

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный аграрный университет  
имени императора Петра I»

Факультет технологии и товароведения

Кафедра химии

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. УГЛЕВОДОРОДЫ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для лабораторных занятий и самостоятельной работы  
обучающихся очной и заочной формы обучения

по дисциплине «**Органическая химия**»

для направления подготовки бакалавров:

35.03.03 – Агрехимия и агропочвоведение

(все профили)

**Воронеж**  
**2019**

**Методические указания подготовили:** Фролова В. В., Дьяконова О. В., Перегончая О.В.

Одобрено и рекомендовано к изданию решением кафедры химии  
Протокол №1 от 02.09. 2019 г.

Методическая комиссия факультета технологии и товароведения  
Протокол №1 от 07.09.2019 г.

Методической комиссией факультета агрохимии, почвоведения и экологии  
Протокол №1 от 26.09.2019 г.

**Рецензент:** к.с.-х.н. Гасанова Е.С., доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии

Методические указания предназначены для аудиторной и внеаудиторной (в том числе самостоятельной) работы обучающихся очной и заочной формы обучения по дисциплине «Органическая химия» для направления подготовки бакалавров: 35.03.03 - "Агрохимия и агропочвоведение" (все профили).

# Раздел I. «КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. УГЛЕВОДОРОДЫ»

## Тема 1. Классификация органических соединений

### Задания для самостоятельной работы

#### Задание 1

- Дополните формулы недостающими атомами водорода.
- Выделите рамками функциональные группы.
- Определите, к каким классам относятся данные соединения.
- Укажите тип каждого вещества:
  - 1) по *строению углеродного скелета* (ациклический линейный, ациклический разветвленный, карбоциклический, гетероциклический);
  - 2) по *характеру связей* в углеродном скелете (предельный, непредельный, ароматический);
  - 3) по *числу функциональных групп*, если они имеются (монофункциональный, полифункциональный, гетерофункциональный).

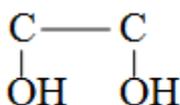
#### Задание 2

Приведите сокращенные структурные формулы любых соединений, соответствующих данным определениям.

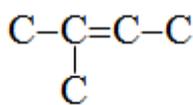
### Вариант 1

#### Задание 1

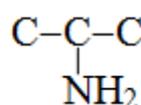
а)



б)



в)



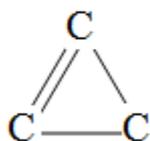
#### Задание 2

- а) Простейший углеводород, содержащий две двойные связи.
- б) Трехатомный спирт с пятью атомами углерода в молекуле.
- в) Ароматическая аминокислота.

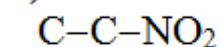
## Вариант 2

### Задание 1

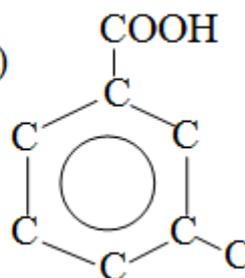
а)



б)



в)



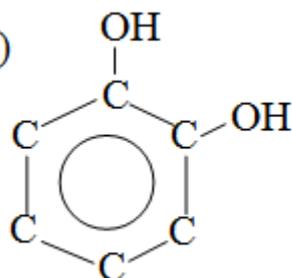
### Задание 2

- а) Ароматический углеводород.
- б) Непредельный кетон.
- в) Аминоспирт.

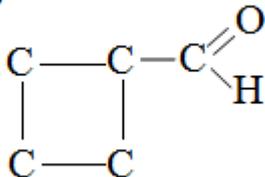
## Вариант 3

### Задание 1

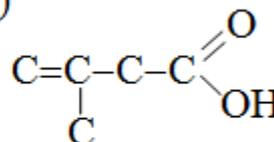
а)



б)



в)



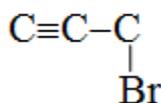
### Задание 2

- а) Непредельный одноатомный спирт.
- б) Ароматический кетон.
- в) Циклический углеводород.

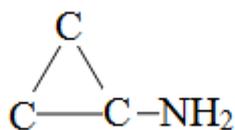
## Вариант 4

### Задание 1

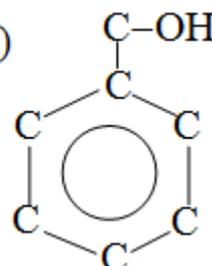
а)



б)



в)

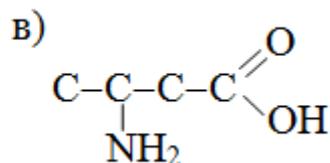
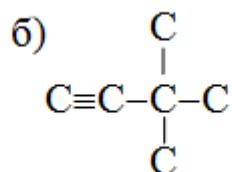
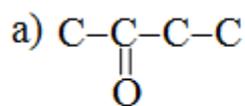


### Задание 2

- а) Ароматическая сульфокислота.
- б) Двухатомный спирт с пятью атомами углерода в молекуле.
- в) Пятичленный гетероцикл с атомом кислорода.

## Вариант 5

### Задание 1

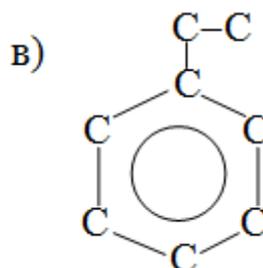
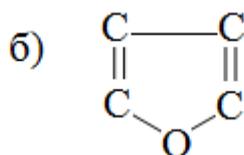
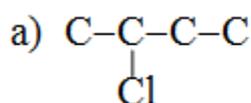


### Задание 2

- а) Циклический непредельный углеводород.
- б) Предельный трехатомный спирт.
- в) Ароматическая кислота.

## Вариант 6

### Задание 1

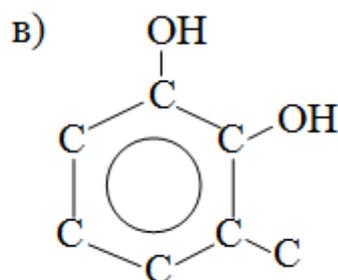
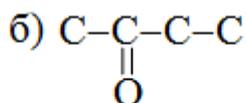
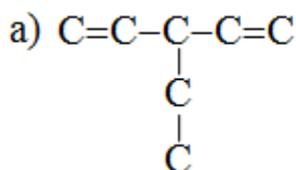


### Задание 2

- а) Непредельный циклический спирт.
- б) Ароматический альдегид.
- в) Предельная аминокислота.

## Вариант 7

### Задание 1

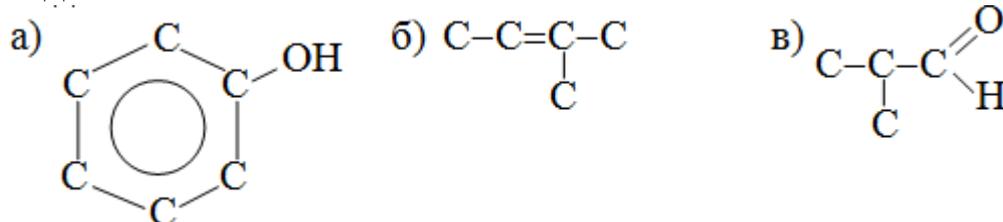


### Задание 2

- а) Ароматическая одноосновная кислота.
- б) Предельный кетон с пятью атомами углерода в молекуле.
- в) Непредельный циклический альдегид.

## Вариант 8

### Задание 1

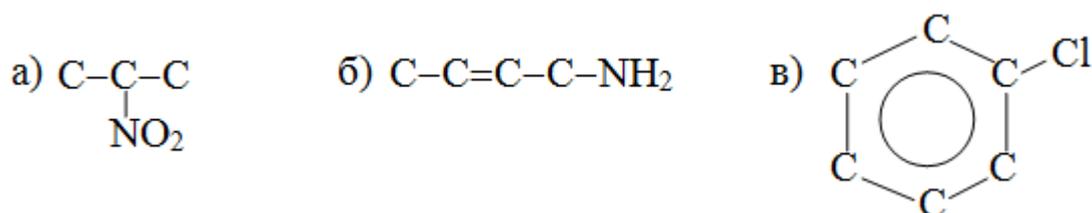


### Задание 2

- а) Непредельная ациклическая кислота.  
б) Галогенпроизводное ароматического углеводорода.  
в) Предельный двухатомный спирт с четырьмя атомами углерода в молекуле.

## Вариант 9

### Задание 1

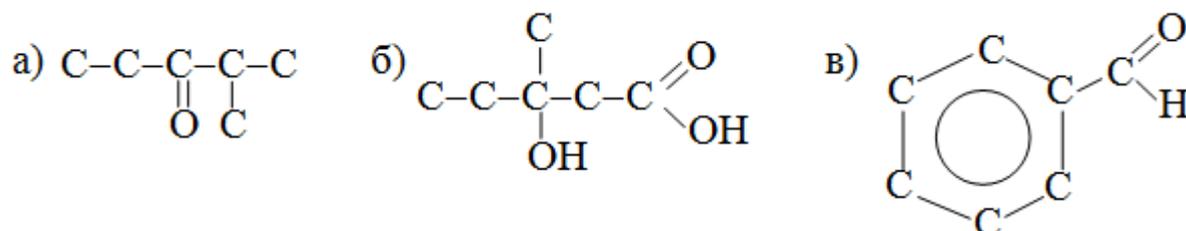


### Задание 2

- а) Непредельный кетон с тройной связью в главной цепи.  
б) Предельный трехатомный спирт.  
в) Ароматическое нитросоединение.

## Вариант 10

### Задание 1

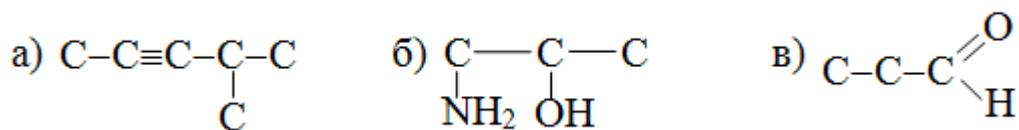


### Задание 2

- а) Предельный циклический двухатомный спирт.  
б) Непредельная одноосновная кислота.  
в) Непредельный амин с тройной связью в главной цепи.

## Вариант 11

### Задание 1

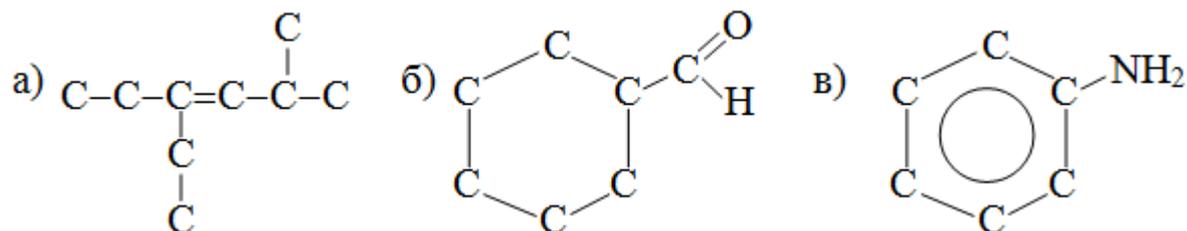


### Задание 2

- а) Непредельная двухосновная карбоновая кислота.  
б) Ароматический кетон.  
в) Предельное нитросоединение.

## Вариант 12

### Задание 1

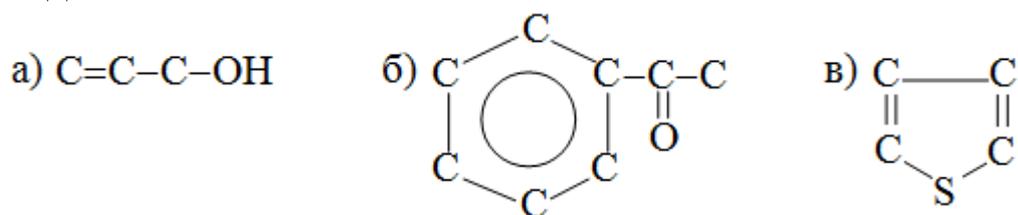


### Задание 2

- а) Предельный трехатомный спирт с разветвленным углеродным скелетом.  
б) Простейшее ароматическое соединение с карбонильной группой.  
в) Ациклическое нитросоединение с пятью атомами углерода в молекуле.

## Вариант 13

### Задание 1

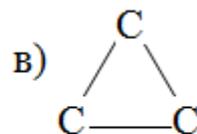
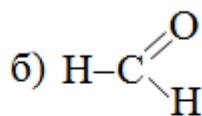
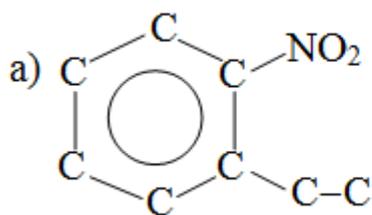


### Задание 2

- а) Непредельный альдегид.  
б) Простейшее соединение, содержащее карбоксильную группу.  
в) Нитрофенол.

## Вариант 14

### Задание 1

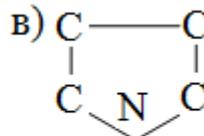
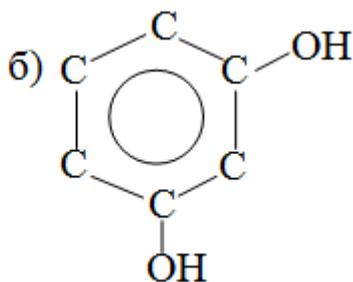
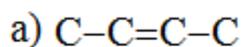


### Задание 2

- Простейший одноатомный спирт.
- Предельный альдегид с четырьмя атомами углерода в молекуле.
- Непредельный ациклический амин.

## Вариант 15

### Задание 1



### Задание 2

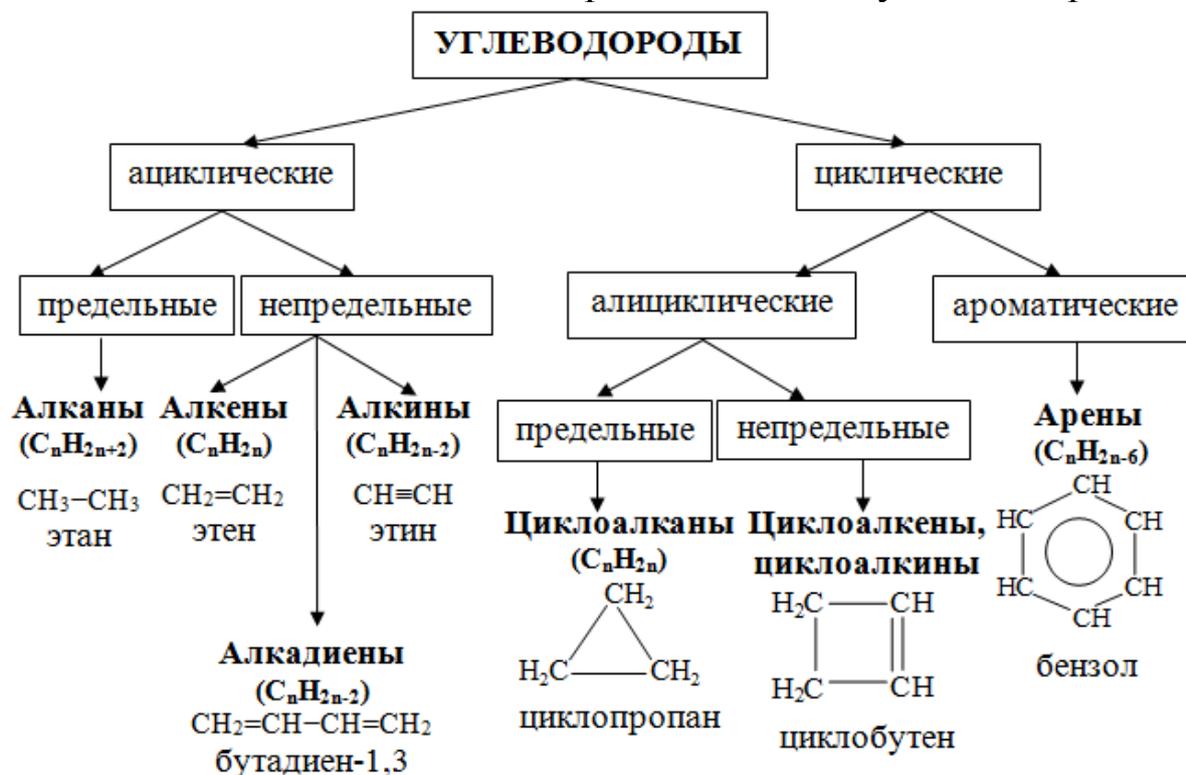
- Бромпроизводное циклоалкана.
- Простейший двухатомный спирт.
- Циклическая карбоновая кислота.

## Тема № 2. Изомерия и номенклатура углеводородов

**Углеводороды** – это органические соединения, состоящие из атомов углерода и водорода, связанных ковалентной связью. Углеводороды являются основой всех органических соединений, в том числе важнейших природных веществ – жиров, белков и углеводов.

### Классификация

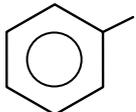
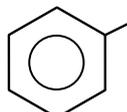
Классификацию углеводородов по строению углеродного скелета и типам связей можно представить следующим образом:



Каждый вид углеводородов образует гомологический ряд, который имеет свою общую формулу.

Остаток углеводорода (без атома водорода) называется **углеводородным радикалом** и обозначается буквой **R** (таблица 2). Углеводородный радикал, соединяясь с функциональной группой, образует соединение, относящееся к тому или иному классу соединений.

Таблица 2. Названия важнейших радикалов

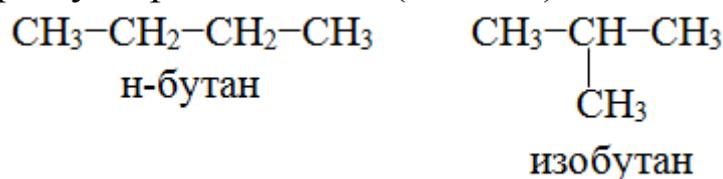
Радикал (R)	Название
$\text{CH}_3-$	метил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	этил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил
$\text{CH}_3-\underset{\text{ }}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	изопропил
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил
 ( $\text{C}_6\text{H}_5-$ )	фенил
 ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$ )	бензил

### Изомерия углеводородов

**Изомерия** – это явление, когда вещества имеют одну общую формулу, т.е. одинаковый состав и молекулярную массу, но разное строение. Для углеводородов характерны следующие виды изомерии:

#### 1. Структурная изомерия:

а) изомерия углеродной цепи (скелета):

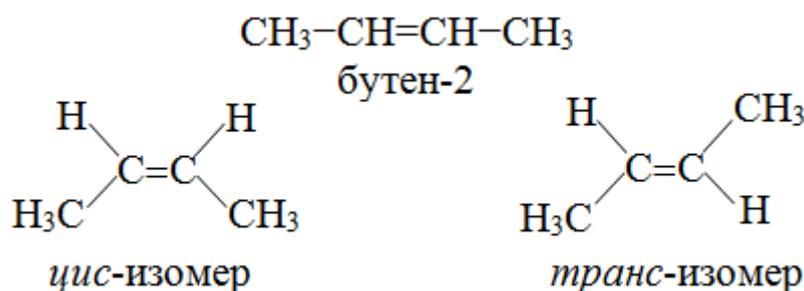


б) изомерия положения кратной (двойной или тройной) связи:



#### 2. Пространственная или стереоизомерия:

а) геометрическая (цис-, транс-) изомерия, обусловленная различным расположением фрагментов молекулы относительно плоскости двойной связи, находящейся в середине углеродной цепи:



### Номенклатура углеводородов

Для названия углеводородов используется: **тривиальная** (историческая) номенклатура и **международная** (систематическая) номенклатура **ИЮПАК** (IUPAC – *The International Union of Pure and Applied Chemistry – Международный союз теоретической и прикладной химии*), принятая в 1971г в Лондоне Международной комиссией по номенклатуре органических соединений.

**Алканы** – углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой  $\sigma$ -связью, а остальные их валентности предельно насыщены атомами водорода. Общая формула гомологического ряда алканов  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Гомологи алканов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Гомологи метана

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	Алканы
$\text{CH}_4$	метан
$\text{CH}_3\text{-CH}_3$	этан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пропан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	бутан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пентан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	гексан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	гептан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	октан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	нонан
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	декан

Названия первых четырех членов гомологического ряда алканов исторически сложились. Начиная с пятого, гомологи

называются в соответствии с греческими числительными (например, пента – пять, гекса – шесть, гепта – семь и т.д.) с прибавлением окончания “ан”.

Кроме того, в названиях алканов используются названия углеводородных радикалов – **алкилов**, остатков молекул углеводородов без одного атома водорода:  $\text{CH}_3$  – метил;  $\text{CH}_3\text{—CH}_2$  – этил;  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2$  – пропил,  $\text{CH}_3\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H—CH}_3$  – изопропил и т.д.

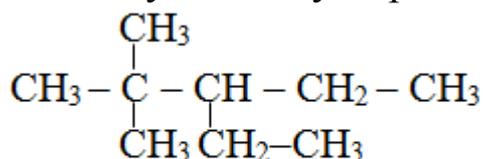
Названия алканов, имеющих разветвленную цепь, даются в соответствии с номенклатурой ИЮПАК.

Принципы международной номенклатуры ИЮПАК для алканов:

1. За основу данного соединения берут название углеводорода, соответствующего числу атомов углерода главной цепи. Главной цепью углеводорода считают: а) самую длинную и б) самую сложную, т.е. имеющую наибольшее число разветвлений.

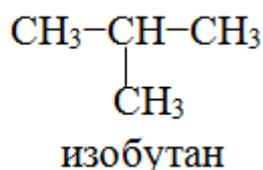
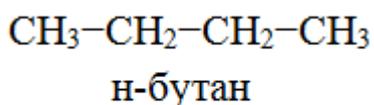
2. Нумеруют атомы углерода главной цепи, начиная с того конца, где ближе разветвление (радикал).

3. Называя соединение, вначале перечисляют радикалы (см. табл. 2), стоящие в боковой цепи, указывая цифры атомов углерода главной цепи, при которых стоят данные радикалы. Одинаковые радикалы обозначают умножающим префиксом – ди (два), три (три), тетра (четыре), пента (пять) и т.д. В конце ставят название алкана, соответствующее числу атомов углерода главной цепи:



2,2-диметил-3-этилпентан

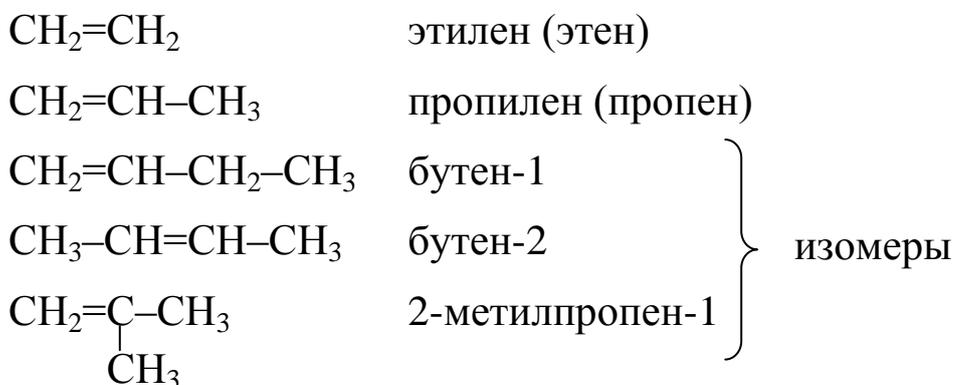
Начиная с бутана, в ряду алканов наблюдается *изомерия углеродной цепи* (структурная изомерия или изомерия углеродного скелета). Так, для бутана ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) характерно два изомера:



С увеличением числа атомов углерода число изомеров растет. Для пентана – 3 изомера, для гексана – 5 изомеров и т.д.

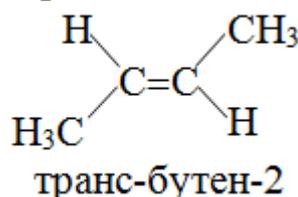
**Алкены** относятся к непредельным углеводородам, которые кроме  $\sigma$ -связей содержат  $\pi$ -связи. Общая формула гомологического ряда алкенов  $C_nH_{2n}$ .

Первые гомологи алкенов:

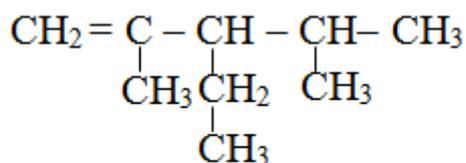


В ряду этиленовых углеводородов наблюдается три вида изомерии:

- 1) изомерия углеродной цепи (бутен-1 и 2-метилпропен-1)
- 2) изомерия положения двойной связи (бутен-1 и бутен-2)
- 3) геометрическая *цис*-, *транс*-изомерия:



В соответствии с международной номенклатурой ИЮПАК в названии главной цепи алкена окончание «ан» у соответствующего предельного углеводорода (алкана) меняется на «ен». Нумерация цепи начинается с того конца, к которому ближе двойная связь. Например:



2, 4-диметил-3-этилпентен-1

Остаток этилена без атома водорода ( $CH_2=CH-$ ) называется винил, а остаток пропилена ( $CH_2=CH-CH_2-$ ) – аллил.

**Алкинами** называются углеводороды, молекулы которых содержат тройную связь. Тройная связь представляет сочетание одной  $\sigma$ -связи и двух  $\pi$ -связей. Гомологический ряд алкинов имеет

общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ .

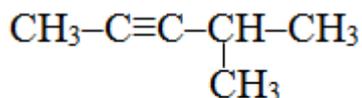
Первые гомологи алкинов:

$HC\equiv CH$	ацетилен (этин)	} изомеры
$HC\equiv C-CH_3$	метилацетилен (пропин)	
$HC\equiv C-CH_2-CH_3$	этилацетилен (бутин-1)	
$H_3C-C\equiv C-CH_3$	диметилацетилен (бутин-2)	

У алкинов наблюдается два вида изомерии:

- 1) изомерия углеродного скелета;
- 2) изомерия положения тройной связи.

В соответствии с номенклатурой ИЮПАК окончание «ан» в названии алкана, соответствующего главной цепи, меняется на «ин». Например:



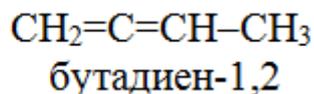
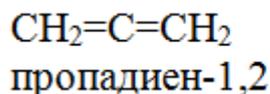
4-метилпентин-2

**Диеновые углеводороды** содержат в молекуле две двойные связи. Общая формула  $C_nH_{2n-2}$ .

Различают три вида диеновых углеводородов:

1. Диены с кумулярованными связями, у которых двойные связи находятся у одного атома углерода.

Например:



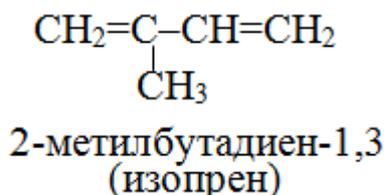
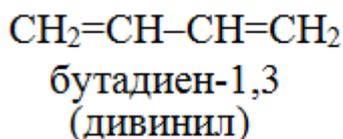
2. Диены с сопряженными связями, у которых двойные связи между атомами углерода разделены одной простой связью. Например:



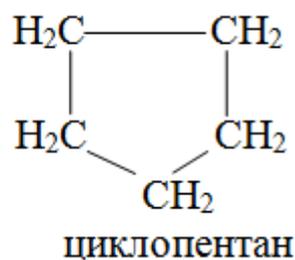
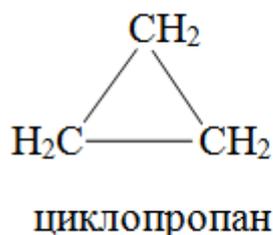
3. Диены с изолированными связями, в молекулах которых двойные связи разделены двумя и более простыми связями. Например:



По номенклатуре ИЮПАК названия диенов строятся по тому же принципу, что и названия алкенов, но перед окончанием “ен” ставится приставка ди (два), означающая количество двойных связей в молекуле. Цифрами указывается место расположения двойных связей. Наибольшее практическое значение имеют диены с сопряженными двойными связями, такие как:



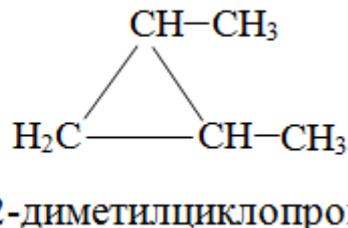
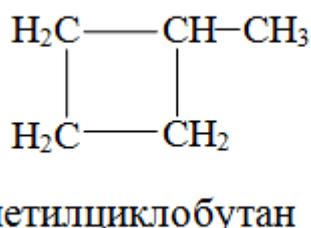
Молекулы **циклоалканов** содержат циклы разной величины. Общая формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .



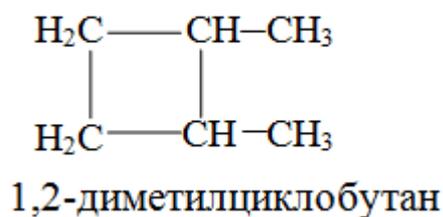
В названиях циклических углеводородов к названию соответствующего алкана прибавляется приставка «цикло-».

В ряду циклоалканов наблюдаются следующие виды изомерии:

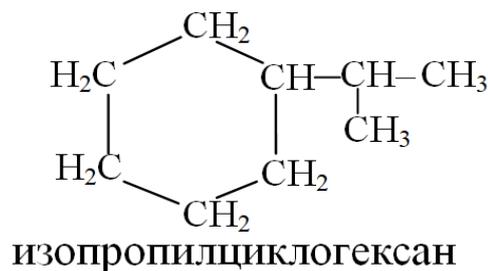
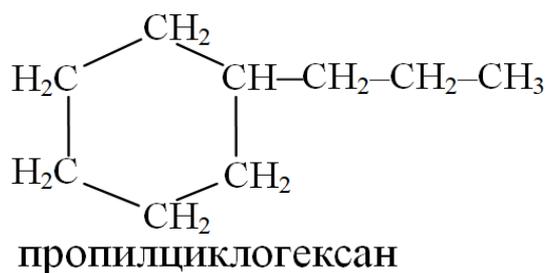
1. Изомерия циклов, например,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ :



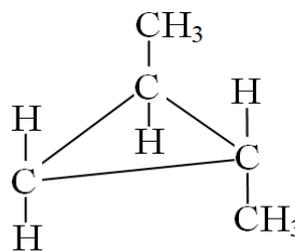
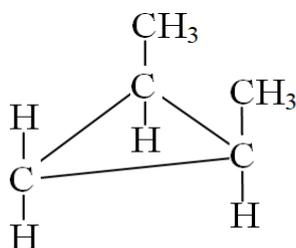
2. Изомерия положения заместителей в цикле, например:



3. Изомерия боковых цепей, например:

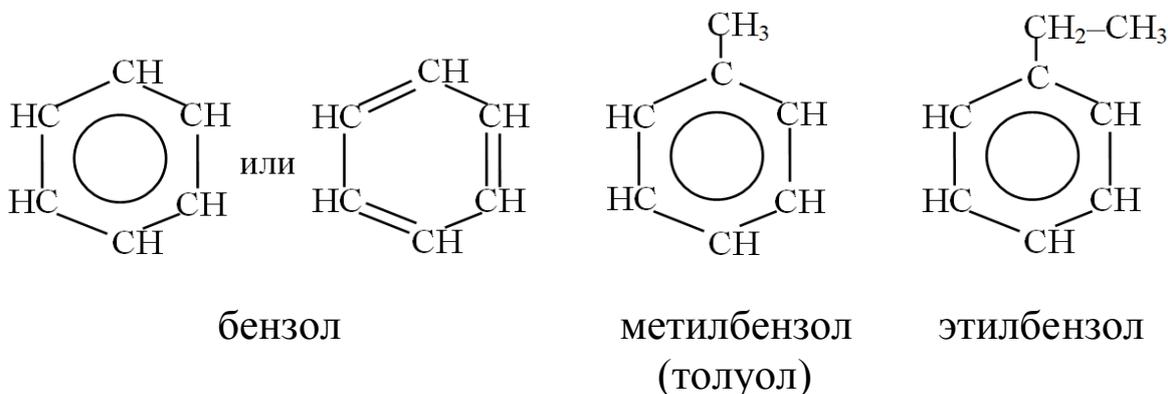


4. Геометрическая *цис*-, *транс*-изомерия (относительно плоскости кольца), например:



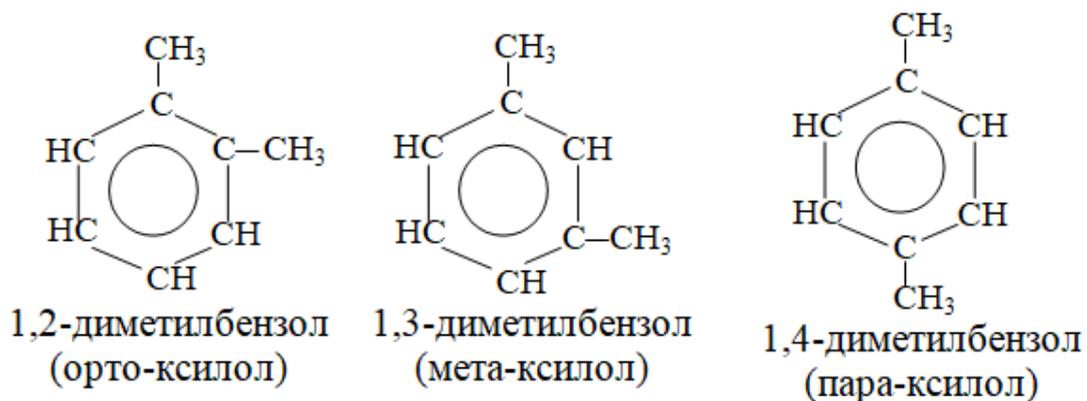
*цис*-1,2-диметилциклопропан    *транс*-1,2-диметилциклопропан

**Арены** содержат шестичленное кольцо и три сопряженные двойные связи. Гомологический ряд аренов начинается с бензола и имеет формулу  $C_nH_{2n-6}$ :

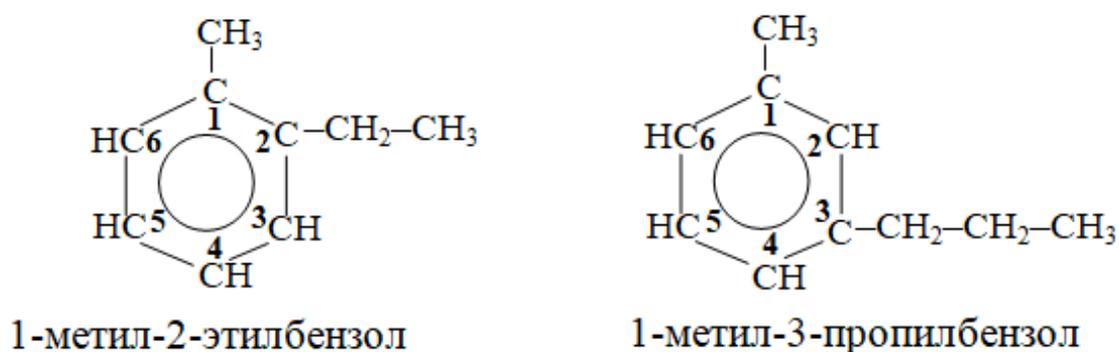


Для наименования аренов часто используются тривиальные названия: **бензол**, **толуол** и т.д. По международной номенклатуре ИЮПАК арены рассматриваются как производные бензола, в которых положение заместителей указывается цифрами, при этом номера атомов углеродов, у которых расположены заместители, должны быть наименьшими.

