических изомеров:



3. С помощью проекционных формул Фишера изобразите все возможные оптические изомеры следующих соединений:

- |                               |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| а) 2-аминопропановая кислота; | г) 2-гидроксипропановая кислота;     |
| б) 2,3-дигидроксипропаналь;   | д) 2,3-дихлорбутаналь;               |
| в) 2,3-диметилпентанол-1;     | е) 2-метил-3-хлорпентановая кислота. |

4. С помощью проекционных формул Фишера изобразите все оптические изомеры линейных форм D-ряда следующих моносахаридов:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| а) альдопентоза; | д) альдотетроза; |
| б) кетопентоза;  | г) кетогексоза;  |
| в) альдогексоза; | е) кетотетроза.  |

5. Изобразите с помощью формул Хеуорса следующие моносахариды и отметьте в них гликозидный гидроксил:

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| а) $\alpha$ -D-глюкопираноза;  | г) $\beta$ -D-фруктофураноза;  |
| б) $\alpha$ -D-фруктофураноза; | д) $\alpha$ -D-глюкофураноза;  |
| в) $\beta$ -D-глюкопираноза;   | е) $\alpha$ -D-фруктопираноза. |

6. С помощью перспективных формул Хеуорса изобразите строение моно- или полисахарида:

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| а) целлюлоза;                 | б) амилоза;                  |
| в) амилопектин;               | г) $\alpha$ -D-глюкопираноза |
| д) $\beta$ -D-фруктофураноза; | е) $\beta$ -D-глюкопираноза. |

7. Напишите схемы реакций:

- целлюлозы с водным раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (полный гидролиз);
- целлюлозы с избытком уксусного ангидрида;
- целлюлозы с избытком азотной кислоты в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- амилозы с водным раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (полный гидролиз);
- целлюлозы с водным раствором  $\text{NaOH}$ ;
- целлюлозы с избытком хлорангирида уксусной кислоты.

8. Напишите схемы предложенных реакций, используя открытую или циклическую форму D-глюкозы, в зависимости от типа реакции:

- D-глюкоза +  $\text{HCN} \rightarrow \dots$ ;
- D-глюкоза +  $\text{CH}_3\text{OH}$  (в присутствии  $\text{HCl}$ )  $\rightarrow \dots$ ;
- D-глюкоза +  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (реактив Фелинга)  $\rightarrow \dots$ ;
- D-глюкоза +  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \rightarrow \dots$ ;
- D-глюкоза +  $\text{CH}_3\text{I}$  (избыток)  $\rightarrow \dots$ ;
- D-глюкоза +  $\text{CH}_3\text{I}$  (1 моль)  $\rightarrow \dots$

9. Напишите схемы предложенных реакций, используя открытую или циклическую форму D-фруктозы, в зависимости от типа реакции:

- D-фруктоза +  $\text{H}_2$  (в присутствии  $\text{Ni}$ )  $\rightarrow \dots$ ;
- D-фруктоза +  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  (избыток)  $\rightarrow \dots$ ;
- D-фруктоза +  $\text{HCN} \rightarrow \dots$ ;
- D-фруктоза +  $\text{CH}_3\text{OH}$  (в присутствии  $\text{HCl}$ )  $\rightarrow \dots$ ;
- D-фруктоза +  $\text{CH}_3\text{I}$  (избыток)  $\rightarrow \dots$ ;
- D-фруктоза +  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  (1 моль)  $\rightarrow \dots$

10. Дайте схему получения:

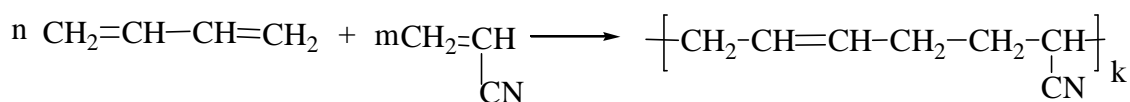
- пироксилина;
- вискозного волокна;
- диацетатного волокна;
- триацетатного волокна;
- тринитроцеллюлозы;
- ксантогената целлюлозы.

## ХИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

При выполнении заданий по теме высокомолекулярные соединения следует обратить основное внимание на следующее:

1) полимеризация – реакция соединения нескольких молекул мономеров, при которой не происходит выделения побочных продуктов, т. е. она не сопровождается изменением элементного состава мономера;

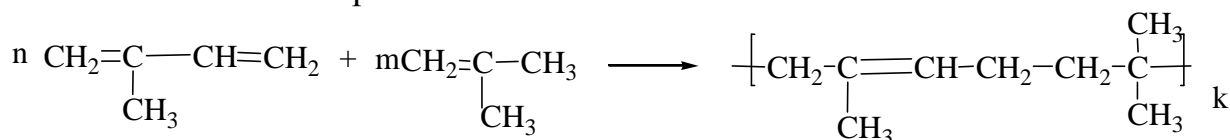
2) сополимеризация – процесс образования полимера совместной полимеризацией двух или нескольких различных по природе мономеров;



бутадиен

нитрил  
акриловой кислоты

бутадиенинитрильный каучук



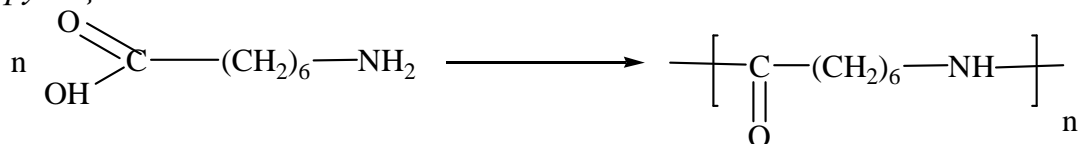
изопрен

изобутилен

бутилкаучук

3) поликонденсация – процесс образования полимера из мономера, сопровождающийся образованием низкомолекулярного побочного продукта ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$  и др.).

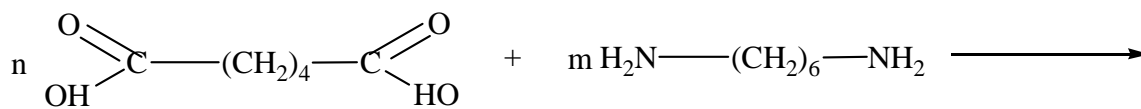
Мономеры, вступающие в реакцию поликонденсации, должны быть не менее чем бифункциональны.



ω-аминоэнантовая кислота

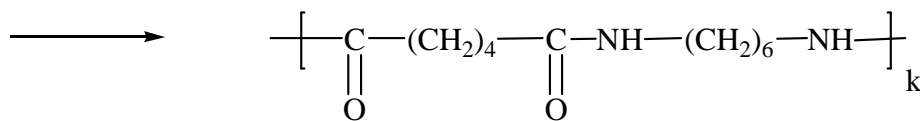
ЭНАНТ

4) сополиконденсация – процесс образования полимера из двух или более мономеров, сопровождающийся выделением низкомолекулярного побочного продукта.