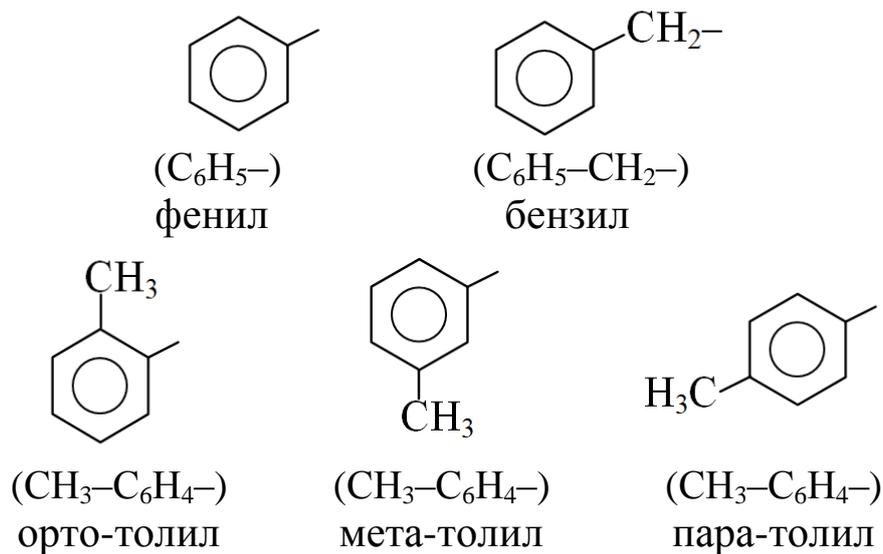
При наличии двух заместителей возможно три изомера:



В случае двух неодинаковых заместителей, нумерацию определяет младший заместитель:



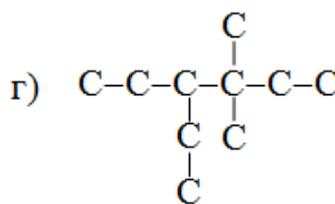
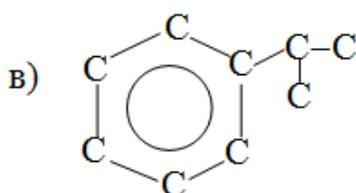
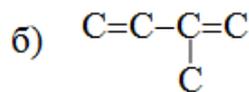
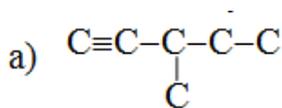
Наиболее распространены ароматические радикалы (арилы):



## Задания для самостоятельной работы

### Вариант 1

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



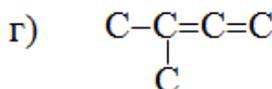
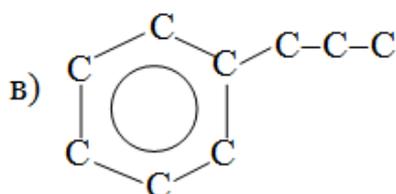
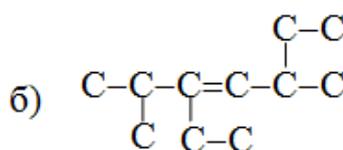
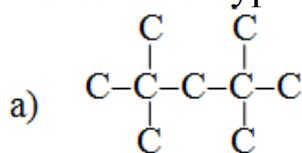
2. Напишите формулы следующих соединений:

а) 1,2-диметилциклопропан; б) 2-метил-4-этилгексен-3.

3. Составьте сокращенные структурные формулы всех изомерных соединений состава  $\text{C}_5\text{H}_8$ , относящихся к алкадиенам и алкинам. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

### Вариант 2

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



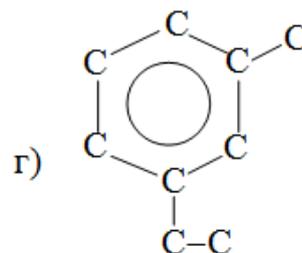
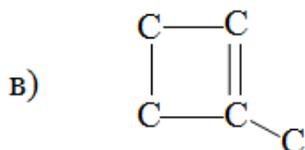
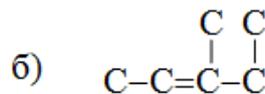
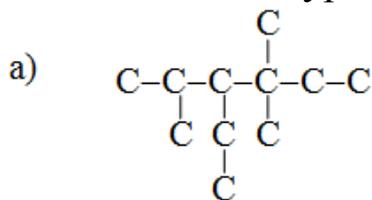
2. Напишите формулы следующих соединений:

а) 1,3-диэтилциклопентан; б) 3-метил-4,4-диэтилгексин-1.

3. Напишите сокращенные структурные формулы изомеров состава  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ , главная цепь которых состоит из пяти атомов углерода. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

### Вариант 3

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



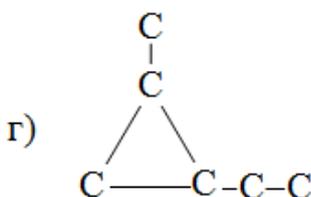
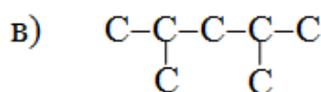
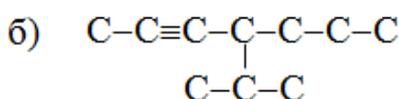
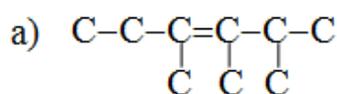
2. Составьте формулы следующих соединений:

а) 3-метил-3-этилпентан; б) 3,4-диэтилгексин-1.

3. Составьте сокращенные структурные формулы алканов состава  $C_5H_{12}$  и назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Отметьте в них первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.

### Вариант 4

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



2. Напишите формулы следующих соединений:

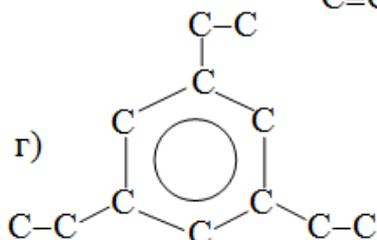
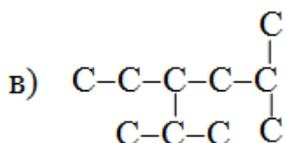
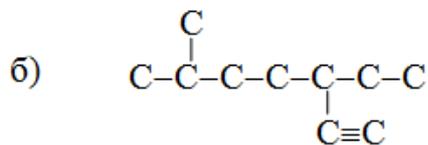
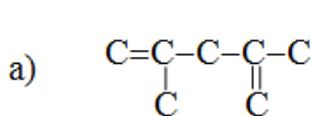
а) 1-метилциклогексен-1;

б) 2,5-диметил-4-пропил-4-изопропилгептан.

3. Составьте формулы пентадиенов с изолированными, кумулированными и сопряженными двойными связями. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 5

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



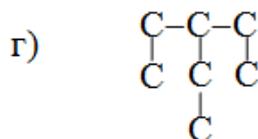
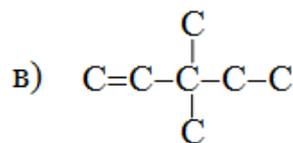
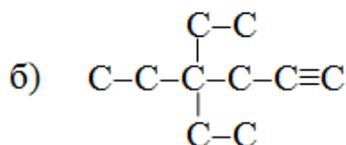
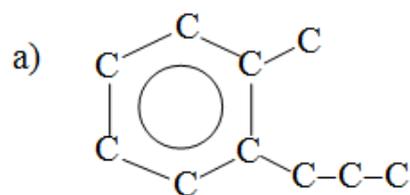
2. Составьте формулы следующих соединений:

а) 1,3-диэтилциклопентан; б) 2,5-диметилгексен-3.

3. Напишите сокращенные структурные формулы изомеров гомолога бензола состава  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 6

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



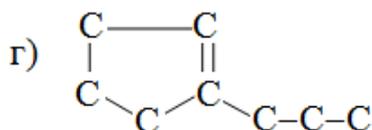
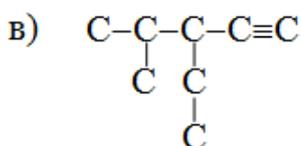
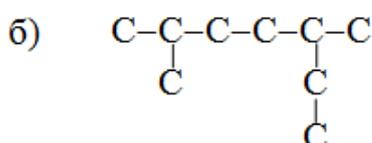
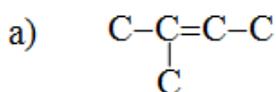
2. Составьте формулы следующих соединений:

а) 3-этилциклогексен-1; б) 2,4,5-триметил-4-изопропилгептан.

3. Приведите сокращенные структурные формулы изомерных циклоалканов состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 7

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



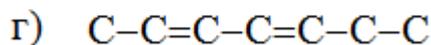
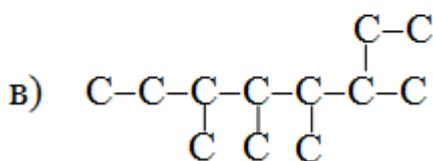
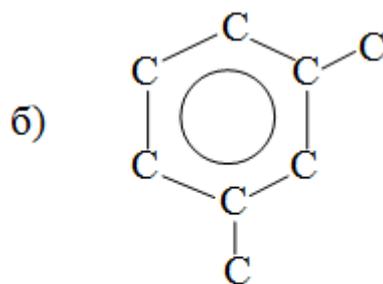
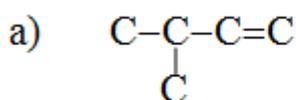
2. Напишите формулы следующих соединений:

а) этилциклогексан; б) 3,4-диметилпентадиен-1,3.

3. Составьте сокращенные структурные формулы всех возможных алкенов и циклоалканов состава  $\text{C}_4\text{H}_8$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 8

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



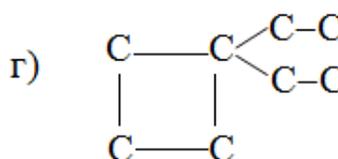
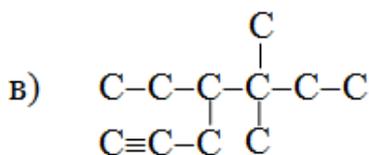
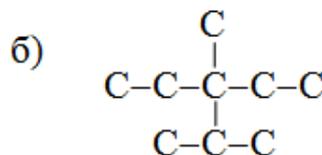
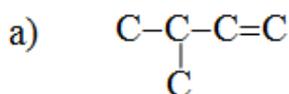
2. Составьте формулы следующих соединений:

а) *para*-этилпропилбензол; б) 1,2,3-триметилциклопропан.

3. Возможна ли *цис-транс*-изомерия у следующих соединений: а) пентен-2; б) бутин-2? Напишите структурные формулы изомеров.

## Вариант 9

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



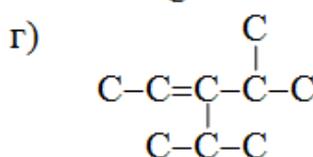
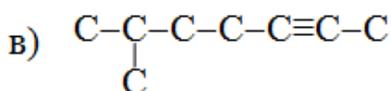
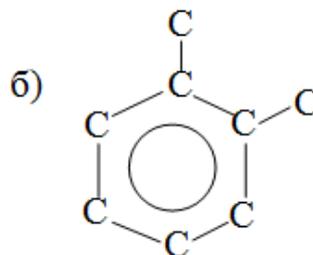
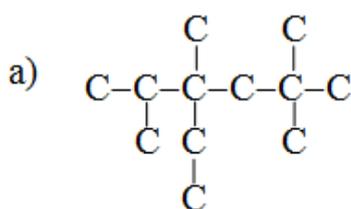
2. Напишите формулы следующих соединений:

а) 1,5-дифенилгексан; б) 2,3-диметилгексадиен-2,4.

3. Приведите сокращенные структурные формулы изомерных циклоалканов состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  с шестью-, пятью- и четырехчленным кольцом. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 10

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



2. Составьте формулы следующих соединений:

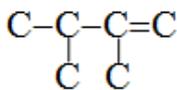
а) 1,3-диметилциклобутан; б) 2,2,5-триметилгексин-3.

3. Напишите сокращенные структурные формулы изомерных углеводородов разных гомологических рядов, имеющих молекулярную формулу  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ , и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

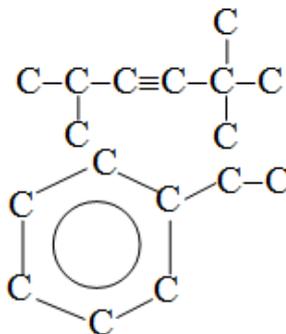
## Вариант 11

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:

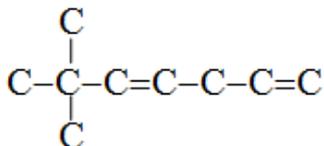
а)



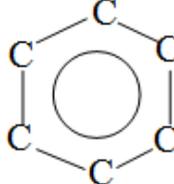
б)



в)



г)



2. Составьте формулы следующих соединений:

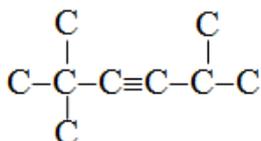
а) 1,2-диметилциклопентан; б) 2,5-диметил-3-изопропилгексан.

3. Напишите сокращенные структурные формулы всех изомерных алкенов состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

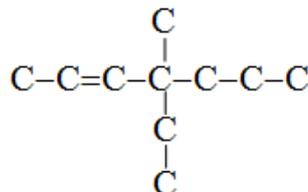
## Вариант 12

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:

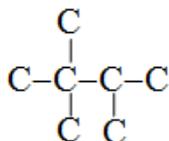
а)



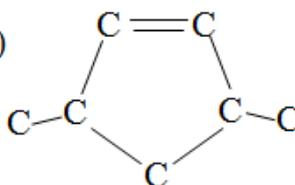
б)



в)



г)



2. Составьте формулы следующих соединений:

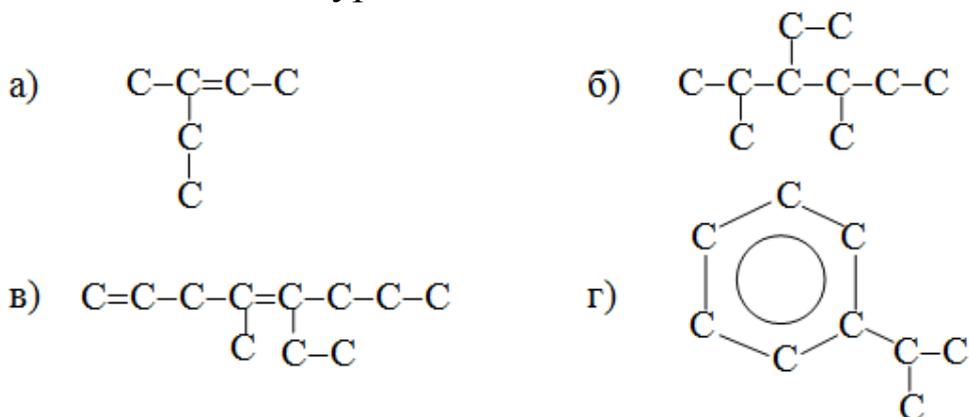
а) 1,1,2-триметилциклопентан;

б) 2,5-диметил-3-этилгексадиен-1,4.

3. Напишите сокращенные структурные формулы всех изомерных алкинов состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

### Вариант 13

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



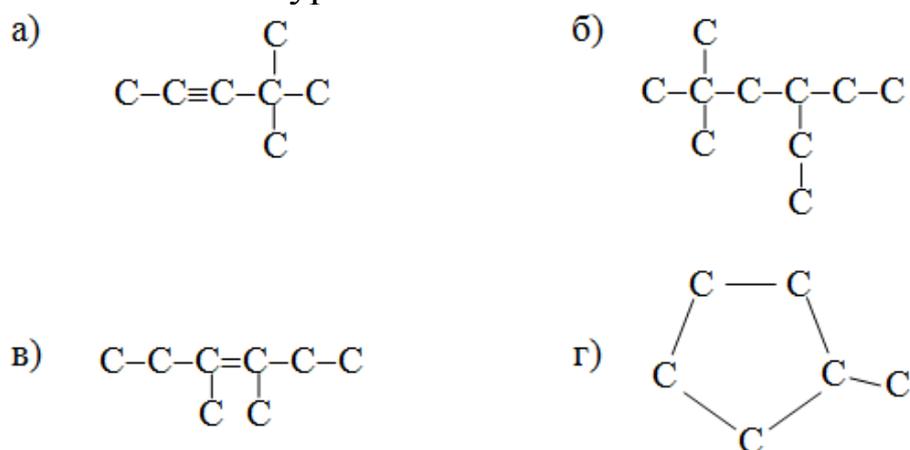
2. Напишите формулы следующих соединений:

а) 1,3-диметилциклогексан; б) 2,2,6,6-тетраметилгептин-3.

3. Напишите сокращенные структурные формулы всех изомерных аренов состава  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ . Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

### Вариант 14

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



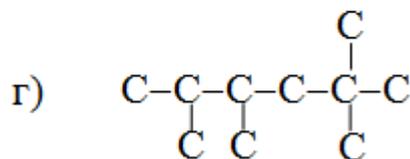
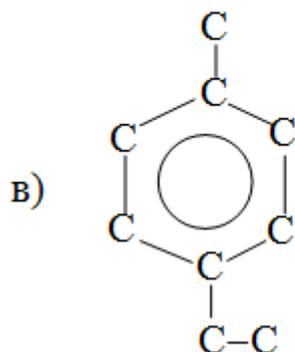
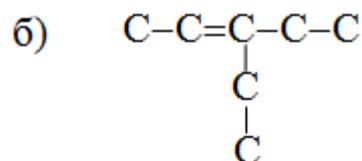
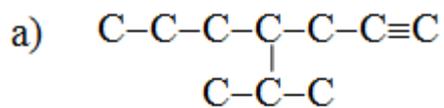
2. Составьте формулы следующих соединений:

а) 1,2-диметилциклопропен-1; б) 4,5-диэтилоктадиен-1,4.

3. Для каких углеводородов состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  характерно явление *цис-транс*-изомерии? Приведите структурные формулы всех изомеров и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

## Вариант 15

1. Дополните формулы атомами водорода и назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:



2. Составьте формулы следующих соединений:

- 1-пропилциклопентен-1;
- 1-метил-3-этил-4-изопропилбензол.

3. Напишите сокращенные структурные формулы алкинов состава  $\text{C}_7\text{H}_{12}$  с пятью атомами углерода в главной цепи и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

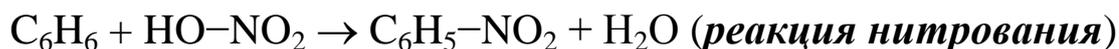
## Химические свойства и способы получения углеводородов

Для углеводородов в зависимости от строения и вида связей характерны следующие типы реакций:

### 1) Замещение:



метан                      хлорметан



бензол                                      нитробензол

### 2) Присоединение:

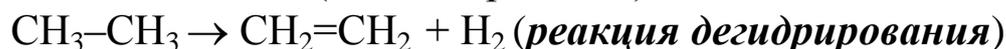


этен                                      этан



этен                                      1,2-дибромэтан

### 3) Отщепление (элиминирование):

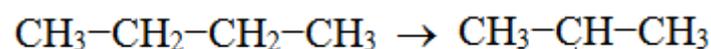


этан                                      этен



этанол                                      этен

### 4) Изомеризация:

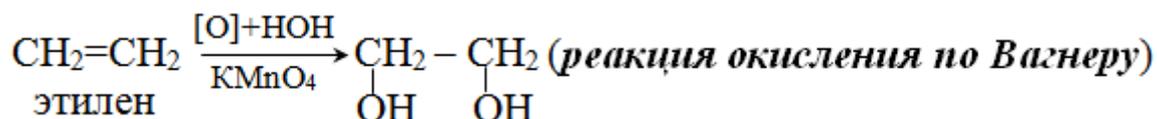


н-бутан

изобутан

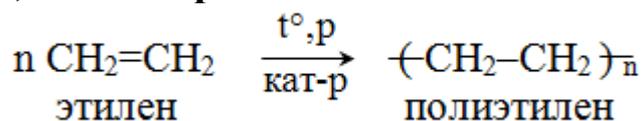
изобутан

### 5) Окисление:



этилен

### 6) Полимеризация:



этилен

полиэтилен

## Задания для самостоятельной работы

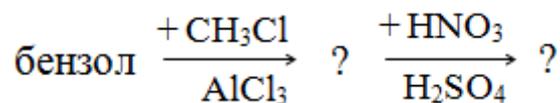
### Вариант 1

1. Пропан подвергли хлорированию. Смесь монохлорпроизводных обработали металлическим натрием. Какие углеводороды получены? Приведите схемы реакций и назовите полученные вещества.

2. Напишите схемы реакций взаимодействия бутина-1:  
а) с водой; б) с водородом.

3. Приведите схемы реакций полимеризации:  
а) пропена; б) 2-хлорбутадиена-1,3.

4. Осуществите превращения:



### Вариант 2

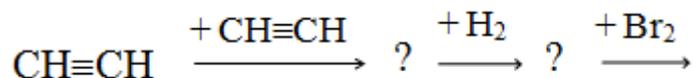
1. Напишите схему реакции взаимодействия металлического натрия с 2-хлорбутаном. Назовите полученный углеводород.

2. Приведите схемы реакций взаимодействия 3-метилбутена-1:

а) с бромом; б) с водным раствором  $\text{KMnO}_4$ .

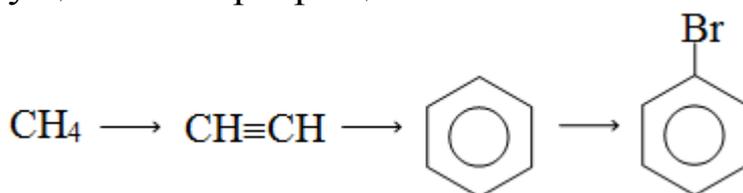
3. Получите соответствующие дигалогенпроизводные из:  
а) 1,2-диметилциклобутана; б) циклогексана.

4. Осуществите превращения:



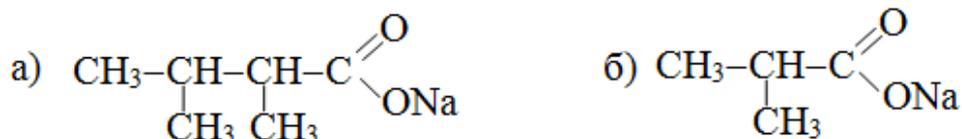
### Вариант 3

- Получите соответствующие алкены из:  
а) 2-бром-3-метилбутана; б) 3-метилпентана-1.
- Напишите схемы реакций и назовите полученные соединения:  
а) монохлорирования 2-метилбутана;  
б) нитрования пентана.
- Составьте схемы реакций полимеризации:  
а) бутена-2; б) 2,3-диметилбутадиена-1,3.
- Осуществите превращения:

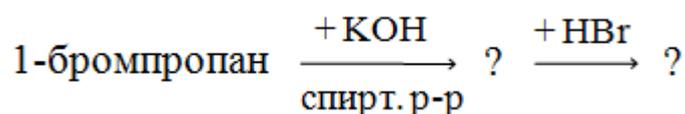


### Вариант 4

- Какие углеводороды получаются при сплавлении со щелочью данных солей? Приведите схемы реакций и назовите продукты.



- Напишите схемы реакций взаимодействия:  
а) 2-метилпропена с хлороводородом;  
б) бутена-2 с бромом.
- Приведите схемы реакций полимеризации:  
а) этена;  
б) 1-хлорбутадиена-1,3.
- Осуществите превращения:



## Вариант 5

1. Из каких дигалогенпроизводных можно получить указанные ниже углеводороды? Приведите схемы реакций.

а) бутин-2; б) 3-метилгексин-1?

2. Какие соединения образуются при нитровании и хлорировании данных алканов? Напишите схемы реакций и назовите продукты.

а) пропан; б) 2,2-диметилбутан.

3. Приведите схемы реакций гидратации:

а) 3,4-диметилпентена-2;

б) 2-метилбутена-1.

4. Осуществите превращения:



## Вариант 6

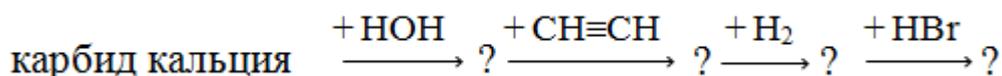
1. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь иодметана и 2-иодбутана? Приведите схемы реакций и назовите полученные вещества.

2. Приведите схемы реакций гидратации следующих веществ:

а) бутен-2; б) 2-метилпропен.

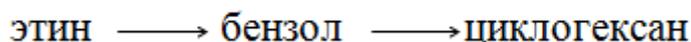
3. С какими из перечисленных ниже веществ может взаимодействовать циклопропан: водород, хлор, бромоводород, азотная кислота? Приведите схемы реакций.

4. Осуществите превращения:



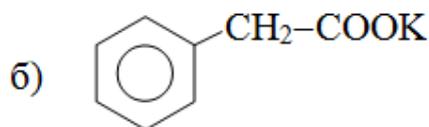
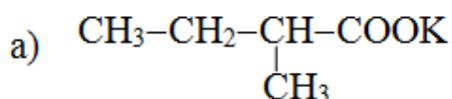
## Вариант 7

1. Приведите схемы двух способов получения бутана.
2. Для бутена-1 и бутена-2 составьте схемы реакций:  
а) полимеризации; б) окисления по Вагнеру.
3. Составьте схемы реакций взаимодействия циклобутана:  
а) с водородом; б) с бромоводородом.
4. Осуществите превращения:

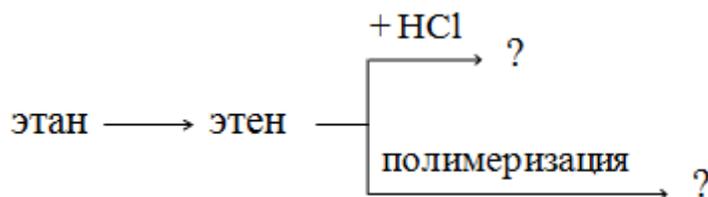


## Вариант 8

1. Какие вещества образуются при сплавлении с гидроксидом калия данных солей? Приведите схемы реакций и назовите продукты.



2. Напишите схемы реакций взаимодействия пропина:  
а) с водой; б) с одной и двумя молекулами бромоводорода.
3. Напишите схемы взаимодействия:  
а) бутен-1 + бромоводород;  
б) бутен-2 + р-р перманганата калия.
4. Осуществите превращения:



## Вариант 9

1. Какие углеводороды получатся при взаимодействии металлического натрия со смесью бромэтана и 1-бромпропана? Назовите их, приведите схемы реакций.

2. Составьте схемы реакций:

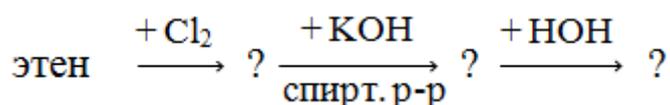
а) гидратации пентина-1;

б) окисления 2-метилбутена-2 по Вагнеру.

3. Приведите схемы реакций полимеризации:

а) пентена-1; б) 2,3-диметилбутадиена-1,3.

4. Осуществите превращения:



## Вариант 10

1. Исходя из 1-бромпропана получите:

а) алкен с тем же числом атомов углерода;

б) алкан с удвоенным числом атомов углерода.

2. Составьте схемы следующих реакций:

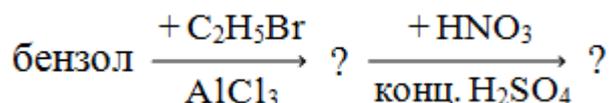
а) 3-метилбутин-1 + HBr  $\rightarrow$

б) 4-этилгексин-1 + HOH  $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{Hg}^{2+}}$

3. Для бутадиена-1,3 составьте схемы реакций:

а) полного и частичного гидрирования; б) полимеризации.

4. Осуществите превращения:



## Вариант 11

1. Какие углеводороды образуются при действии металлического натрия на смесь 1-бромпропана и бромбензола? Приведите схемы реакций.

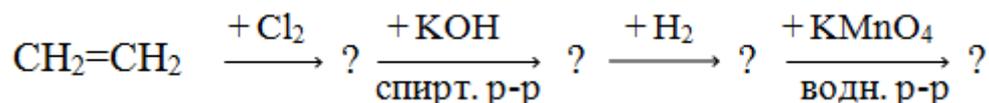
2. Напишите схемы реакций:

а) полимеризации 2-метилбутадиена-1,3; б) пропина с хлором.

3. Какие продукты могут быть получены при действии брома на данные углеводороды? Составьте схемы реакций.

а) циклопропан; б) циклогексан.

4. Осуществите превращения:



## Вариант 12

1. Используя галогенпроизводные и металлический натрий, получите с помощью реакции Вюрца-Фиттига следующие углеводороды:

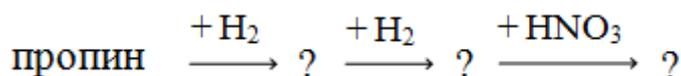
а) этилбензол; б) изопропилбензол.

2. Напишите схемы реакций, нитрования и хлорирования 2-метилбутана. Назовите полученные соединения.

3. Приведите схемы реакций гидрирования:

а) циклопропана; б) бутена-2.

4. Осуществите превращения:



### Вариант 13

1. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-2-метилбутан? Приведите схему реакции. Для полученного соединения составьте схемы реакций гидратации и гидробромирования.

2. Напишите схемы реакций полимеризации:

а) бутена-1; б) бутена-2.

3. Приведите схемы реакций:

а) нитрования 3-этилпентана;

б) гидробромирования 2-метил-3-этилпентена-1.

4. Осуществите превращения:



### Вариант 14

1. Составьте схемы реакций получения пропена:

а) из моногалогеналкана; б) из спирта.

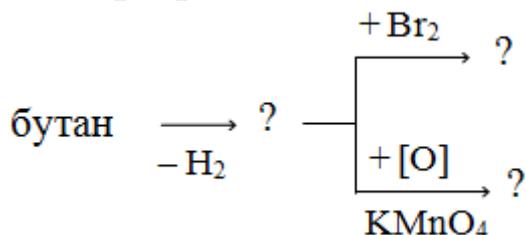
2. Составьте схемы реакций гидратации следующих углеводородов:

а) 3-метилбутен-1; б) пентин-2.

3. В какие положения будет преимущественно осуществляться нитрование данных соединений? Составьте схемы реакций и назовите продукты.

а) метилбензол; б) нитробензол.

4. Осуществите превращения:



## Вариант 15

1. Напишите схемы реакций получения алканов, при которых число атомов углерода:

а) увеличивается вдвое; б) остается прежним.

2. Составьте схемы реакций полимеризации:

а) бутадиена-1,3; б) 2-метилбутадиена-1,3 (изопрена).

3. Составьте схемы реакций гидратации следующих веществ:

а) 3-метилбутена-1; б) гексина-2.

4. Осуществите превращения:

пропин  $\longrightarrow$  пропен  $\longrightarrow$  пропан  $\longrightarrow$  2-нитропропан

## Лабораторная работа № 1

### УГЛЕВОДОРОДЫ

**Цель работы:** знакомство с типовыми реакциями предельных, непредельных и ароматических углеводородов.

#### Опыт 1. Получение метана и его свойства

В большую сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, насыпают слоем 1–2 см смесь обезвоженного ацетата натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) и натронной извести ( $\text{NaOH} + \text{CaO}$ ).

Берут две маленькие пробирки: в первую помещают 15–20 капель раствора перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ), а во вторую – такое же количество бромной воды (раствор  $\text{Br}_2$  в воде).

С помощью держателя большую пробирку со смесью ацетата натрия и натронной извести располагают горизонтально и нагревают в пламени горелки. Когда начнется выделение газа, газоотводную трубку на несколько секунд поочередно вводят сначала в раствор перманганата калия, а затем в бромную воду. Что наблюдается? Объясните, почему это происходит?

Не прекращая нагревания смеси, зажигают выделяющийся газ. Обратите внимание, что метан горит несветящимся пламенем.

#### Задание:

I. Напишите схемы реакций:

- а) получения метана из ацетата натрия;
- б) горения метана.

II. Сделайте вывод, почему раствор перманганата калия и бромная вода не обесцвечиваются при пропускании через них метана.

Примечание: в схемах реакций под формулами всех веществ пишите их название.

#### Опыт 2. Получение этилена (этена) и его свойства

В большую сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают 10–15 капель заранее приготовленной

смеси этанола с концентрированной серной кислотой ( $C_2H_5OH + H_2SO_4$ ).

Берут две маленькие пробирки: в первую помещают 15-20 капель раствора перманганата калия, а во вторую – такое же количество бромной воды.

При нагревании смеси этилового спирта с серной кислотой пробирку держат наклонно (**осторожно концентрированная кислота!**). Работу проводят в вытяжном шкафу. Нагревая смесь, вводят газоотводную трубку сначала в раствор перманганата калия, а затем в бромную воду. Происходит быстрое обесцвечивание бромной воды и изменение окраски раствора перманганата калия.

Не прекращая нагревания смеси, зажигают выделяющийся газ. Этилен горит светящимся пламенем.

### **Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

а) получения этилена из этилового спирта;

б) горения этилена;

в) взаимодействия этилена с бромной водой;

г) взаимодействия этилена с раствором перманганата калия (окисление по Вагнеру).

II. Сделайте вывод, почему происходит изменение окраски бромной воды и раствора перманганата калия при пропускании через них этилена.

### **Опыт 3. Получение ацетилен (этина) и его свойства**

Готовят три маленькие пробирки: в первую помещают 15-20 капель раствора перманганата калия, во вторую – 15-20 капель бромной воды, а в третью – такое же количество аммиачного раствора гидроксида серебра (гидроксида диамминсеребра)  $[Ag(NH_3)_2]OH$ .

В большую сухую пробирку помещают кусочек карбида кальция ( $CaC_2$ ), добавляют несколько капель воды, немедленно закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Сразу наблюдается интенсивное выделение газа. Работу следует проводить в вытяжном шкафу. Выделяющийся ацетилен последовательно пропускают через раствор перманганата калия, бромную

воду и раствор гидроксида диамминсеребра до изменения окраски в первых двух пробирках и образования осадка ацетиленида серебра в третьей пробирки.

Поджигают выделяющийся ацетилен. Убедитесь, что он горит коптящим пламенем.

### **Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

- а) получения ацетилена из карбида кальция;
- б) горения ацетилена;
- в) взаимодействия ацетилена с бромной водой;
- г) окисления ацетилена раствором перманганата калия.
- д) образования ацетиленида серебра.

II. Сделайте вывод, почему происходит изменение окраски бромной воды и раствора перманганата калия при пропускании через них ацетилена.

## **Опыт 4. Химические свойства ароматических углеводов**

### ***1) Нитрование толуола***

В пробирку с 5 каплями толуола (метилбензола) добавляют 5 капель нитрующей смеси (концентрированные серная и азотная кислоты, взятые в равных объемах). Работу выполняют в вытяжном шкафу! Закрыв пробирку пробкой, осторожно ее встряхивают. При этом толуол нитруется с образованием нитротолуола, имеющего характерный запах горького миндаля.

### **Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

- а) нитрования бензола;
- б) нитрования толуола с образованием орто- и пара-нитротолуола.

### ***2) Окисление толуола***

В пробирку помещают 6-7 капель толуола, приливают 3-4 капли раствора перманганата калия и 1 каплю серной кислоты. При взбалтывании и нагревании фиолетовая окраска раствора исчезает и выделяется оксид марганца (IV). Боковая цепь при этом окисляется в карбоксильную группу и образуется бензойная

кислота.

**Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

а) окисления толуола;

б) окисления ортоксилола (1,2-диметилбензола).

II. Напишите формулы возможных изомеров диметилбензола и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

### **Опыт 5. Разложение поливинилхлорида**

В большую сухую пробирку помещают кусочек поливинилхлорида, закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в маленькую пробирку с 10-15 каплями раствора нитрата серебра.

При нагревании первой пробирки поливинилхлоридная смола размягчается, темнеет и начинает разлагаться с выделением газообразных продуктов реакции. Раствор нитрата серебра мутнеет, так как выделяющийся хлороводород образует с нитратом серебра осадок белого цвета – хлорид серебра.

**Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

а) взаимодействия ацетилена с одной молекулой хлороводорода;

б) получения поливинилхлорида из винилхлорида.

### **Опыт 6. Свойства полиэтилена**

Полиэтилен в виде гранулы или кусочка трубки опускают в стакан с водой. Он плавает на поверхности, т.к. легче воды.

В пробирку наливают 2 мл концентрированной серной кислоты и помещают кусочек полиэтилена. Через 2-3 минуты осторожно стеклянной палочкой вынимают полиэтилен из серной кислоты, промывают водой и убеждаются, что он не изменился.

Кусочек полиэтилена помещают на асбестовую сетку и нагревают до тех пор, пока он станет мягким. Стеклянной палочкой придают ему какую-нибудь форму и охлаждают. В охлажденном виде полиэтилен сохраняет форму.

**Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

- а) полимеризации этилена (этена);
- б) полимеризации пропилена (пропена).

### **Опыт 6. Терпены**

В одну пробирку помещают 10 капель раствора перманганата калия, в другую 10 капель бромной воды, прибавляют 3 капли скипидара и встряхивают, при этом окраска исчезает.

#### **Задание:**

I. Напишите схемы реакций:

- а) взаимодействия скипидара с бромной водой;
- б) окисления скипидара раствором перманганата калия.

Сделайте вывод, почему раствор перманганата калия и бромная вода обесцвечиваются при добавлении скипидара.

## Содержание

Раздел I. «КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. УГЛЕВОДОРОДЫ».....	3
Тема 1. Классификация органических соединений.....	3
Задания для самостоятельной работы .....	3
Тема № 2. Изомерия и номенклатура углеводов .....	9
Задания для самостоятельной работы .....	18
Задания для самостоятельной работы .....	27
Лабораторная работа № 1 .....	35
Содержание.....	40