гександиовая кислота

1,6-диаминогексан

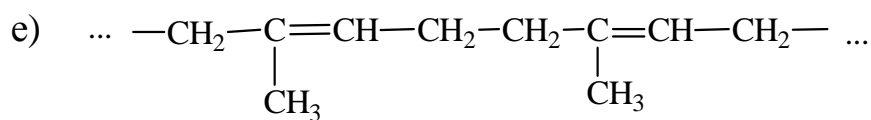
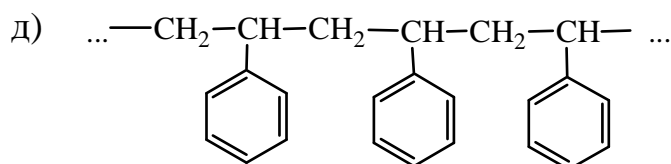
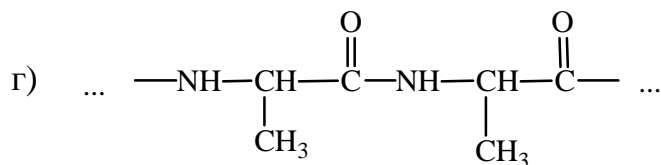
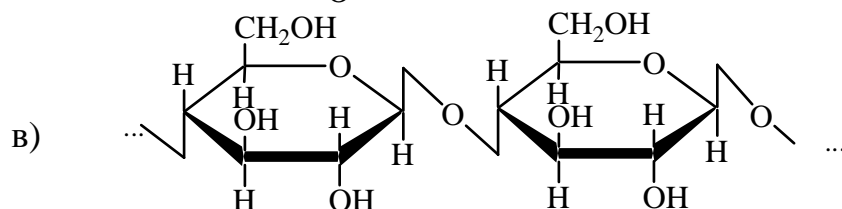
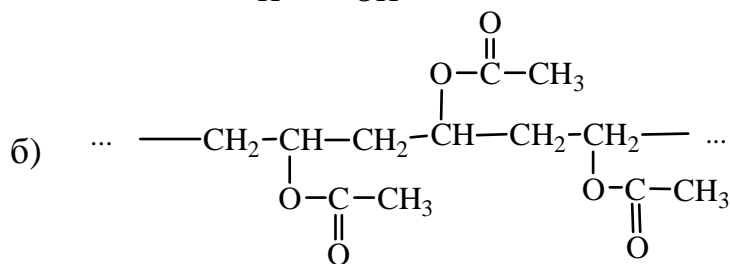
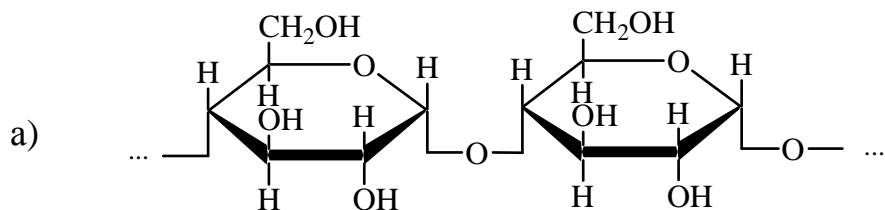


нейлон

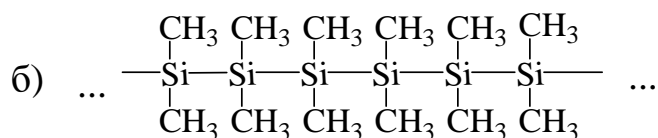


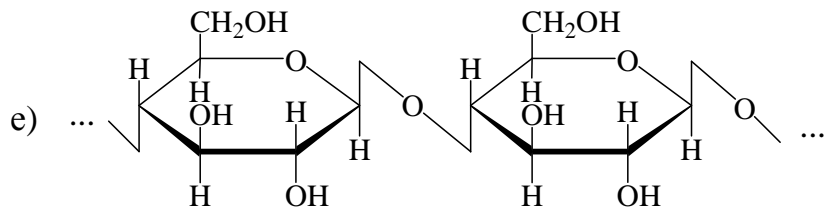
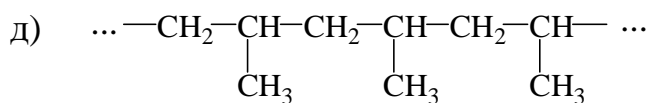
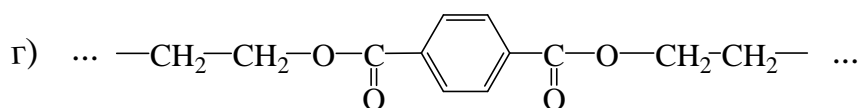
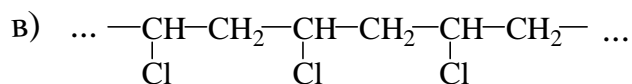
## Задания для самостоятельной работы

1. Укажите класс приведённых ниже высокомолекулярных соединений (ВМС) в зависимости от их происхождения:

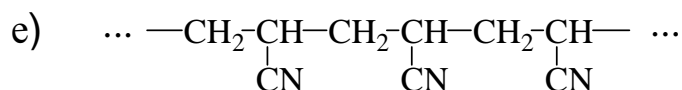
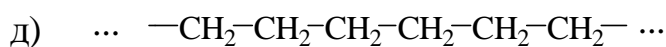
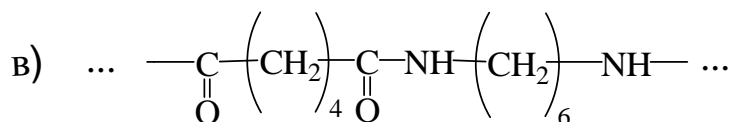
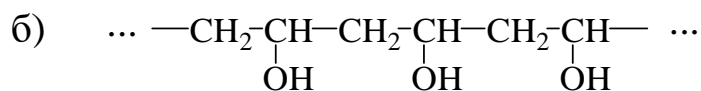
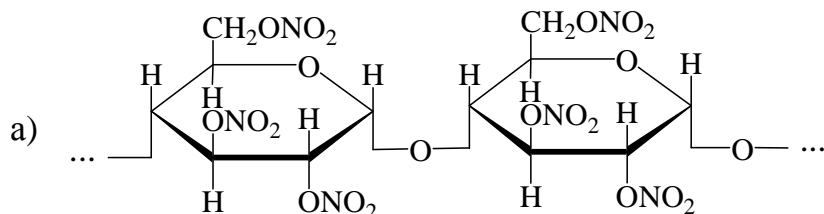


2. Укажите класс ВМС в зависимости от состава их главной полимерной цепи:

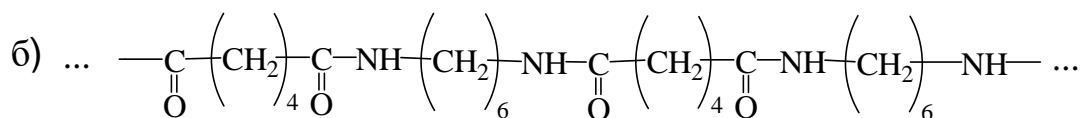
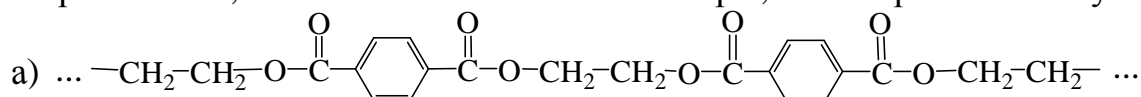


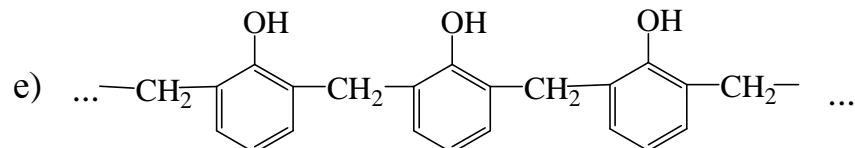
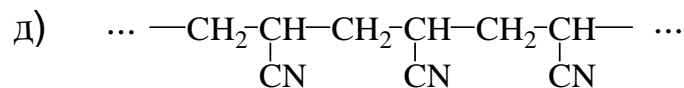
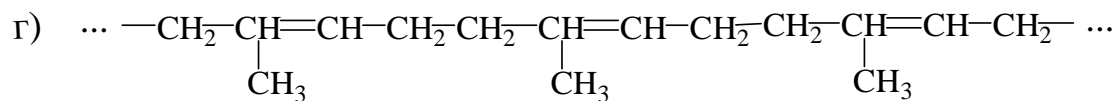
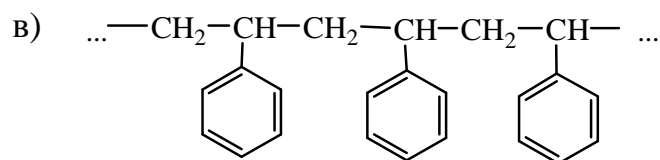


3. Дайте полную характеристику приведённым ниже полимерам согласно классификации по происхождению, составу главной полимерной цепи и отношению к нагреванию:

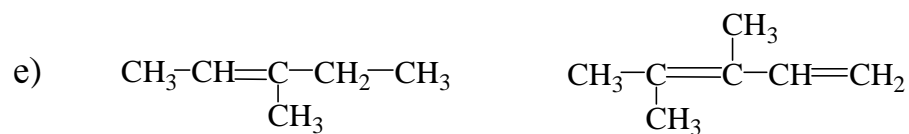
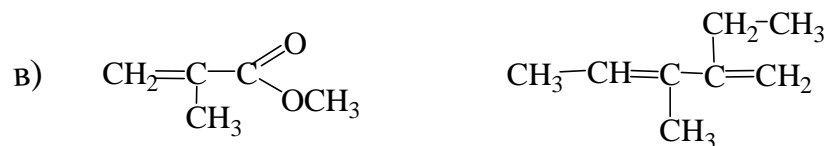
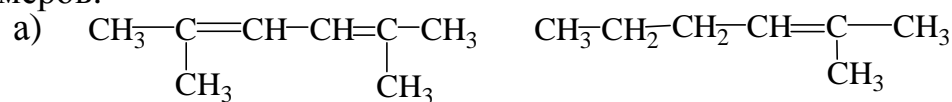


4. В приведённых ниже фрагментах ВМС выделите квадратными скобками элементарное звено, напишите и назовите мономеры, из которых они получены.

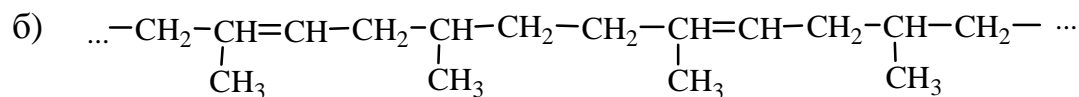
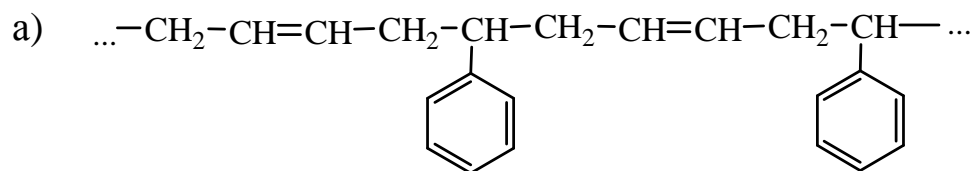


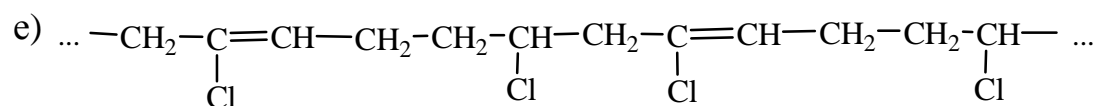
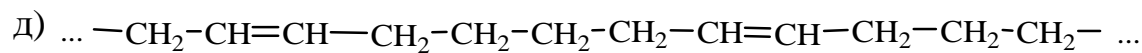
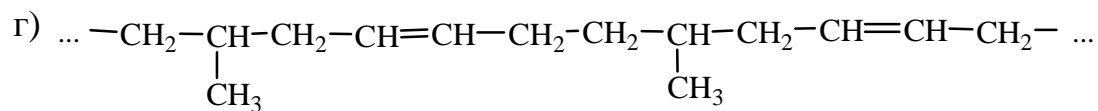
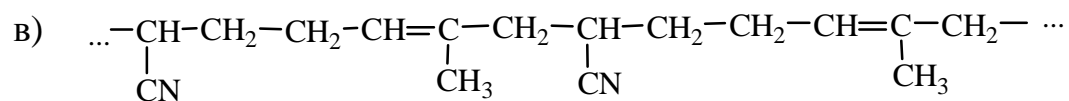


5. Приведите схемы реакции полимеризации для каждого из следующих мономеров:



6. Укажите структурные формулы мономеров, использованных для получения следующих сополимеров:





7. Назовите приведённые ниже ВМС:

