

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования**

**«Витебский государственный технологический университет»**

**ХИМИЯ (органическая)**

**Лабораторный практикум**

**для студентов специальностей**

**1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий»,**

**1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи»,**

**1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»  
дневной формы обучения.**

**Часть 2.**

**Витебск  
2009**

УДК 678 (07)

ХИМИЯ (органическая): лабораторный практикум для студентов специальностей 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий», 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи», 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов» дневной формы обучения. Часть 2.

Витебск: Минобразования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2009.

Составители: доцент Минченко Т.В.,  
доцент Солтовец Г.Н.,  
доцент Соколова Т.Н.

Настоящий лабораторный практикум является практическим руководством для студентов при самоподготовке к лабораторным занятиям по курсу «Органическая химия».

Одобрено на заседании кафедры химии УО «ВГТУ»  
« 2 » февраля 2009 г., протокол № 6

Рецензент: доцент Ясинская Н.Н.  
Редактор: ст. преподаватель Дрюкова Г.Н.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ»

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009г., протокол № \_\_\_\_\_  
Ответственный за выпуск: Китович Н.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет», 2009г.

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч. - изд лист \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ Заказ \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

---

Отпечатано на ризографе УО «Витебский государственный технологический университет». Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Самоподготовка к занятию	5
Литература	5
Работа на занятии	6
ЗАНЯТИЕ 1	
«Строение органических соединений и их классификация. Электронное строение химической связи»	6
Вопросы для самоподготовки	6
Техника безопасности	7
Вопросы для контроля самоподготовки	8
ЗАНЯТИЕ 2 «Алканы»	9
Вопросы для самоподготовки	9
Индивидуальные задания для самоконтроля	10
Лабораторная работа № 1	17
ЗАНЯТИЕ 3 «Алкены»	18
Вопросы для самоподготовки	18
Индивидуальные задания для самоконтроля	19
Лабораторная работа № 2	26
ЗАНЯТИЕ 4 «Алкадиены»	27
Вопросы для самоподготовки	27
Индивидуальные задания для самоконтроля	28
ЗАНЯТИЕ 5 «Алкины»	32
Вопросы для самоподготовки	32
Индивидуальные задания для самоконтроля	32
Лабораторная работа № 3	38
ЗАНЯТИЕ 6 «Спирты»	39
Вопросы для самоподготовки	39
Индивидуальные задания для самоконтроля	40
Лабораторная работа № 4	46
ЗАНЯТИЕ 7 «Альдегиды и кетоны»	48
Вопросы для самоподготовки	48
Индивидуальные задания для самоконтроля	48
Лабораторная работа № 5	55
ЗАНЯТИЕ 8 «Карбоновые кислоты и их производные»	57
Вопросы для самоподготовки	57
Индивидуальные задания для самоконтроля	57
Лабораторная работа № 6	63

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Органическая химия является фундаментальной дисциплиной в системе подготовки инженеров текстильной и легкой промышленности.

Практически все сырье: ткани, нити, кожа, мех, фурнитура и т.д. представляют собой натуральные или синтетические органические продукты. В технологических процессах используются различные органические соединения, позволяющие улучшить товарный вид и качество выпускаемых изделий. Кроме того, знания органической химии необходимы при изучении таких дисциплин, как химия высокомолекулярных соединений, текстильное и обувное материаловедение, химизация технологических процессов.

Целью курса органической химии является формирование системных знаний о закономерностях химического поведения важнейших классов органических соединений в зависимости от их строения и умение прогнозировать свойства отдельных представителей этих классов, необходимые для решения возникающих химических проблем в технологических процессах.

В результате изучения органической химии студент ДОЛЖЕН УМЕТЬ:

1. Самостоятельно работать с учебной и справочной химической литературой.
2. По названию изображать строение типичных представителей классов органических соединений и называть их по структурным формулам.
3. Определять принадлежность соединений к определенным классам и группам на основе знания классификационных признаков.
4. Выделять в молекуле реакционные центры и определять реакционную способность органических соединений во взаимосвязи с их электронным и пространственным строением.
5. Прогнозировать возможные пути и условия преобразования функциональных групп в важнейших классах органических соединений.
6. Выбирать оптимальные способы синтеза заданных органических соединений.
7. Ставить простой учебно-исследовательский эксперимент, владеть основными приемами работы в химической лаборатории.
8. Составлять рефераты, оформлять протоколы лабораторных работ.

Изучение органической химии представляет определенные трудности вследствие большого объема фактического материала, значительного числа новых понятий, своеобразия номенклатуры и самой тесной связи всех разделов между собой.

Настоящие методические указания являются путеводителем для студента при его подготовке к лабораторному занятию, т.к. в основу их положен управляющий принцип организации обучения. Одновременно они выполняют и контролируемую функцию, т.к. позволяют студенту самому оценить степень усвоения изученного материала.

Структурной единицей методических указаний является отдельная тема, представленная в соответствии с календарным планом занятий по органической химии. Организация обучения включает два раздела: самоподготовку к занятию и работу на занятии под руководством преподавателя.

### **Самоподготовка к занятию**

При самоподготовке к занятию студенту рекомендуется:

- 1) изучить теоретический материал темы по рекомендуемой литературе и конспекту лекции;
- 2) проверить уровень усвоения проработанного материала темы, выполнив практическое задание;
- 3) подготовиться к выполнению лабораторной работы и оформить протокол по схеме:
  - указать номер и название темы лабораторной работы;
  - указать номер и название выполняемого опыта;
  - наблюдаемый результат;
  - химизм протекающего процесса;
  - выводы.

Первые два пункта заполняются при домашней подготовке к занятию, а последние три – после выполнения опыта на лабораторном занятии.

- 4) рекомендуемая литература:

#### ***Основная***

1. Петров, А. А. Органическая химия: учебник для вузов /А. А. Петров, Х. В. Бальян, А.Т. Трощенко. – Москва : Высшая школа, 1981. – 592 с.
2. Писаренко, А. Н. Курс органической химии : учебник для студ. нехим. спец. вузов / А. Н. Писаренко, З. Я. Хавин. – Москва : Высшая школа, 1985. – 527 с.
3. Артеменко, А. И. Органическая химия : учебник для строит. спец. вузов / А. И. Артеменко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1994. – 560 с.

#### ***Дополнительная***

1. Грандберг, И. И. Органическая химия : учебник для студ. вузов, обучающихся по агроном. спец. / И. И. Грандберг. – 6-е изд. стереотип.– Москва : Дрофа, 2004. – 672 с.
2. Степаненко, Б. Н. Курс органической химии (в двух частях) : учебник для вузов / Б. Н. Степаненко. – 5-е изд., перераб. и доп.– Москва : Высшая школа, 1981. – 647 с.
3. Бенкс, Дж. Названия органических соединений : пер. с англ. изд. /Дж. Бенкс.– Москва : Химия, 1980. – 302 с.

## Работа на занятии

Лабораторные работы предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов программы курса и овладения экспериментальными методами.

Работа на лабораторном занятии проходит под руководством преподавателя и состоит из четырех традиционных частей с указанием отведенного на эту работу времени:

- 1) практическая часть (35 мин) включает разбор основных теоретических вопросов темы и выполнение упражнений у доски;
- 2) тестовый контроль усвоения программного материала темы в письменной форме (10 мин);
- 3) выполнение лабораторных опытов, вписывание в протокол наблюдаемых признаков реакций, уравнений и выводов.  
Заполнив протокол, студент показывает пробирки с опытами преподавателю и отвечает на 1-2 вопроса к опытам (40 мин);
- 4) подведение итогов и задание к следующему занятию (5 мин).

## ЗАНЯТИЕ I

**Тема: Строение органических соединений и их классификация.**  
**Электронное строение химической связи.**

### 1. Вопросы для самоподготовки

1. Определение органической химии и её роль в текстильной и лёгкой промышленности.
2. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова и её развитие на современном этапе. Понятия: первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода.
3. Классификация органических соединений. Функциональная группа и строение углеродного скелета как классификационные признаки органических соединений. Основные классы органических соединений.
4. Номенклатура органических соединений: тривиальные или эмпирические названия; рациональная (радикально-функциональная) и заместительная (систематическая, международная, ИЮПАК) номенклатура.
5. Типы химических связей в органических соединениях: электровалентная, ковалентная, донорно-акцепторная, семиполярная и водородная связи. Понятие о гибридизации. Валентные состояния атома углерода. Ковалентные  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Строение одинарных (C-H, C-C, C-Cl), двойных (C=C, C=O, C=N) и тройных (C $\equiv$ C, C $\equiv$ N) связей, их основные характеристики (длина, энергия, полярность, поляризуемость, валентный угол).

6. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и способы его передачи. Индуктивный и мезомерный эффекты, условия их проявления, знаки эффектов функциональных групп. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
7. Классификация органических реакций (присоединение, замещение, отщепление, перегруппировка). Понятие о механизмах реакций – ионные (электрофильные и нуклеофильные) и свободнорадикальные. Строение промежуточных активных частиц (карбокатионов, карбанионов, свободных радикалов).

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении лабораторных опытов каждый студент **обязан соблюдать меры предосторожности при работе в химической лаборатории:**

1. Все лабораторные опыты проводить с малыми количествами химических веществ, строго соблюдая методику опыта, что снижает опасность работы.
2. Категорически запрещается пробовать любые химические вещества на вкус, брать их руками. Нюхать вещества нужно осторожно, направляя движением руки воздух от отверстия пробирки к носу.
3. Для опытов использовать только сухие чистые пробирки.
4. Нагревать пробирки следует постепенно, закрепив пробирку в держателе и держа её в наклонном положении. Не направлять отверстие пробирки на себя или в сторону соседа.
5. Все работы с концентрированными кислотами и щелочами проводить в вытяжном шкафу. Не допускать попадания их на кожу и слизистые оболочки во избежание ожога.
6. Опыты с легковоспламеняющимися и летучими жидкостями (эфир, бензол, высшие спирты, ацетон, этилацетат) проводить в вытяжном шкафу вдали от открытого огня и включенных электроплиток. Во избежание отравления не вдыхать пары летучих веществ.
7. Осторожно обращаться с токсичными веществами (бензол, толуол, фенол, анилин, бензальдегид, гидроксиламин). Не вдыхать их пары, избегать попадания на кожу.
8. Не выливать концентрированные кислоты, щелочи и реакционные смеси в раковину, собирать их в склянку для слива.
9. При несчастных случаях следует поставить в известность преподавателя, использовать аптечку первой помощи в лаборатории или обратиться к врачу.

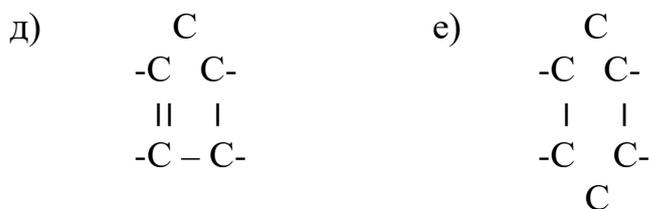
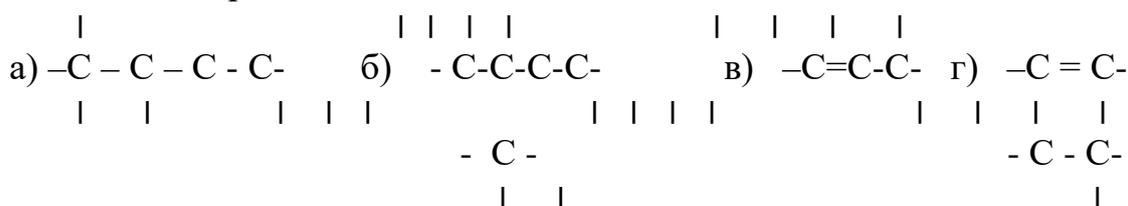
## 2. Вопросы для контроля самоподготовки

Строение, классификация и номенклатура органических соединений

1. Какие органические соединения называются углеводородами (УВ) и их производными?



2. Дайте определение понятия «углеродный скелет». Какие углеродные скелеты имеют органические соединения?

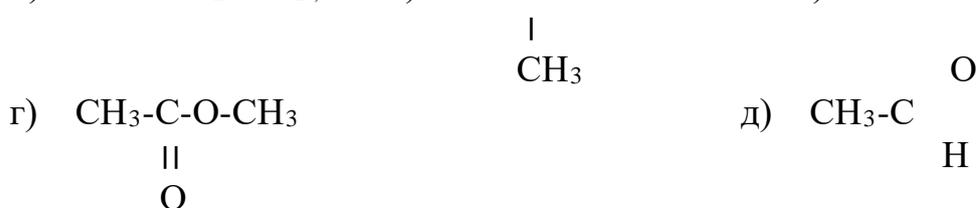


3. Дайте определение понятиям: ациклические, или алифатические и циклические углеводороды. Укажите, к какому классу ациклических и циклических соединений относятся УВ вопроса 2?

4. Дайте определение понятиям: насыщенные, ненасыщенные и ароматические УВ? Укажите, какие из УВ (п 2) являются насыщенными, ненасыщенными и ароматическими?

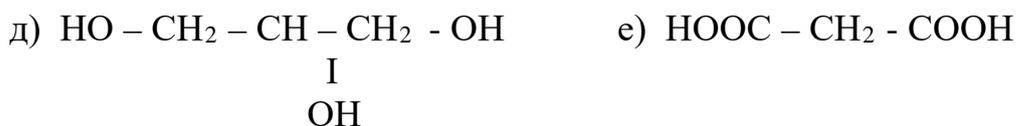
5. Дайте определение понятия первичный, вторичный, третичный и четвертичный атом углерода. Какие атомы углерода в структурах а, г и д вопроса 2?

6. Дайте определение понятия «функциональная группа». Назовите функциональную группу и укажите, к какому классу органических соединений относятся:



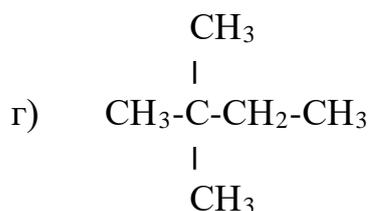
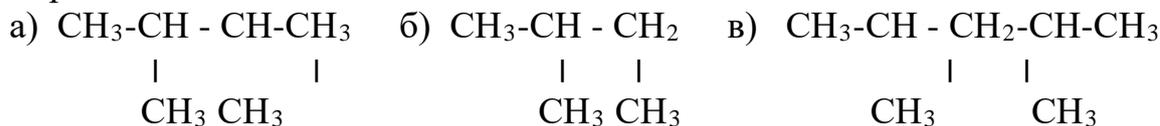
7. Дайте определение понятиям: моно-, поли- и гетерофункциональные соединения. Укажите, к каким из них относятся:





8. Дайте определение понятия «структурный изомер» и «структурная формула». Напишите структурные формулы изомеров и укажите, чем они отличаются: а)  $\text{C}_5\text{H}_{12}$       б)  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$       в)  $\text{C}_4\text{H}_8$

9. Исходя из структурных формул определите, какие из них являются изомерами и гомологами.

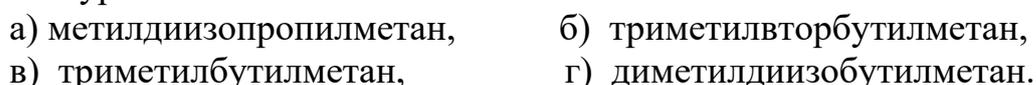


10. Дайте определение понятия «алифатический радикал». Какие алифатические радикалы называют первичными, вторичными, третичными?

Для  $\text{C}_5\text{H}_{11}$ - напишите радикалы: вторпентил, изопентил, третпентил.

11. По рациональной и заместительной номенклатуре назовите углеводороды из вопроса 9.

12. Запишите структурные формулы и назовите по заместительной номенклатуре:



## ЗАНЯТИЕ 2

### Тема: Алканы.

(Предельные или насыщенные углеводороды, парафины).

### Вопросы для самоподготовки

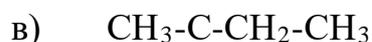
1. Предельные углеводороды, общая формула, гомологический ряд.
2. Изомерия. Понятие об алкильных радикалах.
3. Номенклатура: тривиальная (эмпирическая), рациональная и заместительная (систематическая, международная, ИЮПАК).
4. Способы получения алканов: переработка нефти и природного газа; гидрирование ненасыщенных углеводородов; восстановление галогеналкилов; синтез Вюрца; сплавление солей карбоновых кислот с гидроксидом натрия.



4. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия образующихся продуктов: а) бромирование 2-метилпропана; б) нитрование 2-метилбутана по Коновалову; в) дегидрирование пропана.

### Вариант 3

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам углеводороды и укажите, какие среди них будут изомерами?



2. Напишите структурные формулы алканов и укажите в их составе первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по заместительной номенклатуре: а) диметилпропилметан б) метилдиизопропилметан.
3. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия конечных продуктов: а) восстановление 2-метил-2-хлорбутана; б) реакция Вюрца для 2-хлорбутана; в) гидрирование пропена.
4. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия образующихся продуктов: а) крекинг нонана  $\rightarrow$   
 б) изобутан + конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\quad \quad \quad \text{h}\nu$   
 в) метан +  $\text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} \rightarrow$

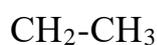
### Вариант 4

1. Напишите структурные формулы изомеров гептана, содержащие: а) два третичных атома углерода; б) третичный и четвертичный атомы углерода. Дайте им названия по рациональной и заместительной номенклатурам.
2. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по заместительной номенклатуре: а) метилэтилдиизопропилметан; б) диэтилвторбутилметан.

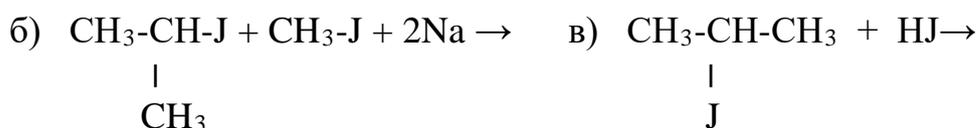
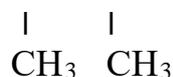
3. Напишите уравнения реакций получения метана: а) из соли карбоновой кислоты; б) из моногалогеналкила; в) из оксида углерода (II) и водорода.
4. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия образующихся продуктов: а) сульфохлорирование пропана; б) нитрование изобутана; в) гидрирование бутена-2.

### Вариант 5

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам углеводороды и укажите, какие среди них будут изомерами:  
а)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$     б)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$     в)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$



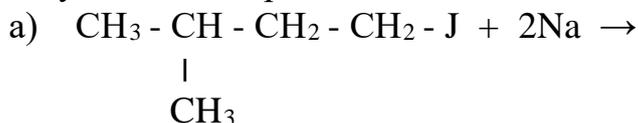
2. Напишите структурные формулы алканов и укажите в их составе первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите их по заместительной номенклатуре: а) триметилизопропилметан; б) диметилэтилтретбутилметан.
3. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия образующихся продуктов: а)  $\text{CH}_3\text{-CH} - \text{CH-CH}_2\text{-COONa} + \text{NaOH} \rightarrow$

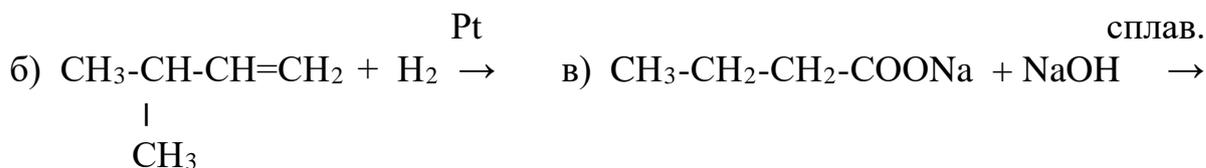


4. Напишите уравнения реакций и назовите образующиеся продукты: а) термический крекинг н-бутана; б) дегидрирование 2-метилбутана; в) нитрование пропана.

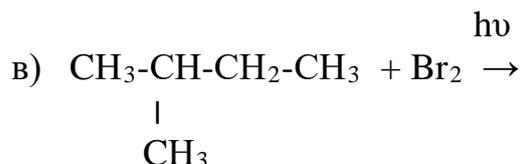
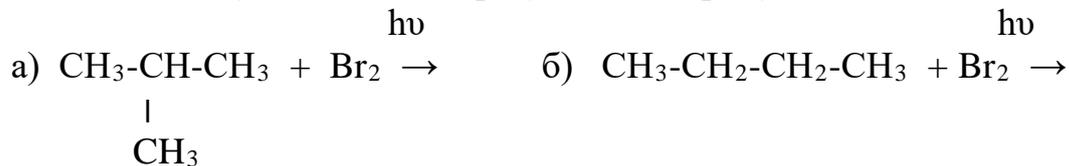
### Вариант 6

1. Напишите структурные формулы всех изомеров октана, содержащих два третичных и три третичных атома углерода. Назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам.
2. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по заместительной номенклатуре: а) тетраметилметан, б) диэтилзобутилметан.
3. Назовите реакции и укажите условия их протекания и названия образующихся продуктов:





4. Напишите уравнения реакций, укажите, какой атом водорода замещается легче и почему? Назовите образующиеся продукты:

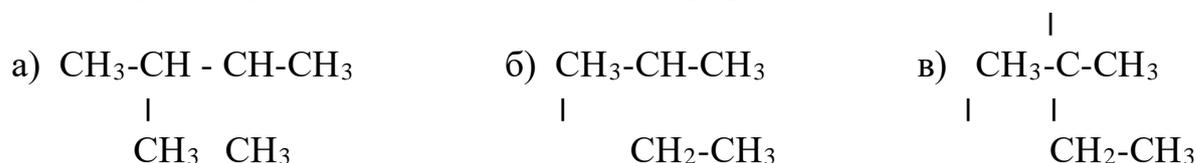


### Вариант 7

1. Напишите структурные формулы, назовите их по рациональной номенклатуре и укажите, какие среди них будут гомологами: а) 2,2,3-триметилпентан; б) 2,3-диметилпентан; в) 3,3-диметилпентан.
2. Напишите структурные формулы, назовите их по заместительной номенклатуре и укажите в их составе число вторичных атомов: а) триметил-изобутилметан; б) метилэтилвторбутилметан.
3. Напишите уравнения реакций и назовите исходные вещества, необходимые для получения тетраметилметана: а) восстановлением галогеналкила; б) реакцией Вюрца; в) сплавлением соли карбоновой кислоты с NaOH.
4. Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания для 2,3,3-триметилпентана. Укажите, какой атом водорода будет легче подвергаться замещению и почему? а) хлорирование; б) нитрование по Коновалову; в) сульфохлорирование.

### Вариант 8

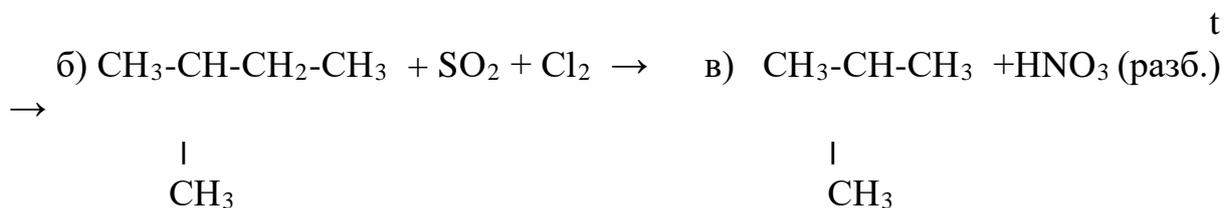
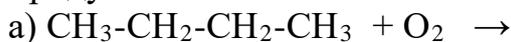
1. Назовите следующие соединения по рациональной и заместительной номенклатурам и укажите, какие среди них будут изомерами?



2. Напишите структурные формулы и укажите в их составе число первичных и вторичных атомов углерода. Назовите углеводороды по заместительной номенклатуре. а) триметилвторбутилметан; б) триэтилизопропилметан.
3. Напишите уравнения реакций и назовите алканы, которые получают: а) если на смесь бромистого этила и вторбутилбромида подействовать

металлическим натрием; б) на вторбутилбромид подействовать водородом; в) на изопропилхлорид подействовать водородом.

4. Напишите уравнения, укажите, как называются реакции и образующиеся продукты:

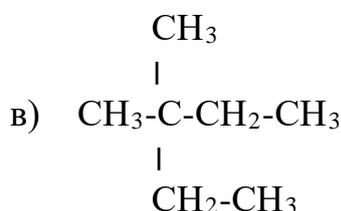
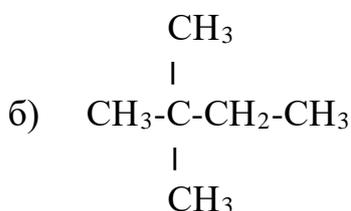


### Вариант 9

- Для углеводорода  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  запишите структурные формулы изомеров, содержащих: а) два четвертичных атома углерода; б) один четвертичный и один третичный атом углерода; в) два третичных атома углерода. Назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам.
- Напишите структурные формулы а) метилэтилпропилметан; б) диметилвторбутилметан и укажите, есть ли среди них гомологи? Назовите их по заместительной номенклатуре.
- Напишите уравнения и названия реакций получения н-бутана: а) из 1-йодбутана; б) из соли карбоновой кислоты; в) из этилхлорида.
- Напишите уравнения реакций полного хлорирования метана, назовите образующиеся продукты, и объясните механизм реакции замещения.

### Вариант 10

- Назовите соединения по рациональной и заместительной номенклатурам, укажите, есть ли среди них изомеры и какие? а)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$



- Дайте определение понятия «алкил». Напишите для изопентана структурные формулы алкилов: а) первичного; б) вторичного; в) третичного. Напишите структурную формулу триметилизопентилметана и назовите по заместительной номенклатуре.
- Напишите уравнения реакций и укажите условия получения 2,2-диметилпентана: а) из алкена; б) из соли карбоновой кислоты; в) по реакции Вюрца.

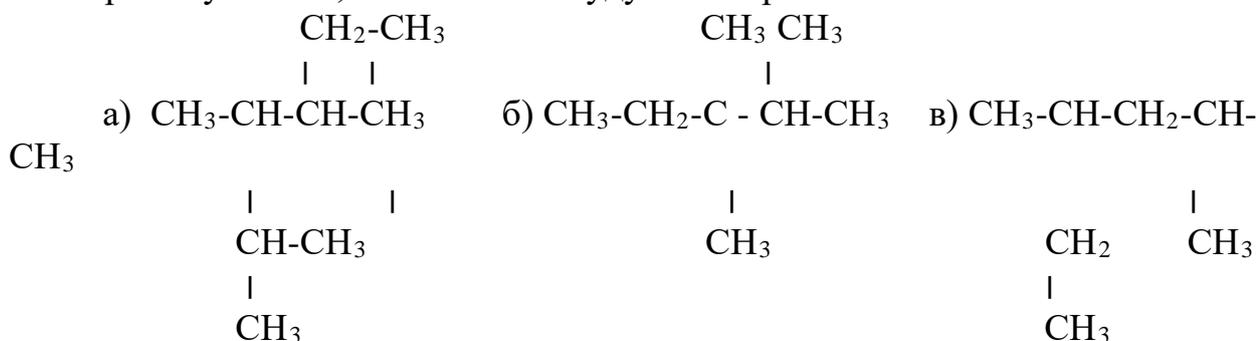
4. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и назовите образующиеся продукты: а) сульфирование бутана; б) нитрование изопентана по Коновалову; в) хлорирование этана.

### Вариант 11

1. Напишите структурные формулы соединений, назовите их по рациональной номенклатуре и укажите, какие из них будут изомерами: а) 2,2-диметилгексан; б) 3,3-диметилпентан; в) 2,2,3-триметилпентан?
2. Напишите структурные формулы соединений: а) метилэтилтретбутилметан; б) диметилизопропилвторбутилметан и укажите, сколько третичных атомов углерода в их структуре? Назовите углеводороды по заместительной номенклатуре.
3. Напишите уравнения реакций, укажите условия получения бутана из: а) этилхлорида; б) бутилбромида; в) 1-бутена.
4. Из метана получите этан и запишите для него уравнения реакций: а) взаимодействия с разб.  $\text{HNO}_3$  (по Коновалову); б) дегидрирования.

### Вариант 12

1. Назовите углеводороды по рациональной и заместительной номенклатуре и укажите, какие из них будут изомеры:



2. Напишите структурные формулы изомеров и назовите их по заместительной номенклатуре: а) триметилизопропилметан; б) диметилпропилтретбутилметан.
3. Напишите уравнения реакций и назовите образующиеся продукты:
  - а) 2,2-диметилпропан +  $\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu, t}$
  - б) 2,2,3 – триметилбутан +  $\text{HNO}_3$  разб.  $\xrightarrow{t}$
  - в) 2-метилбутан +  $\text{O}_2$  (воздух)  $\rightarrow$
4. Осуществите превращения согласно схеме:



н-бутилбромид  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  В  $\rightarrow$  бутан.

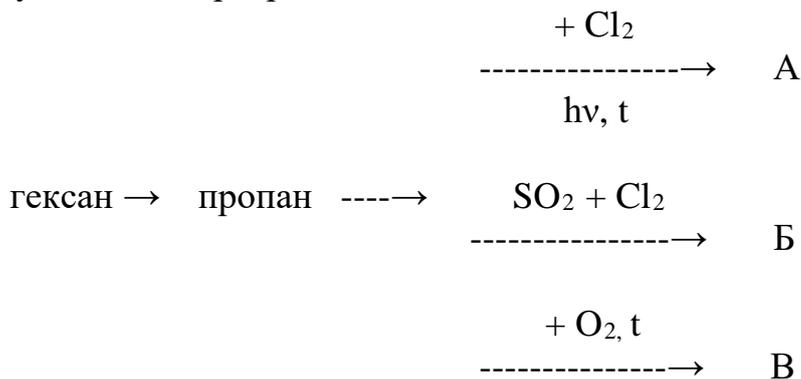
### Вариант 13

- Для углерода  $C_{10}H_{22}$  запишите структурные формулы изомеров, содержащих: а) два третичных и один четвертичный атомы углерода; б) два четвертичных атома углерода. Назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам.
- Напишите структурные формулы углеводородов и назовите их по заместительной номенклатуре: а) диметилизопропилизобутилметан; б) диэтил-вторбутилметан.
- Напишите уравнения реакций и назовите алканы, которые получаются:
  - при восстановлении 2-хлорбутана;
  - при сплавлении  $CH_3-CH-COONa$  с  $NaOH$ ;



в) при гидрировании ацетилена.

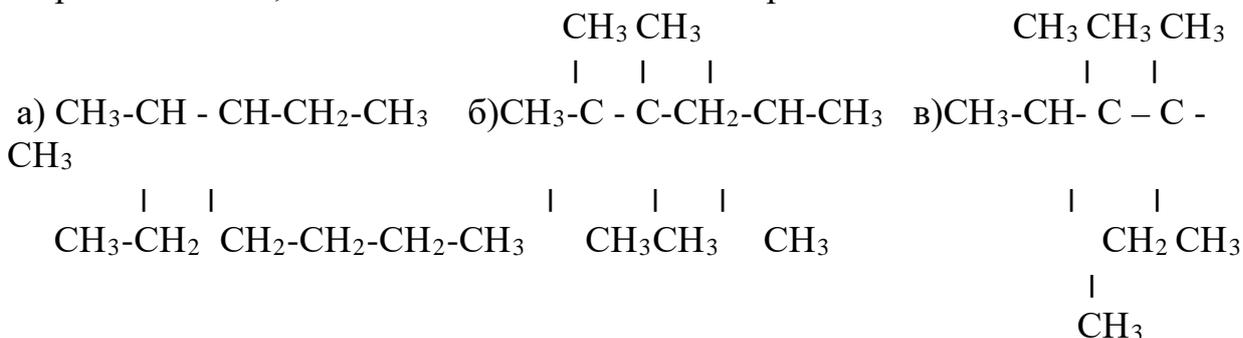
- Осуществите превращения согласно схеме:



Назовите конечные продукты.

### Вариант 14

- Назовите углеводороды по рациональной и заместительной номенклатурам. Укажите, все ли из них являются изомерами?



2. Напишите структурные формулы углеводов и назовите их по заместительной номенклатуре:  
 а) диметилбутилметан; б) диэтилизобутилметан.
3. Назовите конечный продукт, который образуется согласно схеме превращений:  

$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COONa} \xrightarrow{+\text{NaOH}} \text{A} \xrightarrow{+\text{Br}_2} \text{B} \xrightarrow{+2\text{Na}} \text{C}$$
4. Напишите уравнения реакций и укажите, какой атом водорода замещается легче и почему? Назовите образующиеся продукты.
- а) изобутан + Br<sub>2</sub>  $\xrightarrow{h\nu, t}$
- б) пентан + SO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub>  $\xrightarrow{h\nu, t}$
- в) 2,2-диметилпропан + HNO<sub>3</sub> (разб.)  $\xrightarrow{t}$

## Лабораторная работа №1

### Получение и реакционная способность алканов

#### Опыт 1. Получение метана сплавлением ацетата натрия со щёлочью и изучение его свойств: горение, бромирование, окисление.

В сухую пробирку поместите на высоту 1 см приготовленную смесь ацетата натрия (CH<sub>3</sub>COONa) и натронной извести (NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub>). Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 1 мл 0,31% раствора KMnO<sub>4</sub>, в другую 1 мл 3,4% раствора бромной воды (Br<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>O)).

Пробирку со смесью закрепите в пробиркодержателе в горизонтальном положении, прогрейте её на спиртовке, а затем нагревайте. Конец газоотводной трубки поместите поочерёдно в пробирку с раствором KMnO<sub>4</sub>, а затем с раствором бромной воды. Наблюдается выделение пузырьков газа. При этом розовый раствор KMnO<sub>4</sub> и жёлтый раствор бромной воды не обесцвечиваются. Конец газоотводной трубки осушите фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ у отверстия газоотводной трубки. Обратите внимание, что метан горит несветящимся пламенем.

#### Техника безопасности

1. При нагревании пробирки не касайтесь фитиля спиртовки.

2. Прежде чем окончить нагревание смеси, необходимо вынуть конец газоотводной трубки из раствора, иначе засосёт раствор в пробирку с реакционной смесью и пробирка треснет.

**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции получения метана нагреванием ацетата натрия с гидроксидом натрия.
2. Напишите уравнение горения метана. Сделайте вывод о реакционной способности метана.

**Опыт № 2. Бромирование и окисление гомологов метана**

В 1 пробирку налейте 0,5 мл раствора бромной воды, во 2 – столько же раствора  $\text{KMnO}_4$ , затем в каждую пробирку прибавьте по 2-3 капли гексана и встряхните.

**Вопросы:**

1. Исчезает ли окраска, обусловленная бромом и  $\text{KMnO}_4$ .
2. Сделайте вывод о реакционной способности алканов.

**ЗАНЯТИЕ 3****Тема: «Алкены»**

(Этиленовые углеводороды, олефины)

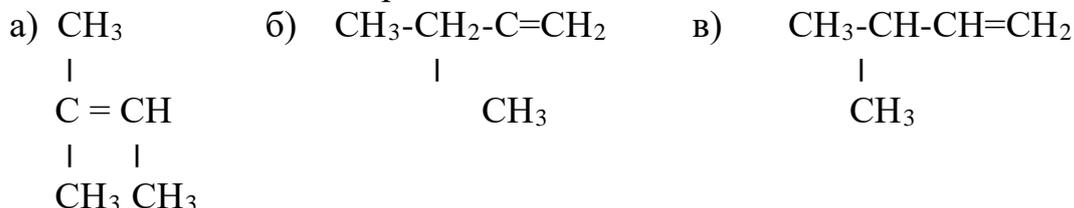
**Вопросы для самоподготовки**

1. Этиленовые углеводороды (алкены). Общая формула. Гомологический ряд.
2. Изомерия: структурная (по строению углеродной цепи и положению двойной связи); пространственная (цис- и транс- изомерия). Номенклатура: заместительная, рациональная и эмпирическая. Радикалы: винил, аллил.
3. Способы получения: дегидрирование алканов, дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование галогеналкилов, крекинг нефти, неполное гидрирование алкинов.
4. Физические и химические свойства алкенов. Природа и характеристика  $\pi$ -связи, её реакционная способность. Реакции присоединения: водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, хлорноватистой кислоты. Правило Марковникова. Электрофильный механизм присоединения. Окисление этиленовых углеводородов в мягких и жестких условиях, кислородом воздуха. Реакции полимеризации.
5. Применение этилена и продуктов полимеризации в народном хозяйстве.

## Индивидуальные задания для самоконтроля

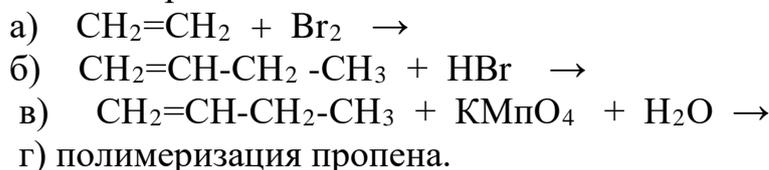
### Вариант 1

1. Среди приведенных структур укажите изомеры по положению кратной связи и назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам:

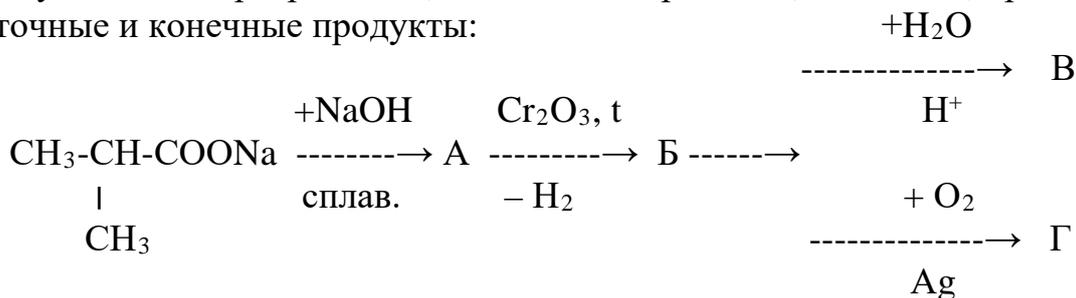


2. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия продуктов реакции: а) дегидрирование 2-метилбутана; б) дегидратация бутанола-1; в) дегидробромирование 2-бромбутана.

3. Напишите уравнения реакций, объясните направление присоединения и механизм реакции:



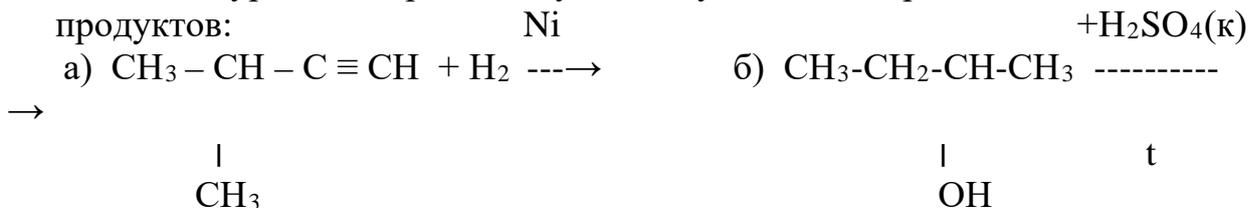
4. Осуществите превращения, назовите тип реакции, исходные, промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 2

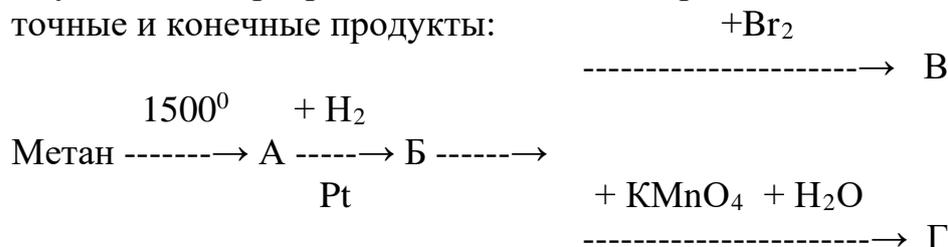
1. Напишите структурные формулы, назовите их по заместительной номенклатуре и укажите, какие из них являются изомерами по строению углеродного скелета: а) изобутилэтилен; б) тетраметилэтилен; в) метил-изопропилэтилен.

2. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия продуктов:





3. Напишите уравнения реакций и объясните механизм электрофильного присоединения: а) бромводорода к 2-метилбутен-1; б) воды к этилену в присутствии конц.  $H_2SO_4$ ; в) окисление пентен-2 раствором  $KMnO_4$ ; г) полимеризация изобутилена.
4. Осуществите превращения, назовите тип реакции, исходные, промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 3

1. Напишите структурные формулы, назовите их по рациональной номенклатуре и укажите, какие из них будут иметь пространственные изомеры: а) 2-метилпентен-1; б) пентен-2; в) 4-метилгексен-2.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить изобутилен: а) из спирта; б) из алкана; в) из вицинального дибромалкана.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а)  $CH_2 = CH - CH_3 + Br_2 \rightarrow$  б)  $CH_2 = C - CH_2 - CH_3 + HOCl \rightarrow$



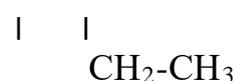
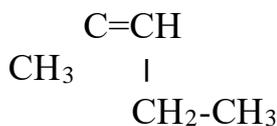
- в) окисление бутен-1 кислородом воздуха в присутствии серебряного катализатора;
- г) полимеризация пропена.

4. Осуществите превращения, назовите тип реакции, исходные, промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 4

1. Дайте названия приведенным структурным формулам по рациональной и заместительной номенклатурам. Укажите, есть ли среди них гомологи? а)  $CH_3$  б)  $CH_3 - C = C - CH_3$  в)  $CH_3 - CH = C - CH_3$



2. Напишите уравнения реакций получения алкенов, укажите названия реакции и условия их проведения: а) бутен-1 из моногалогеналкила;

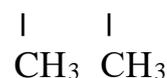
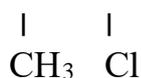
- б) пропен из гексана; в) 2-метилбутен-2 из спирта.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а) пропен + Br<sub>2</sub> →  
 б) 3-метилбутен-1 + HBr → в) полимеризация бутен-1.
4. Осуществите превращения, назовите тип реакции, условия их проведения: пропан → пропен → 1,2-дибромпропан → пропен → гликоль.

### Вариант 5

1. Дайте определения понятия «цис-, транс- изомеры». Напишите структурные формулы цис-, транс- изомеров для соединений:  
 а) CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> б) CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>  
 в) CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>3</sub>
2. Напишите уравнения реакций получения 2-метилбутен-2 из соответствующего: а) алкана; б) вицинального дигалогеналкана; в) моногалоген-алкила.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а) гидратация 2-метилбутен-2; б) гидрирование 2,3-диметилбутен-2; в) окисление пентен-2 водным раствором KMnO<sub>4</sub> (по Вагнеру).
4. Осуществите превращение согласно схеме, укажите тип реакции и условия протекания:  
 октан → бутан → бутен-2 → 2,3-дибромбутан → уксусная кислота.

### Вариант 6

1. Напишите структурные формулы, назовите их по заместительной номенклатуре и укажите, какие из них будут иметь пространственные изомеры. Напишите их и укажите конфигурацию изомера: а) триметилэтилен; б) диметилэтилэтилен; в) метилизопропилэтилен.
2. Напишите уравнения реакций получения алкена из следующих соединений: а) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH

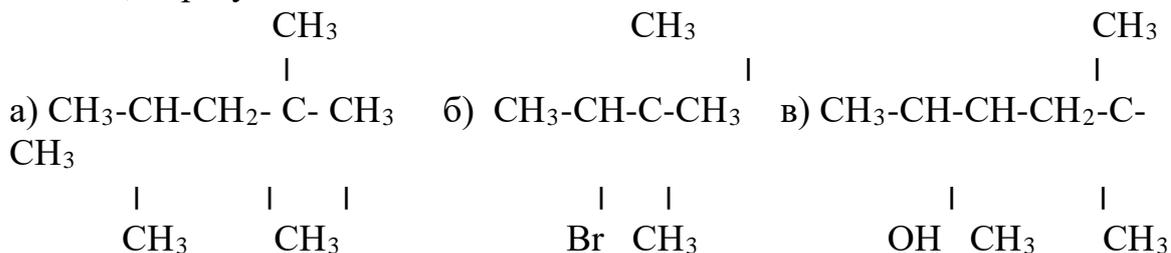


Назовите полученные алкены.

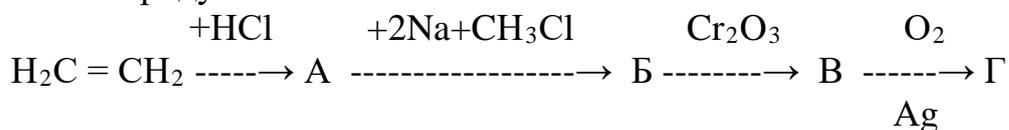
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а) CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + HOCl →  
 б) CH<sub>3</sub>-C=C-CH<sub>3</sub> + Br<sub>2</sub> → в) CH<sub>3</sub>-C=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> + HBr →



2. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и назовите алкены, образующиеся из соединений:

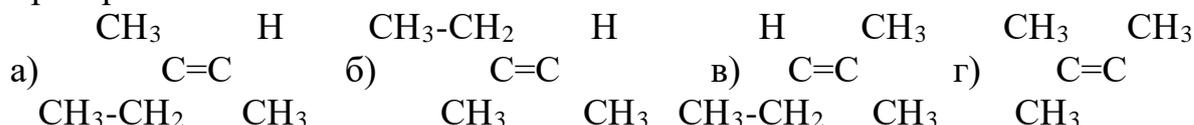


3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а) бромирование 2,3-диметилпентен-2; б) гидратация этена; в) гидрохлорирование 3-метилбутен-1.
4. Осуществите превращения, назовите тип реакции, промежуточные и конечные продукты:



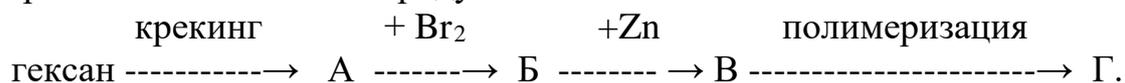
### Вариант 9

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатуре приведенные соединения. Укажите, какие из изомеров будут структурными, а какие – пространственными:



CH<sub>3</sub>

2. Напишите уравнения реакций, их названия и условия получения: а) 2-метилпропена из спирта; б) бутен-1 из алкина; в) бутен-2 из 2-иодбутана.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и электрофильный механизм присоединения к бутен-1 следующих веществ: а) H<sub>2</sub>O в кислой среде; б) HBr; в) KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O.
4. Осуществите превращения согласно схеме, укажите тип реакции, условия протекания и названия продуктов:



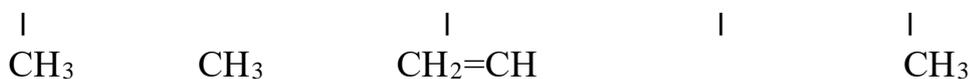
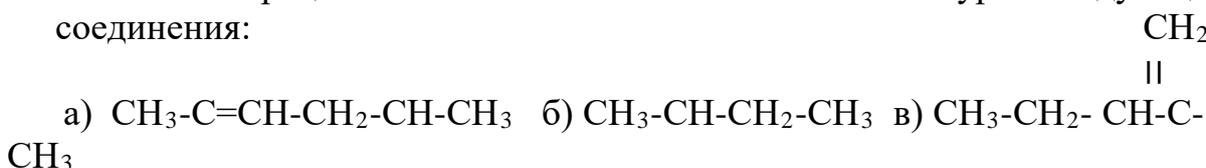
### Вариант 10

1. Напишите структурные формулы изомеров гексена, отличающихся строением углеродного скелета. Назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам.

2. Напишите уравнения реакций получения алкенов из следующих соединений: а) пентана; б) 2-йодбутана; в) этилового спирта.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения: а) этен + HBr → б) пропен + HOCl → в) полимеризация бутен-1.
4. Осуществите превращения согласно схеме, укажите тип реакции и условия протекания: ацетилен → этилен → этилбромид → бутан → бутен-2.

### Вариант 11

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие соединения:



2. Напишите уравнения реакций получения пентен-1: а) из спирта; б) из дибромалкена; в) крекингом алкана. Назовите исходные соединения, укажите условия реакций.
3. Напишите уравнения реакций и объясните механизм электрофильного присоединения к изобутилену следующих реагентов: а) HJ; б) H<sub>2</sub>O; в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
4. Осуществите следующие превращения согласно схеме, укажите названия и условия протекания реакции: 1-бром-2-метилбутан → 2-метилбутен-1 → 2-метилбутан → 2-метил-2-хлорбутан → 2-метилбутен-2.

### Вариант 12

1. Напишите структурные формулы соединений, назовите их по рациональной номенклатуре и укажите, изомерами или гомологами они являются: а) 3,4-диметилгексен-3; б) 2,3,5-триметилгексен-2; в) 2,2,5,5-тетраметилгексен-3.
  2. Какими реакциями и какие алкены можно получить, исходя из следующих соединений: а)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  б)  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  в)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$  г)  $\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3$
- $\begin{array}{ccccccc} & & & & & & | \\ & & & & & & \text{CH}_3 \\ & & & & & & | \\ & & & & & & \text{CH}_3 \end{array}$
- $\begin{array}{ccccccc} & | & | & | & & | & | \\ & \text{CH}_3 & & \text{Cl} & & \text{Br} & \text{Br} & \text{CH}_3 \end{array}$
3. Напишите уравнения реакций и назовите образующиеся продукты: а) окисление 2-пентена KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O; б) электрофильного присоединения H<sub>2</sub>O к третбутилэтилену; в) полимеризации пропена.
  4. Осуществите превращения согласно схеме:



2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие продукты должны образоваться: а) при действии спиртового раствора KOH на 2-бромпентан; б) при дегидратации бутанол-2; в) при дегидрировании бутана.
3. Напишите уравнения реакций, объясните направление и механизм электрофильного присоединения к этилэтилену: а) HBr; б) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; в) HOCl.
4. Осуществите превращения согласно схеме, назовите образующиеся продукты:
 
$$\begin{array}{ccccccc}
 & & t & & \text{HBr} & & \text{KOH} & & \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \\
 \text{3-метилбутанол-1} & \xrightarrow{\text{к. H}_2\text{SO}_4} & \text{А} & \xrightarrow{\text{спир. р., t}} & \text{Б} & \xrightarrow{\text{спир. р., t}} & \text{В} & \xrightarrow{\text{спир. р., t}} & \text{Г}
 \end{array}$$

## Лабораторная работа № 2

### Получение и реакционная способность алкенов

#### Опыт 1. Получение этилена дегидратацией этилового спирта. Изучение свойств этилена: бромирование, окисление, горение.

В сухую пробирку налейте 3 мл серновинной кислоты, состоящей из равных количеств этилового спирта (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) и серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Бросьте 2-3 кипячительных камешка (для равномерного кипения реакционной смеси), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 1мл 3,4% раствора бромной воды, во вторую 1мл 0,31% раствора KMnO<sub>4</sub> и 2 мл H<sub>2</sub>O (разбавьте раствор). Пробирку с реакционной смесью закрепите в пробиркодержателе, прогрейте, а затем осторожно нагревайте.

Конец газоотводной трубки опустите в первую пробирку с бромной водой, а после обесцвечивания жёлтого раствора, опустите во вторую пробирку с раствором KMnO<sub>4</sub> и пропускайте этилен до изменения окраски раствора. Осушите конец газоотводной трубки фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ.

### Техника безопасности

1. Опыт проводите в вытяжном шкафу.
2. Нагревайте осторожно пробирку с реакционной смесью.
3. Отверстие пробирки с газоотводной трубкой при нагревании должно быть направлено от себя и от окружающих.

### Вопросы:

1. Напишите схему реакции внутримолекулярной дегидратации этилового спирта в присутствии концентрированной серной кислоты.
2. Напишите схему реакции бромирования этилена. Укажите тип реакции.
3. Почему реакция бромирования используется как качественная проба для обнаружения кратной связи между атомами углерода?
4. Напишите схему реакции окисления этилена раствором  $\text{KMnO}_4$ .
5. С учётом внешнего признака реакции окисления по Вагнеру (с раствором  $\text{KMnO}_4$ ) в нейтральной среде укажите, как изменяется степень окисления марганца при восстановлении  $\text{KMnO}_4$  до  $\text{MnO}_2$ .
6. Напишите схему реакции горения этилена.

**Опыт № 2. Бромирование и окисление ненасыщенных соединений.  
Качественные реакции на кратную связь.**

В первую пробирку налейте 1 мл 3,4% раствора бромной воды, во вторую – 1 мл 0,31% раствора  $\text{KMnO}_4$  и 2 мл  $\text{H}_2\text{O}$ . Затем в каждую пробирку добавьте 3-4 капли скипидара, встряхните содержимое пробирок. Скипидар содержит ненасыщенный углеводород  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$  - пинен.

**Вопросы:**

1. Напишите схемы реакций бромирования и окисления по Вагнеру (раствором  $\text{KMnO}_4$ ) ненасыщенного соединения общей формулой  $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$ .
2. Какой структурный фрагмент в молекуле органического соединения можно обнаружить при обесцвечивании жёлтого раствора бромной воды и изменении цвета розового раствора  $\text{KMnO}_4$  с выпадением бурого осадка  $\text{MnO}_2$ ?
3. Укажите внешние признаки качественных реакций на кратную связь.

## ЗАНЯТИЕ 4

**Тема: «Алкадиены»**  
(диеновые углеводороды)

### Вопросы для самоподготовки

1. Алкадиены. Общая формула. Типы алкадиенов: кумулированные, сопряженные и изолированные. Простейшие представители алкадиенов, их тривиальные названия и по правилам заместительной номенклатуры.
2. Природа и взаимное расположение  $\pi$ -связей в молекулах алкадиенов. Понятие о сопряжении. Характеристика химической связи в сопряженной системе алкадиенов.

3. Реакции присоединения алкадиенов. Особенности свойств сопряженных алкадиенов.
4. Полимеризация дивинила, изопрена и хлоропрена линейная и разветвленная. Образование цис- и транс изомеров. Понятие о сополимеризации.
5. Натуральный и синтетический каучуки, их эластические свойства и применение в промышленности.

### Индивидуальные задания для самоконтроля

#### Вариант 1

1. Укажите, в каком валентном состоянии находятся атомы углерода в соединении  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH}_2$ . Назовите углеводород по заместительной номенклатуре и укажите, к какому классу алкадиенов он принадлежит?
2. Напишите уравнения реакций присоединения 1 моль  $\text{HBr}$ : а) к бутадие-ну-1,2; б) к бутадие-ну -1,3. В чем заключаются отличия этих реакций?
3. Какое химическое строение имеет натуральный каучук? Запишите его структурную формулу и укажите порядок присоединения звеньев.

#### Вариант 2

1. Для углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  запишите структурные формулы изомеров с неразветвленным углеродным скелетом, принадлежащих к различным классам алкадиенов и назовите их по заместительной номенклатуре.
2. Напишите уравнения реакций присоединения и укажите их отличие:  
а) пентадиен-1,4 +  $\text{H}_2$  (1 моль)  $\rightarrow$  б) пентадиен-1,3 +  $\text{Br}_2$  (1 моль)  $\rightarrow$
3. Напишите уравнение реакции полимеризации бутадие-на-1,3, укажите, какими свойствами обладают продукты реакции и с чем это связано?

#### Вариант 3

1. Напишите структурные формулы изомеров, укажите, к какому классу алкадиенов они принадлежат: а) 4-метилпентадиен-1,2; б) 3-метилпентадиен-1,4; в) 2-метилпентадиен-1,4.
  2. Напишите уравнения реакций присоединения 1 моль  $\text{Br}_2$  к соединениям:  

$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
---	---
- Назовите продукты реакций.
3. Напишите уравнение реакции 1,4-полимеризации пентадиена-1,3 и назовите продукт реакции.

#### Вариант 4

1. Назовите по заместительной номенклатуре и укажите, к какому классу алкадиенов принадлежат соединения:
  - а)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
  - б)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3$
  - в)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
2. Напишите уравнения реакций присоединения 1 моль  $\text{HBr}$ : а) к пентадиену -1,4; б) к пентадиену-1,3. В чем отличие этих реакций? Назовите образующиеся соединения.
3. Напишите уравнение реакции 1,2-полимеризации бутадиена-1,3. Назовите продукт реакции.

#### Вариант 5

1. Укажите, в каком валентном состоянии находятся атомы углерода в соединении  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3$ . Назовите углеводород по заместительной номенклатуре и укажите, к какому классу алкадиенов он принадлежит?
2. Напишите уравнения реакций присоединения 1 моль  $\text{Br}_2$ :
  - а) к  $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH}_2$ ; б) к  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ .
 Назовите продукты реакций и укажите, с чем связано отличие реакций присоединения?
3. Напишите уравнение реакции сополимеризации бутадиена-1,3 и стирола ( $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} = \text{CH}_2$ ). Назовите продукт реакции и укажите его применение.

#### Вариант 6

1. Для углеводорода  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  запишите структурные формулы изомеров с разветвленным углеродным скелетом, принадлежащих к различным классам алкадиенов и назовите их по заместительной номенклатуре.
2. Напишите уравнения реакций. Назовите продукты и укажите, с чем связаны отличия этих реакций?
  - а)  $2\text{-метилгексадиен-1,4} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}}$
  - б)  $2\text{-метилгексадиен-1,3} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}}$
3. Напишите уравнение реакции 1,4-полимеризации изопрена с образованием транс-конфигурации полимера. Какими свойствами отличается полимер от натурального каучука?

#### Вариант 7

1. Напишите структурные формулы соединений: а) бутадиен-1,2; б) бутадиен-1,3; в) пентадиен-1,3. Укажите, какие из них будут иметь эффект сопряжения и в чем он заключается?
2. Напишите уравнения реакций и названия продуктов:

а) бутадиен-1,3 + Br<sub>2</sub> (1 моль) →

б) 2-метилгексадиен-1,4 + HCl (1 моль) →

3. Напишите уравнение 1,4-полимеризации бутадиена-1,3 с образованием цис-полибутадиена. Какими свойствами обладает полимер и где находит применение?

### Вариант 8

1. Назовите по заместительной номенклатуре и укажите, к какому классу алкадиенов принадлежат соединения:

а)  $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$    б)  $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3$    в)  $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$



2. Напишите уравнения реакций и назовите продукты:

а) 2,3-диметилпентадиен-1,3 + HBr (1 моль) →

б) пентадиен-1,4 + Br<sub>2</sub> (2 моль) →

3. Напишите уравнение реакции полимеризации пентадиена-1,4.

### Вариант 9

1. Напишите структурные формулы углеводородов C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>, принадлежащих к разным классам алкадиенов, назовите их по заместительной номенклатуре?

2. Напишите уравнения реакций и названия продуктов:

а) 2,3-диметилбутадиен-1,3 + Br<sub>2</sub> (1 моль) →

б) 2,3-диметилпентадиен-1,4 + HBr (1 моль) →

3. Напишите уравнение 1,4-полимеризации бутадиена-1,3 с образованием транс-полибутадиена.

### Вариант 10

1. Укажите, в каком валентном состоянии находятся атомы углерода в молекуле изопрена, назовите его по заместительной номенклатуре и укажите, к какому классу алкадиенов он относится.

2. Напишите уравнения реакций, назовите продукты и укажите, с чем связаны отличия в присоединении:

а) 2,3-диметилгептадиен-2,6 + Br<sub>2</sub> (1 моль) →

б) 2,3-диметилпентадиен-1,3 + Br<sub>2</sub> (1 моль) →

3. Напишите уравнение реакции 1,4-полимеризации изопрена с образованием цис-конфигурации полимера. Укажите, какими свойствами обладает натуральный каучук?

### Вариант 11

1. Напишите структурные формулы соединений: а) пропadiен; б) 2-метилбутадиен-1,3; в) 2-хлорбутадиен-1,3; г) бутадиен-1,3. Дайте им тривиальные названия и укажите, к какому классу алкадиенов они относятся.

2. Напишите уравнения реакций для гексадиена-1,3: а) с 1 моль HBr;

б) с 2 моль H<sub>2</sub>



## Вариант 14

1. Какова общая формула гомологического ряда диеновых углеводородов? На примере углеводорода  $C_4H_6$  покажите причины изомерии диенов. Назовите эти соединения по заместительной номенклатуре.
2. Образование каких дибромпроизводных возможно при действии одной молекулы брома: а) на изопрен; б) на 2,3-диметилбутадиен-1,3. Запишите схемы реакций и объясните, в какие положения прошло присоединение. Назовите образовавшиеся продукты.
3. Напишите схему сополимеризации бутадиена-1,3 с акрилонитрилом ( $CH_2=CH-CN$ ). Каково практическое значение этой реакции?

## ЗАНЯТИЕ 5

### **Тема: Ацетиленовые углеводороды (алкины)**

#### **Вопросы для самоподготовки**

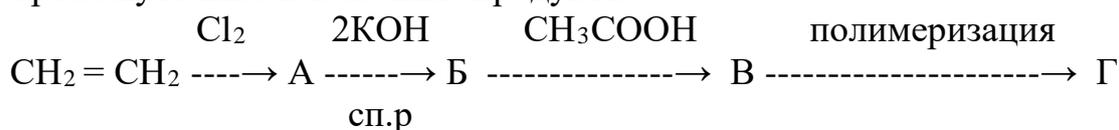
1. Ацетиленовые углеводороды (алкины). Общая формула. Гомологический ряд.
2. Изомерия, номенклатура.
3. Способы получения ацетилена (из карбида кальция, из метана) и гомологов ацетилена (из дигалогеналканов и ацетиленидов).
4. Физические и химические свойства. Природа тройной связи и её реакционная способность. Реакции присоединения: водорода, галогенов, галогенводородов, воды (реакция Кучерова), синильной кислоты, спирта и карбоновых кислот. Реакции замещения атомов водорода при углероде с тройной связью (кислотные свойства). Окисление ацетилена и его гомологов.
5. Применение ацетилена и продуктов полимеризации его производных в промышленности.

#### **Индивидуальные задания для самоконтроля**

##### Вариант 1

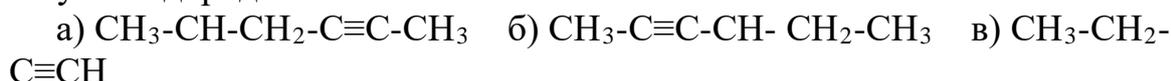
1. Напишите структурные формулы изомерных алкинов состава  $C_5H_8$  и дайте им названия по рациональной и заместительной номенклатурам.
2. Напишите уравнения реакций и укажите условия получения 2-пентина из: а) ацетилена; б) алкена; в) дигалогенпроизводного.
3. Напишите уравнения реакций: а) пропина с 2 моль брома; б) 2-пентина с водой; в) ацетилена с пропионовой кислотой  $CH_3-CH_2-COOH$ .

4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



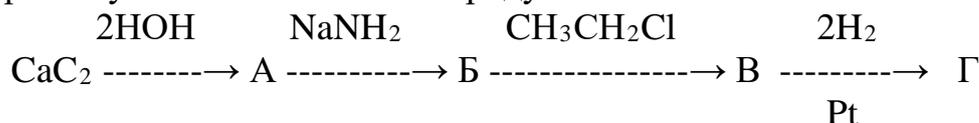
### Вариант 2

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:



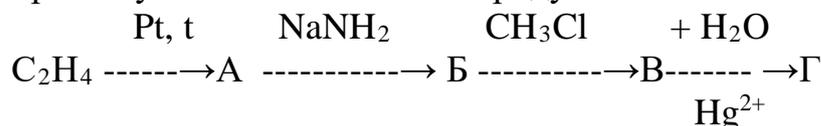
Укажите, какие из них будут изомерами.

2. Какие ацетиленовые углеводороды могут быть получены из: а) 2,3-дибромбутана; б)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHCl}_2$ ; в) 1-бутена?  
 3. Напишите уравнения реакций 2-пентина: а) с бромоводородом (2 моль); б) с уксусной кислотой  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ; в) гидрирования.  
 4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



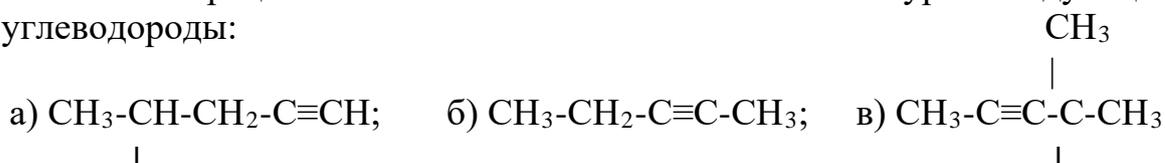
### Вариант 3

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) этилизопропилацетилен; б) 2-метил-3-гексин; в) третбутилацетилен.  
 2. Получите ацетилен 3 способами: а) из карбида кальция; б) из метана; в) из дигалогеналкана.  
 3. Напишите для 3,3-диметил-1-пентина уравнения реакций: а) с метиловым спиртом; б) с уксусной кислотой; в) с аммиачным раствором оксида серебра  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ .  
 4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 4

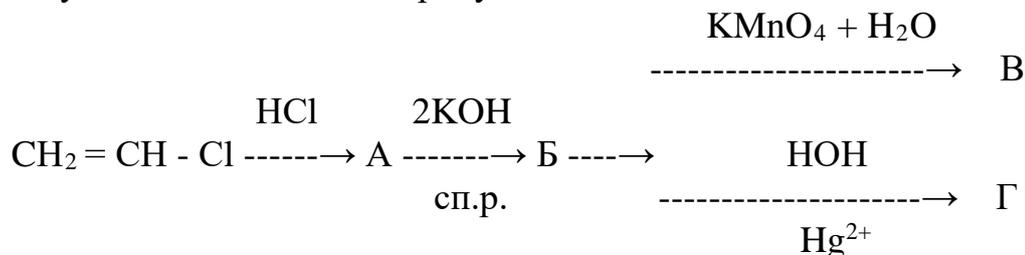
1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:





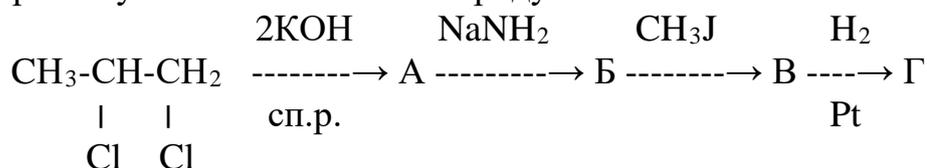
Укажите, изомерами или гомологами они являются.

- Получите 2-бутин тремя способами: а) из ацетилена; б) из алкена; в) из дигалогеналкана.
- Напишите уравнения реакций: а) тримеризации ацетилена; б) гидратации пропина; в) бромирования 2-бутина.
- Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



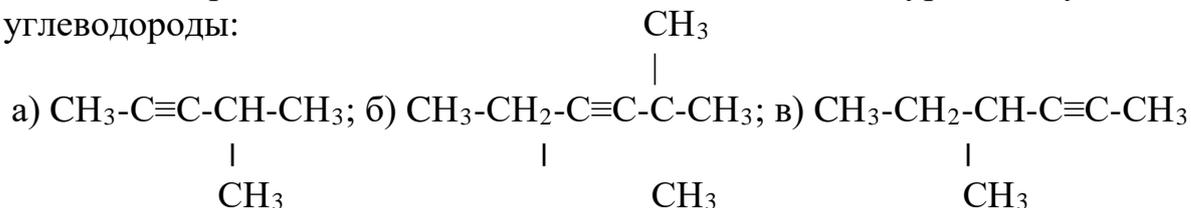
### Вариант 5

- Напишите структурные формулы следующих углеводородов и дайте названия по другой номенклатуре: а) метилбутилацетилен; б) 4-метил-2-гексин; в) диизопропилацетилен.
- Напишите уравнения реакций получения изопропилацетилена: а) из ацетилена; б) из алкена; в) из дигалогенпроизводного.
- Напишите уравнения реакций: а) димеризации ацетилена; б) гидратации этилацетилена; в) окисления ацетилена водным раствором  $\text{KMnO}_4$ .
- Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 6

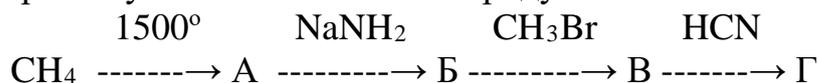
- Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:



Укажите, есть ли среди них изомеры? Если есть, то, какие?

- Получите 1-бутин: а) из дигалогеналкана; б) из ацетилена; в) из алкена.
- Напишите уравнения реакций: а) как из ацетилена можно получить акрилонитрил; б) бромирование пропина по стадиям; в) бутин-1 с 1 моль  $\text{H}_2$ .

4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 7

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) этилизопропилацетилен; б) 5-метил-2-гексин; в) вторбутилацетилен.
2. Получите вторбутилацетилен: а) из алкена; б) из дигалогенпроизводного; в) из ацетилена.
3. Напишите для 3-метил-1-бутина уравнения реакций: а) с водой; б) с уксусной кислотой; в) с аммиачным раствором оксида серебра  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ .
4. Действием каких реагентов можно осуществить следующие превращения:  
 $\text{этан} \rightarrow \text{этен} \rightarrow \text{этин} \rightarrow$   
 $\rightarrow$  ацетиленид серебра  
 $\rightarrow$  тетрабромэтан

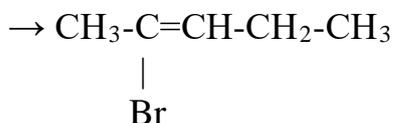
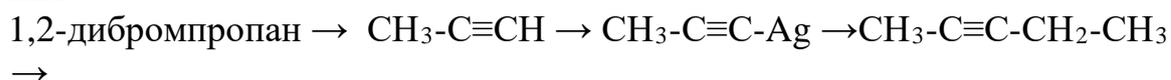
### Вариант 8

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:  
 а)  $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH-CH}_3$ ; б)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{C-CH-CH}_2\text{-CH}_3$ ; в)  $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$



Укажите, чем они являются по отношению друг к другу – изомерами или гомологами?

2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие ацетиленовые углеводороды могут быть получены из: а) 1,2-дибромбутана; б) 2,2-дибромбутана; в) из карбида кальция.
3. Напишите уравнения реакций 4-метил-1-пентина: а) с  $\text{H}_2\text{O}$ ; б) с этиловым спиртом; в) с амидом натрия ( $\text{NaNH}_2$ ).
4. Действием каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



### Вариант 9

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) пропилизопропилацетилен; б) винилацетилен; в) 5-метил-2-гексин.
2. Получите 1-пентин из соответствующего: а) алкена; б) ацетилена; в) ди-галогеналкана.
3. Напишите для 1-бутина уравнения реакций: а) с водой; б) с циановодородом; в) с уксусной кислотой.
4. Действием каких реагентов можно осуществить следующие превращения:  

$$\text{Бутен-1} \rightarrow 1,2\text{-дихлорбутан} \rightarrow \text{бутин-1} \rightarrow 2,2\text{-дибромбутан} \rightarrow \text{бутанон-2}$$

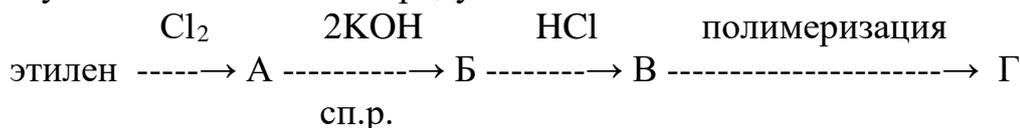
### Вариант 10

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:  
 а)  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3$ ; б)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ; в)  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   

$$\begin{array}{ccc} | & & | \\ \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 \end{array}$$

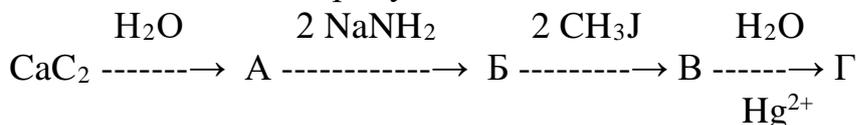
Укажите, есть ли среди них изомеры? Если есть, то какие?

2. Получите 4-метил-2-пентин: а) из алкена; б) из дигалогеналкила; в) из 3-метилбутин-1.
3. Напишите уравнения реакций для ацетилена: а) гидратации; б) гидробромирования; в) окисления раствором  $\text{KMnO}_4$ .
4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



### Вариант 11

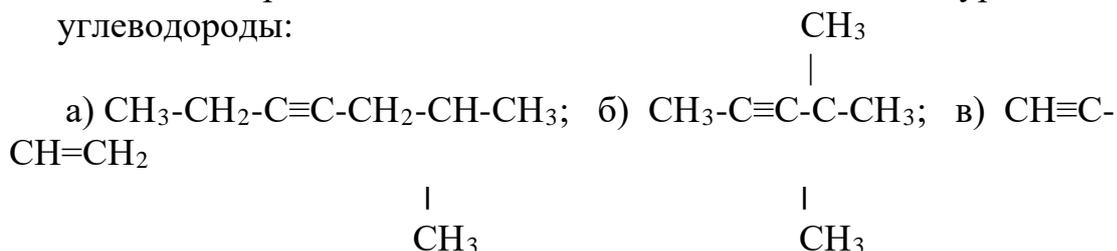
1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) третбутилацетилен; б) 2,5,5-триметил-3-гексин; в) 5-метил-3-гептин.
2. Получите вторбутилацетилен из: а) дигалогеналкана; б) ацетилена; в) из алкена.
3. Напишите для пропина уравнения реакций: а) с уксусной кислотой; б) с аммиачным раствором закиси меди  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ; в) окисления.
4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



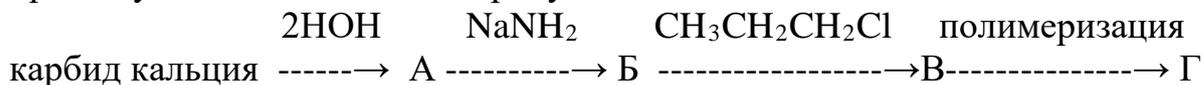


## Вариант 14

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие углеводороды:



2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие ацетиленовые углеводороды могут быть получены: а) из 2,3-дибром-4-метилгексана; б) из 1,1-дихлорбутана; в) из метана.
3. Напишите уравнения реакций этина: а) с водородом; б) с  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ; в) с водой.
4. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций и назовите промежуточные и конечные продукты:



## Лабораторная работа № 3

### Получение ацетилена и его реакционная способность

#### Опыт 1. Получение ацетилена из карбида кальция.

#### *Изучение свойств ацетилена: бромирование, окисление, горение.*

В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 2 мл 0,31% раствора  $\text{KMnO}_4$ , во вторую - 2 мл 3,4% раствора бромной воды.

В сухую пробирку поместите кусочек карбида кальция, прилейте воды так, чтобы уровень воды был значительно выше карбида в пробирке, и быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.

Опустите конец газоотводной трубки последовательно в первую, а затем во вторую пробирки. Отметьте, происходит ли изменение окраски растворов?

Конец газоотводной трубки осушите фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ. Отметьте признаки горения (светящееся и коптящее пламя).

#### Техника безопасности

1. Опыт проводите в вытяжном шкафу, т.к. пары брома ядовиты.

#### Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения ацетилена из карбида кальция.

2. Напишите схемы реакций бромирования ацетилен и его окисления по Вагнеру.

### **Опыт 2. Получение ацетиленида меди.**

В пробирку налейте 1 мл аммиачного раствора закиси меди ( $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ); опустите конец газоотводной трубки от пробирки, в которой получали ацетилен. Наблюдается появление красно-коричневого окрашивания вследствие образования ацетиленида меди.

#### **Вопросы:**

1. Напишите схему реакции образования ацетиленида меди. Какие гомологи ацетилен могут взаимодействовать с  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ?
2. Перечислите качественные реакции на тройную связь.

## **ЗАНЯТИЕ 6**

### *Тема: Спирты (алкоголи)*

#### **Вопросы для самоподготовки**

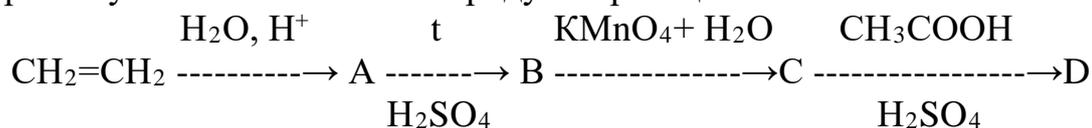
1. Спирты, общая формула. Классификация спиртов: по числу гидроксигрупп (одноатомные, многоатомные); по природе атома углерода (первичные, вторичные, третичные); по характеру радикала (насыщенные, ненасыщенные).
2. Одноатомные спирты (алкоголи). Гомологический ряд, общая формула, изомерия, номенклатура.
3. Способы получения спиртов: гидратация алкенов, гидролиз галогеналкилов, восстановление альдегидов и кетонов, гидролиз сложных эфиров.
4. Физические свойства. Водородная связь и её влияние на свойства спиртов.
5. Химические свойства. Характеристика связей в молекуле спирта и реакционная способность гидроксильной группы. Реакции замещения атома водорода в гидроксильной группе (кислотные свойства): образование алкоголятов, простых и сложных эфиров. Зависимость кислотных свойств спиртов от положения и числа гидроксильных групп. Качественная реакция на многоатомные спирты. Основные свойства спиртов. Спирты как нуклеофильные реагенты. Реакции замещения гидроксильной группы: взаимодействие с галогеноводородами (образование оксониевых солей) и галогенидами фосфора. Дегидратация спиртов: внутримолекулярная и межмолекулярная. Окисление и дегидрирование спиртов.
6. Многоатомные спирты: этиленгликоль и глицерин. Способы получения, свойства и применение. Реакции поликонденсации и их применение в лёгкой промышленности.

7. Понятие о непредельных спиртах. Правило Эльтекова. Поливиниловый спирт и его эфиры. Их применение в легкой промышленности.

**Индивидуальные задания для самоконтроля**

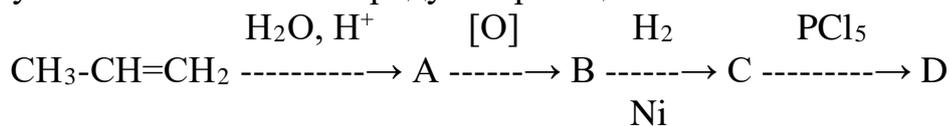
Вариант 1

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов и дайте им названия по другой номенклатуре: а) первичный пропиловый; б) 2-метил-2-пропанол; в) 2,3-диметил-2,3-бутандиол. Укажите, какой из них двухатомный.
2. Напишите уравнения реакций получения 2,3-диметил-2-бутанола из соответствующих: а) галогеналкила; б) алкена.
3. Напишите уравнения реакций: а) окисления 2-метил-1-пропанола; б) глицерина с 3 моль  $\text{HNO}_3$ ; в) 2-метил-2-пропанола с металлическим Na.
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



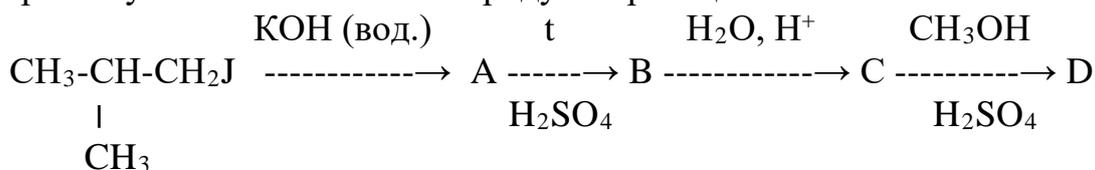
Вариант 2

1. Назовите следующие спирты по рациональной и заместительной номенклатурам:  
 а)  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$     б)  $\text{CH}_2=\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}-\text{CH}_3$     в)  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}_2$   
 Какой из них первичный?
2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие спирты получаются:  
 а) при действии водного раствора щелочи на 1-бром-2,2-диметилпентан;  
 б) на 2,3-дихлорбутан; в) при гидратации 2-метил-2-пентена.
3. Напишите уравнения реакций окисления второбутилкарбинола и его взаимодействия с  $\text{PCl}_5$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Назовите продукты реакций.
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



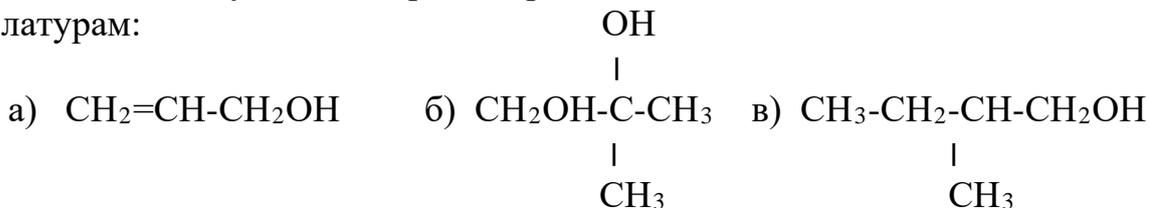
Вариант 3

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов и назовите их по другой номенклатуре: а) 2-метил-1-бутанол; б) метилизобутилкарбинол; в) 1,2,3-пентантриол. Какой из них трёхатомный?
2. Получите 1,2-пропандиол из соответствующих: а) дигалогенпроизводного; б) алкена. Назовите исходные вещества.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия 1-пропанола с: а) HCl; б) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH; в) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH. Укажите условия реакций. К какому классу соединений принадлежат полученные вещества?
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



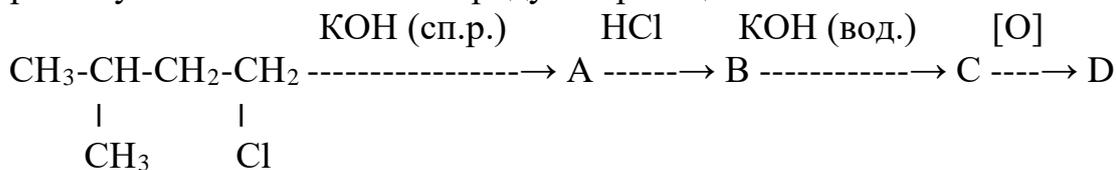
#### Вариант 4

1. Назовите следующие спирты по рациональной и заместительной номенклатурам:



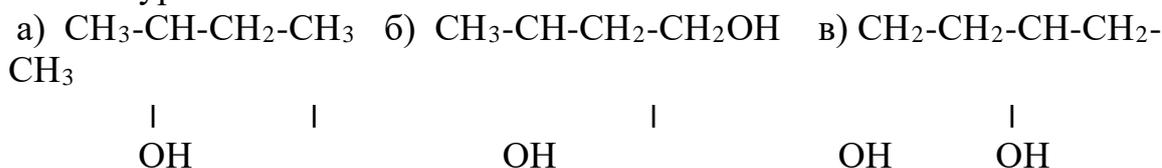
Какой из них первичный?

2. Напишите уравнения реакций, укажите условия, как из этилена можно получить: а) этиловый спирт; б) этиленгликоль.
3. Продукт дегидратации 2-пентанола окисляется раствором KMnO<sub>4</sub> (реакция Вагнера). Полученное соединение обработано уксусным ангидридом. Напишите уравнения реакций и назовите все соединения.
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



#### Вариант 5

1. Назовите следующие соединения по рациональной и заместительной номенклатурам:

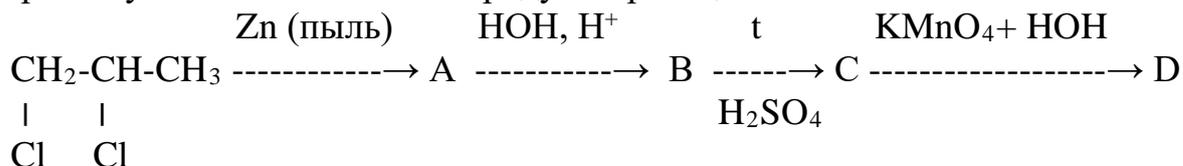


Какой из них вторичный?

2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие спирты получаются из соединений: а) 2-метил-2-хлорбутан; б)  $\text{CH}_3\text{-CH-C=O}$  в)  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$   
Назовите их.

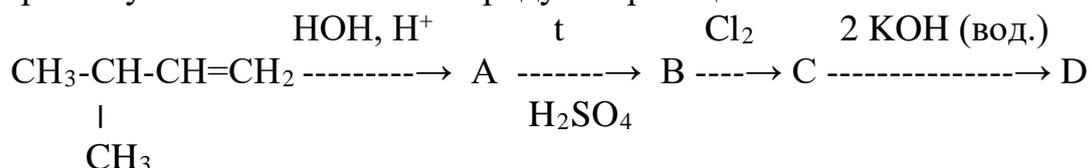


3. У какого спирта: этилового или этиленгликоля кислотные свойства выражены сильнее? Почему? Напишите уравнения взаимодействия их:  
а) с Na; б)  $\text{Cu(OH)}_2$ . Какая реакция является качественной на многоатомные спирты?
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



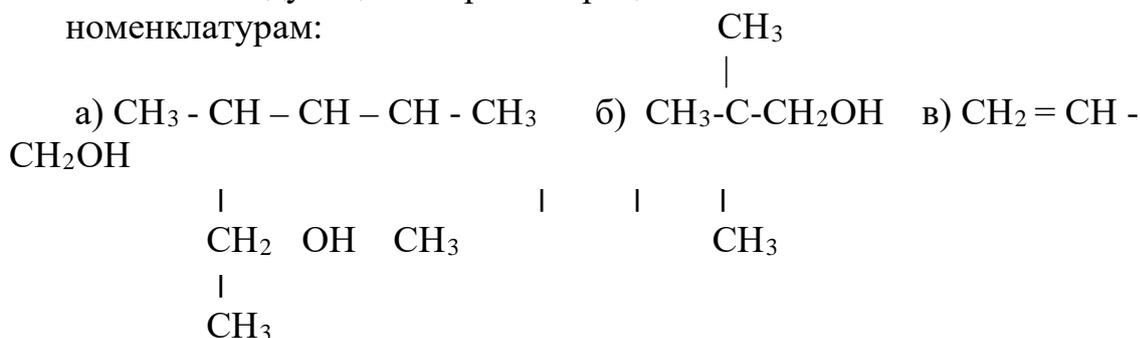
### Вариант 6

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов и назовите их по другой номенклатуре: а) триметилкарбинол; б) 2,2,4-триметил-3-пентанол; в) 4,4-диметил-1-пентен-3-ол. Какой из них третичный?
2. Получите 2-бутанол, используя в качестве исходного вещества ацетилен. Назовите промежуточные вещества по заместительной номенклатуре.
3. Напишите уравнения реакций для метилового спирта, указывающие на его амфотерные свойства (получения алкоголята и хлористого метила). Что получится при окислении метилового спирта?
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



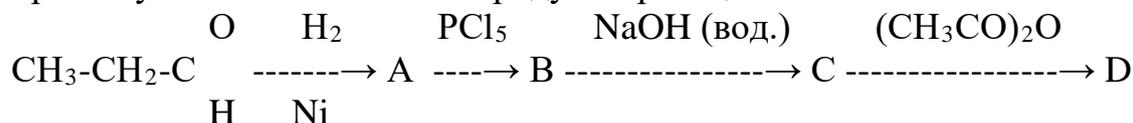
### Вариант 7

1. Назовите следующие спирты по рациональной и заместительной номенклатуре:



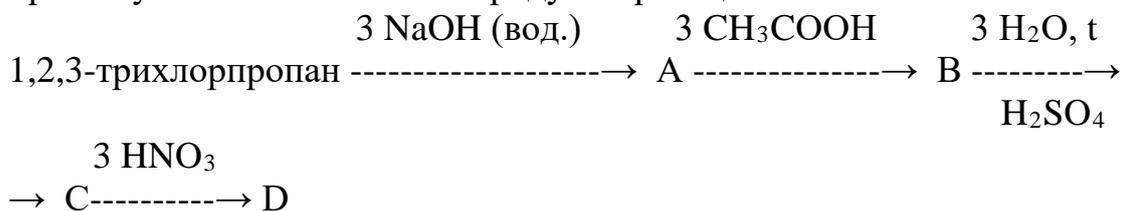
Какой из них первичный?

- Получите 2-бутанол тремя способами: а) из кетона; б) из сложного эфира; в) из галогеналкила.
- Напишите уравнения реакций взаимодействия этиленгликоля со следующими веществами: а) с 2 моль Na; б) с Cu(OH)<sub>2</sub>; в) с раствором KMnO<sub>4</sub>.
- Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



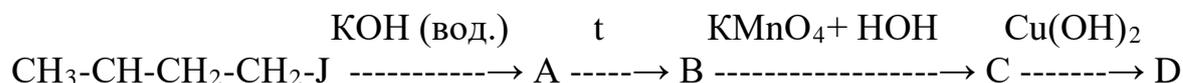
### Вариант 8

- Выведите формулы изомерных спиртов C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O (4 изомера) и назовите их по заместительной и рациональной номенклатурам. Укажите первичные, вторичный и третичный спирты.
- Какие спирты получают: а) при гидратации симм. метилэтилэтилена; б) гидролизе 1-хлорбутана и 1,2-дихлорпропана? Напишите уравнения реакций. Назовите их по систематической номенклатуре.
- Напишите уравнения реакций взаимодействия 2-бутанола: а) с металлическим Na; б) с HCl; в) с уксусной кислотой (CH<sub>3</sub>COOH).
- Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 9

- Напишите структурные формулы следующих спиртов и назовите их по другой номенклатуре: а) 2,3-диметил-1-пентанол; б) метилизопропилвторбутилкарбинол; в) пропаргиловый спирт. Укажите первичные спирты.
- Получите 1-пропанол тремя способами: а) из альдегида; б) из моногалогеналкила; в) из сложного эфира. Как называются эти реакции?
- В чём проявляются кислотные свойства спиртов? У какого спирта кислотные свойства выражены сильнее и почему: а) 1-бутанол; б) 2-бутанол; в) 2-метил-2-пропанол. Напишите уравнения реакций.
- Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:

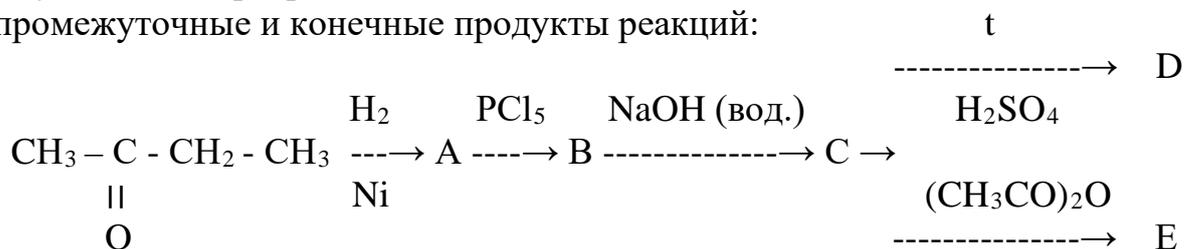






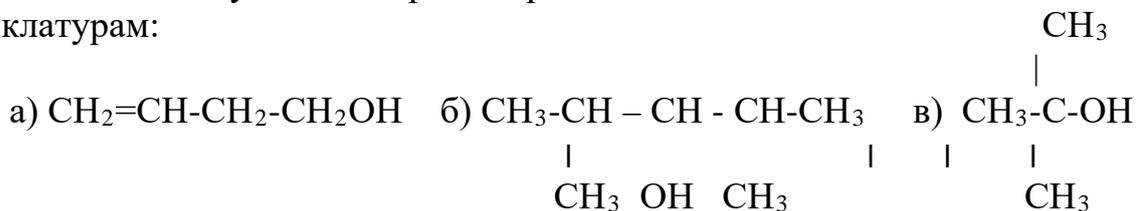
### Вариант 12

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов и назовите их по другой номенклатуре: а) диэтилизобутилкарбинол; б) 2,3-диметил-1,5-пентандиол; в) 1,2,3-пропантриол. Укажите атомность спиртов.
2. Получите изобутиловый спирт из: а) соответствующего альдегида; б) галоидного алкила; в) алкена. Назовите исходные вещества по заместительной номенклатуре.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия этиленгликоля: а) с  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; б) с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; в) с 2 моль  $\text{PCl}_5$ .
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



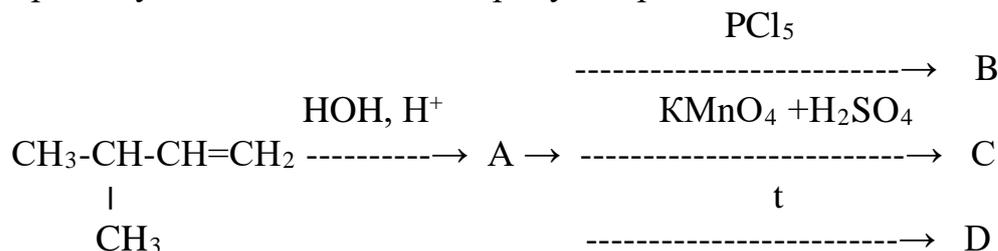
### Вариант 13

1. Назовите следующие спирты по рациональной и заместительной номенклатурам:



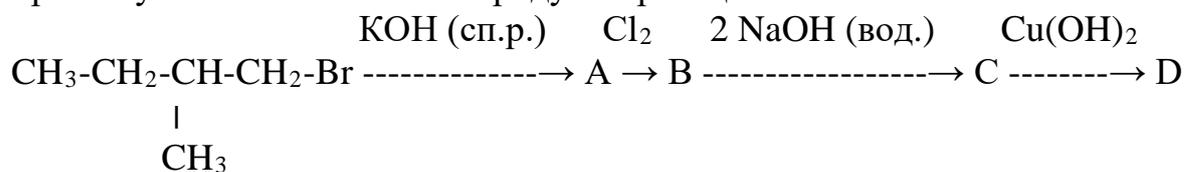
Укажите, к какому классу они относятся по положению функциональной группы.

2. Получите метилвторбутилкарбинол из соответствующего: а) галоидного алкила; б) карбонильного соединения; в) сложного эфира. Назовите спирт по заместительной номенклатуре.
3. Напишите уравнения реакций изопропилкарбинола со следующими веществами: а) с  $\text{PCl}_5$ ; б) с металлическим  $\text{Na}$ ; в) с  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$ . Назовите продукты реакций.
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



## Вариант 14

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов и назовите их по другой номенклатуре: а) гексаметиленгликоль; б) метилизопропилвтор-бутилкарбинол; в) 3-метил-1-бутанол.
2. Напишите уравнения реакций получения спиртов из: а) пропионового альдегида; б) 1-бутена; в) 1,2-дихлорпропана. Укажите условия реакций.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия этиленгликоля со следующими веществами: а) Cu(OH)<sub>2</sub>; б) изб. (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O; в) окисления по стадиям.
4. Осуществите превращения и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



## Лабораторная работа № 4

## Реакционная способность спиртов

**Опыт 1. Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.**

В сухую пробирку поместите небольшой кусочек (с рисовое зёрнышко) металлического натрия. Добавьте 0,5 мл этилового спирта. Отверстие пробирки закройте большим пальцем, чтобы иметь возможность собрать газообразный водород. По окончании реакции, когда полностью исчезнет натрий, поднесите горящую спичку к отверстию пробирки и откройте её. Что вы наблюдаете?

К содержимому пробирки добавьте 1 мл дистиллированной воды, 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина, наблюдается появление малиновой окраски.

## Техника безопасности

1. Металлический натрий хранится под слоем керосина. Для опыта его надо брать пинцетом, т.к. он разъедает кожные ткани и перед внесением в пробирку осушите кусочек натрия фильтровальной бумагой.

**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции взаимодействия натрия с этиловым спиртом.
2. Какое свойство спирта подтверждает эта реакция?
3. Напишите схему реакции гидролиза этилата натрия с водой. С чем связано появление окраски после добавления фенолфталеина?

4. Сделайте вывод о кислотных свойствах одноатомных спиртов.

**Опыт 2. Взаимодействие одноатомных и многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II) в щелочной среде**

В пробирку налейте 1 мл 2% раствора сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ) и 2 мл 10% раствора гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ). Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  разделите на 2 пробирки поровну. В первую пробирку добавьте 0,5 мл этанола, а во вторую – 0,5 мл разбавленного раствора глицерина (1:1). В какой из пробирок голубой осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  растворился с образованием синего раствора?

**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции получения гидроксида меди.
2. Напишите схему реакции взаимодействия глицерина с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Какие свойства многоатомных спиртов подтверждает это взаимодействие?
3. Каким реагентом можно различить одноатомные и многоатомные спирты?

**Опыт 3. Получение этилхлорида взаимодействием этанола с хлороводородом.**

В сухую пробирку поместите хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ) высотой слоя около 1 см. Добавьте 1 мл серновинной кислоты, состоящей из концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и этанола ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) в соотношении 1:1. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой и нагрейте содержимое на спиртовке, не допуская обильного кипения. Конец газоотводной трубки внесите в пламя спиртовки. Окрашивание пламени в зеленый цвет говорит о выделении этилхлорида, который образуется не сразу.

**Техника безопасности**

1. Опыт проводить в вытяжном шкафу и нагревание проводить осторожно, направив отверстие пробирки от себя и от окружающих.

**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции получения хлороводорода (как реагента) взаимодействием сухого хлорида натрия с концентрированной серной кислотой.
2. Напишите схему реакции этанола с хлороводородом, укажите тип реакции.

**Опыт 4. Межмолекулярная дегидратация этанола (получение диэтилового эфира).**

В сухую пробирку поместите 1 мл смеси концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и этанола в соотношении 1:1, добавьте 1 кипяточный камешек (для равномерного кипения). Осторожно до кипения нагрейте содержимое пробирки, соблюдая технику безопасности. Затем спиртовку потушите. В пробирку с горячей реакционной смесью по стенке добавьте 1 мл этанола. Образование диэтилового эфира ощущается по запаху.

### Вопросы:

1. Какие виды дегидратации этанола вы знаете? Назовите образующиеся продукты реакции.
2. Напишите схему реакции межмолекулярной дегидратации этанола.

## ЗАНЯТИЕ 7

### Тема: Альдегиды и кетоны

#### Вопросы для самоподготовки

1. Оксосоединения. Карбонильная группа. Общая формула альдегидов и кетонов. Гомологический ряд альдегидов и кетонов.
2. Изомерия альдегидов и кетонов. Номенклатура: эмпирическая, рациональная и систематическая.
3. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление спиртов; гидролиз геминальных дигалогеналканов; гидратация алкинов (реакция Кучерова); пиролиз солей карбоновых кислот; оксосинтез.
4. Физические и химические свойства. Строение карбонильной группы и её реакционная способность. Реакции присоединения: водорода; гидросульфита натрия ( $\text{HSO}_3\text{Na}$ ); синильной кислоты ( $\text{HCN}$ ); спирта; реакции полимеризации альдегидов. Реакции замещения кислорода в карбонильной группе: реакции с галогенидами фосфора ( $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ), с аммиаком ( $\text{NH}_3$ ); с гидроксиламином ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ); с гидразином ( $\text{H}_2\text{N-NH}_2$ ) и фенилгидразином ( $\text{H}_2\text{N-NH-C}_6\text{H}_5$ ). Реакции замещения атома водорода в радикале. Реакции окисления альдегидов: реакция серебряного зеркала; с реактивом Фелинга. Окисление кетонов.
5. Применение альдегидов для синтеза полимерных материалов. Применение муравьиного и уксусного альдегидов, ацетона в отраслях текстильной и лёгкой промышленности.
6. Непредельные альдегиды: акролеин; кротоновый альдегид; их свойства и применение.

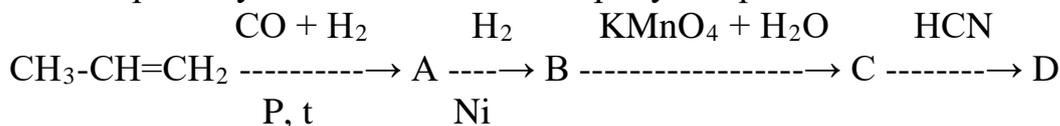
#### Индивидуальные задания для самоконтроля

##### Вариант 1

1. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по другой номенклатуре: а) триметилуксусный альдегид; б) метилвтор-бутилкетон; в) метилизопропилуксусный альдегид.
2. Напишите уравнения реакций получения 2-метилпропаналя и 2-бутанона: а) пиролизом кальциевых солей карбоновых кислот; б) гидролизом геминальных дигалогенпроизводных.
3. От чего зависит реакционная способность альдегидов и кетонов? Расположите в ряд по увеличению реакционной способности следующие соединения: а)  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-H}$  б)  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_3$  в)  $\text{CH}_2\text{-C(=O)-H}$

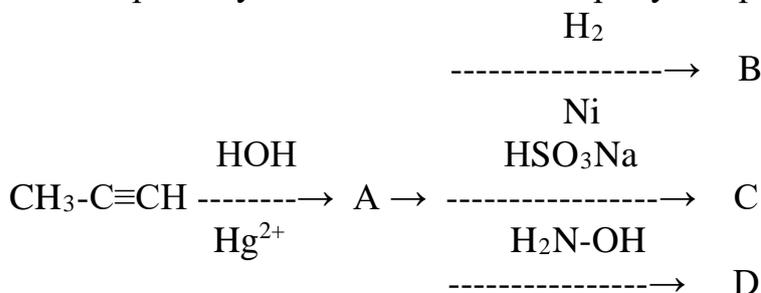
Для уксусного альдегида приведите уравнения реакций окисления и восстановления, назовите продукты реакций.

4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 2

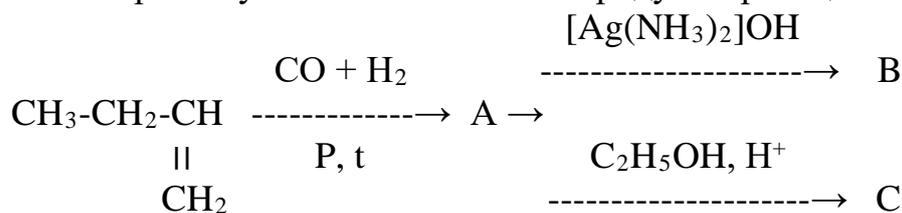
1. Назовите следующие соединения по рациональной и заместительной номенклатурам: а)  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_2\text{-CH}_3$  б)  $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-C(=O)-H}$  в)  $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C(=O)-H}$
2. Получите 2-метилбутаналь тремя способами: а) окислением спирта; б) гидролизом дигалогеналкана; в) оксосинтезом. Укажите условия проведения реакций.
3. Напишите уравнения реакций 3-метил-2-пентанона: а) с  $\text{H}_2$ ; б) с  $\text{PCl}_5$ ; в) с  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Назовите продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 3

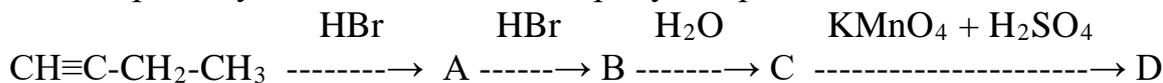


1. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов  $C_5H_{10}O$  и назовите их по заместительной и рациональной номенклатурам.
2. Напишите уравнения реакций и укажите, какие карбонильные соединения получаются: а) при пиролизе кальциевой соли, образованной изомасляной и муравьиной кислотами; б) при гидролизе 2,2-дихлорпентана; в) окислении 3-метил-1-бутанола. Напишите уравнения реакций.
3. Составьте уравнения реакций взаимодействия изопропилуксусного альдегида: а) с  $H_2$  б) с  $HSO_3Na$ ; в) с этиловым спиртом. Назовите продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



#### Вариант 6

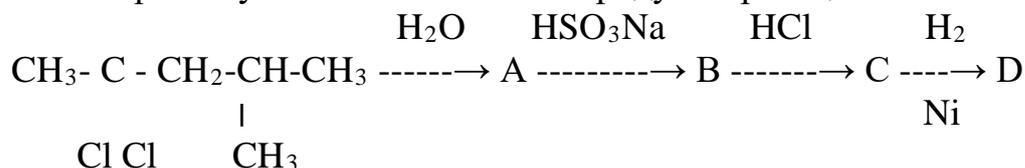
1. Напишите структурные формулы и дайте названия по другой номенклатуре следующим соединениям: а) 3-метилбутаналь; б) 3,3-диметил-2-бутанон; в) третбутилуксусный альдегид.
2. Какие карбонильные соединения получаются: а) при пиролизе кальциевой соли, образованной пропионовой и уксусной кислотами; б) при гидролизе 1,1-дихлорпропана; в) окислении 1-пентанола?
3. Для 2-бутанона приведите уравнения реакций взаимодействия: а) с  $HCN$ ; б) с  $PCl_5$ ; в) с  $H_2N-NH_2$ . Укажите, к каким классам органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



#### Вариант 7

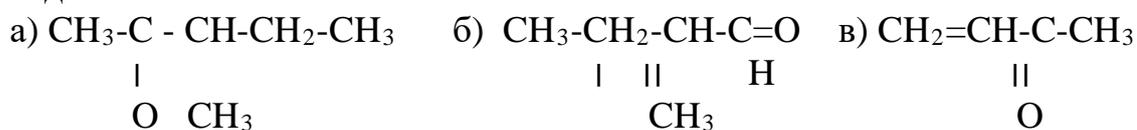
1. Напишите структурные формулы и дайте названия изомерных кетонов состава  $C_5H_{10}O$ .
2. Напишите уравнения реакций образования карбонильных соединений из: а) 3,3-дихлорпентана; б) 2-метил-1-бутанола; в) ацетилена.
3. Напишите уравнения реакций: а) полимеризации формальдегида;

- б) взаимодействия пропаналя с этиловым спиртом; в) окисления изомасляного альдегида реактивом Фелинга. Укажите, к какому классу органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:

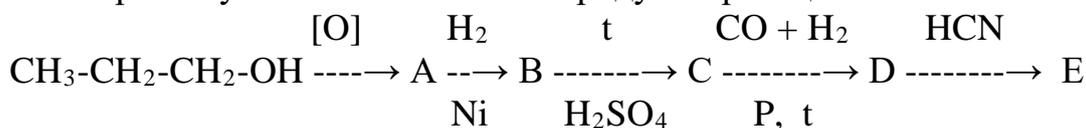


### Вариант 8

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие соединения:

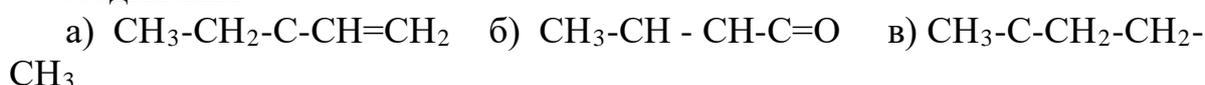


2. Получите 3,3-диметил-2-бутанон: а) по реакции Кучерова; б) окислением соответствующего спирта; в) из дигалогенпроизводного.
3. Напишите уравнения реакций: а) окисления 4-метил-2-пентанона (по стадиям); б) бутаналя с  $\text{PCl}_5$ ; в) 2-метилбутаналя с  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . Укажите, к какому классу органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:

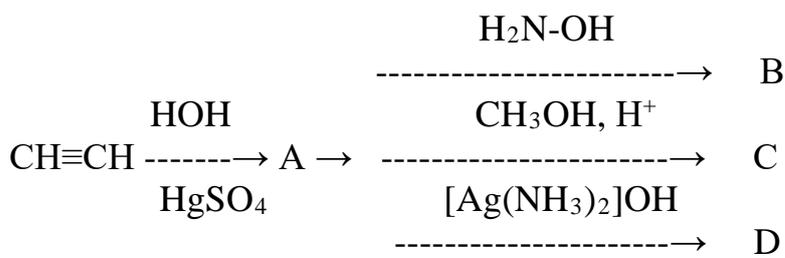


### Вариант 9

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие соединения:

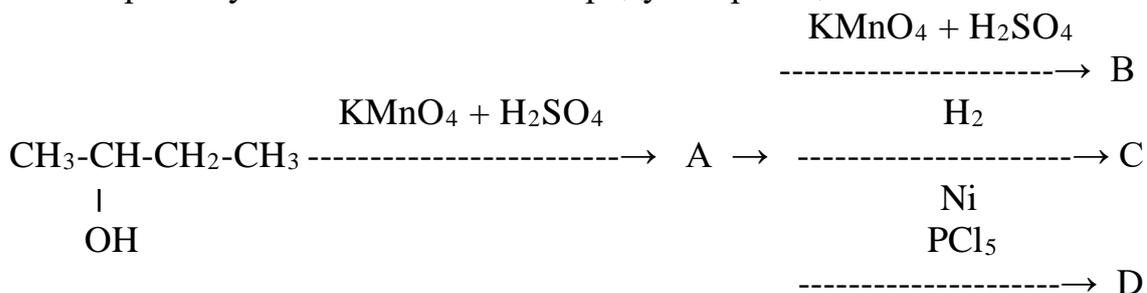


2. Напишите уравнения реакций получения карбонильных соединений из: а) 3,3-дихлорпентана; б) 2-бутанола; в) 1-бутена (оксосинтезом).
3. Для 2-метилпропаналя приведите уравнения реакций: а) каталитического гидрирования; б) с гидроксиламином; в) окисления. Укажите, к какому классу органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



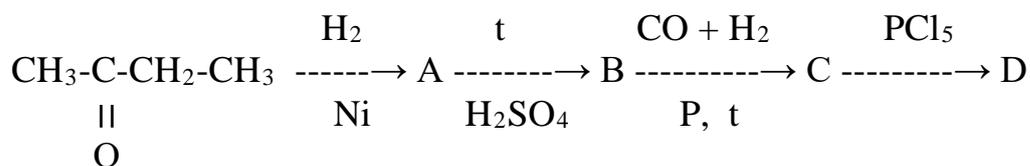
Вариант 10

1. Напишите структурные формулы и дайте названия по другой номенклатуре: а) ацетон; б) вторбутилтретбутилкетон; в) 2,2-диметилпропаналь.
2. Напишите уравнения реакций получения 3-метилбутанала 3 способами: а) оксосинтезом; б) окислением спирта; в) пиролизом кальциевой соли карбоновых кислот.
3. Для масляного альдегида напишите уравнения реакций: а) с реактивом Фелинга; б) с HCN; в) с PCl<sub>5</sub>. Укажите, к какому классу органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



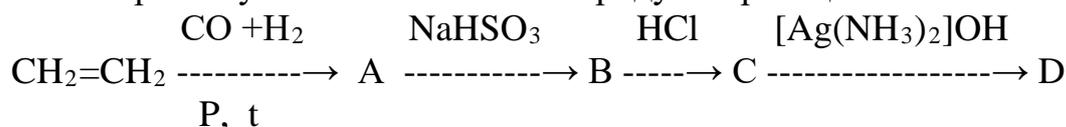
Вариант 11

1. Напишите структурные формулы всех изомеров валерианового альдегида. Назовите их по рациональной и заместительной номенклатурам.
2. Получите ацетон 3 способами: а) пиролизом бариевой соли карбоновых кислот; б) гидратацией ацетиленов; в) окислением спирта.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропанала: а) с гидросульфитом натрия (HSO<sub>4</sub>Na); б) с 1 моль хлора; в) с 2 молями метилового спирта. Укажите, к какому классу органических соединений относятся продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



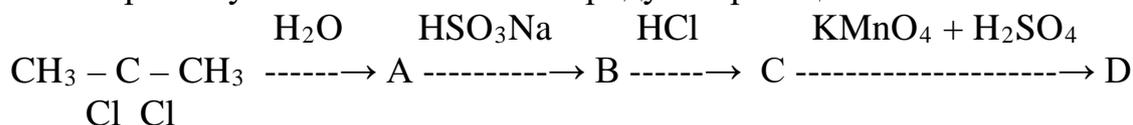
### Вариант 12

1. Напишите формулы непредельных альдегидов состава  $C_5H_8O$ . Назовите их по заместительной номенклатуре.
2. Какие карбонильные соединения получатся: а) при окислении 4,4-диметил-3-гексанола; б) при гидролизе 1,1-дихлор-2-метилпентана; в) гидратации пропина?
3. Для 2-метилбутанала приведите уравнения реакций взаимодействия: а) с  $Cl_2$ ; б) с  $HCN$ ; в) с  $C_2H_5OH$ . Назовите продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 13

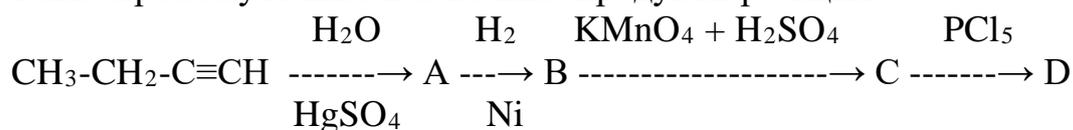
1. Напишите структурные формулы и дайте названия по другой номенклатуре: а) 4-метил-3-гексанон; б) 2,2-диметилпентаналь; в) бутилизобутилуксусный альдегид.
2. Напишите уравнения реакций образования альдегидов: а) из втор-бутилкарбинола; б) 1,1-дихлор-3,3-диметилбутана; в) ацетилена.
3. Напишите уравнения реакций бутанала: а) с аммиаком; б) с этиловым спиртом; в) с реактивом Фелинга. Назовите продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 14

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие соединения:  
 а)  $CH_3 - \underset{CH_3}{CH} - CH_2 - C=O$     б)  $CH_2=CH - \underset{H}{CH_2} - C=O$     в)  $CH_3 - CH_2 - \underset{O}{C} - CH_3$
2. Напишите уравнения реакций получения пропанала: а) из спирта; б) из дигалогенпроизводного; в) пиролизом кальциевой соли соответствующих карбоновых кислот.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилизопропилкетона: а) с бисульфитом натрия ( $HSO_3Na$ ) и последующим разложением бисульфитного производного соляной кислотой; б) с  $PCl_5$ ; в) с  $H_2$ . Назовите продукты реакций.

4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, а также промежуточные и конечные продукты реакций:



### Лабораторная работа № 5

#### Реакционная способность альдегидов и кетонов

##### Опыт 1. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта.

В пробирку поместите 1 мл этанола, 1 мл 10% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 0,5 мл 0,31% раствора  $\text{KMnO}_4$ . Содержимое пробирки нагрейте на спиртовке до обесцвечивания розового раствора. Одновременно с изменением окраски раствора появляется характерный запах уксусного альдегида (запах антоновских яблок). В другую пробирку налейте 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты и прилейте 0,5 мл полученного раствора. Появляется розово-фиолетовое окрашивание – качественная реакция на альдегид.

#### Техника безопасности

1. Слянку с фуксинсернистой кислотой не оставлять открытой. Опыт проводить в вытяжном шкафу.

#### Вопросы:

1. Напишите схему реакции окисления этанола в уксусный альдегид.
2. Можно ли использовать реакцию окисления для идентификации первичных, вторичных и третичных спиртов?

##### Опыт 2. Окисление формальдегида и ацетона гидроксидом меди (II) в щелочной среде или реактивом Фелинга

Опыт проводим параллельно с формалином (40% раствор формальдегида) и ацетоном.

В пробирку налейте 1 мл 2% раствора  $\text{CuSO}_4$  и 2 мл 10% раствора  $\text{NaOH}$ . Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  разделите поровну на 2 пробирки. В первую пробирку прибавьте 0,5 мл формалина, во вторую – 0,5 мл ацетона. Содержимое пробирок нагрейте осторожно до кипения. В первой пробирке осадок приобретает сначала жёлтую окраску ( $\text{CuOH}$ ), а затем – красную ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Если пробирка была чистая, то на её стенках может выделяться металлическая медь – медное зеркало. Изменение окраски осадка объясняется различной степенью окисления меди. Во второй пробирке образуется чёрный осадок  $\text{CuO}$  за счёт разложения при нагревании  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

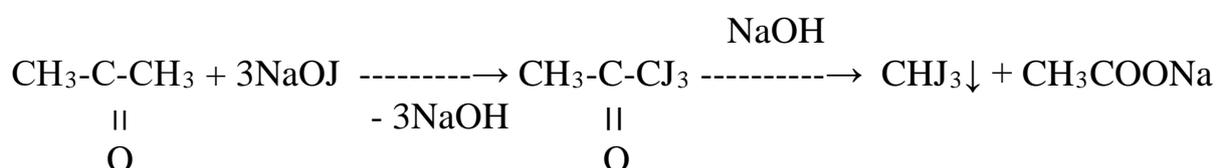
**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции получения реактива  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .
2. Напишите схему реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II).

3. Напишите схему реакции разложения при нагревании гидроксида меди (I) и гидроксида меди (II).
4. Сравните способность к окислению формальдегида и ацетона на основании экспериментальных наблюдений.
5. Какой реакцией можно отличить альдегид от кетона?

### Опыт 3. Открытие ацетона посредством перевода его в иодоформ ( $\text{CHI}_3$ ).

В пробирку поместите 0,5 мл раствора  $\text{J}_2$  в КJ и прибавьте по каплям почти до обесцвечивания 10% раствор  $\text{NaOH}$ . К обесцвеченному раствору добавьте 1-2 капли ацетона. При слабом нагревании от тепла рук выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом –  $\text{CHI}_3$ .



### Опыт 4. Взаимодействие ацетона с гидросульфитом натрия ( $\text{NaHSO}_3$ ).

В пробирку поместите 1 мл насыщенного раствора  $\text{NaHSO}_3$ , добавьте 0,5 мл ацетона. Разогревшуюся смесь встряхните и охладите под струёй холодной воды. Если осадок не выпадает, то потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Наблюдается интенсивное образование кристаллического осадка.

Прилейте к осадку 1-2 мл 10%  $\text{HCl}$ , наблюдается растворение осадка.

### Техника безопасности

1. Опыт 2 проводить в вытяжном шкафу. Ацетон и формалин держать закрытыми. Соблюдать правило нагревания.
2. Опыт 3 и 4 безопасен в выполнении.

### Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия ацетона с гидросульфитом натрия. Укажите тип реакции.
2. Напишите схему реакции взаимодействия бисульфитного производного ацетона с раствором соляной кислоты.

## ЗАНЯТИЕ 8

### Тема: Карбоновые кислоты и их производные

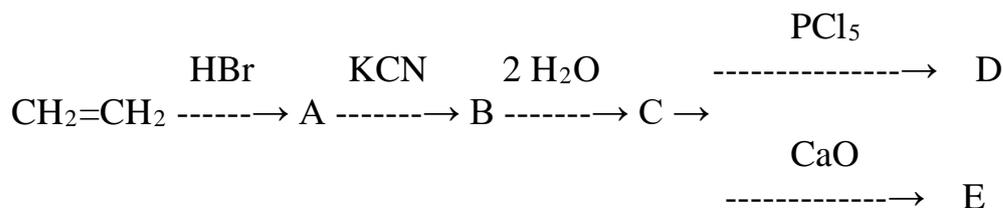
#### Вопросы для самоподготовки

1. Карбоновые кислоты, общая формула. Классификация карбоновых кислот по характеру радикала (насыщенные и ненасыщенные), по числу карбоксильных групп (одноосновные и многоосновные), по количеству атомов углерода в радикале (низшие и высшие).
2. Гомологический ряд одноосновных насыщенных кислот. Изомерия и номенклатура.
3. Способы получения одноосновных карбоновых кислот: окисление спиртов и альдегидов; гидролизом нитрилов, геминальных тригалогенпроизводных и сложных эфиров; оксосинтез.
4. Физические и химические свойства. Характер связей в карбоксильной группе и её реакционная способность. Реакции диссоциации, образования солей, амидов, хлорангидридов, ангидридов и сложных эфиров. Механизм реакции этерификации. Реакции алкильного радикала.
5. Дикарбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, адипиновая, себациновая. Способы получения и свойства. Особенности химических свойств: реакции поликонденсации и отношение к нагреванию. Применение адипиновой и себациновой кислот для синтеза волокна найлон.
6. Непредельные (ненасыщенные) карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, кротоновая, малеиновая и фумаровая. Свойства непредельных кислот. Получение полиакрилатов и полиакрилонитрила, их применение.
7. Высшие жирные кислоты: стеариновая и олеиновая. Жиры и масла. Омыление жиров. Мыла.

#### Индивидуальные задания для самоконтроля

##### Вариант 1

1. Напишите структурные формулы следующих кислот и назовите их по другой номенклатуре: а) 3-метилбутановая; б) янтарная кислота; в) акриловая кислота. Укажите их основность.
2. Получите пропионовую кислоту: а) окислением спирта; б) методом оксосинтеза; в) гидролизом тригалогенпроизводного.
3. Напишите уравнения реакций: а) электролитической диссоциации муравьиной и щавелевой кислот; б) взаимодействия уксусной кислоты с  $Cl_2$ ; в) разложения щавелевой кислоты при нагревании.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:

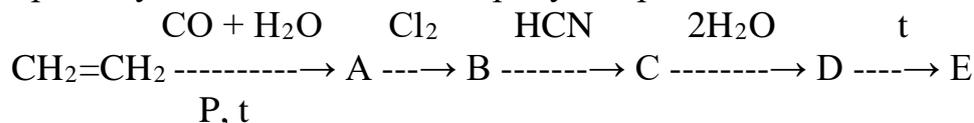


### Вариант 2

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам :  
 а)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-COOH}$  б)  $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-COOH}$  в)  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$



2. Как получить пропионовую кислоту: а) из этилена; б) из карбонильного соединения; в) из нитрила. Напишите уравнения реакций.  
 3. Для малоновой кислоты приведите уравнения реакций взаимодействия:  
 а) с 2 моль  $\text{NH}_3$ ; б) с 2 моль  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  (в кислой среде); в) с 1 моль  $\text{PCl}_5$ .  
 4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 3

1. Напишите структурные формулы и дайте названия по заместительной номенклатуре: а) акриловая кислота; б) малоновая кислота; в) метилизопропилуксусная кислота. Укажите их основность.  
 2. Напишите уравнения реакций получения изомасляной кислоты: а) из альдегида; б) методом оксосинтеза; в) гидролизом сложного эфира.  
 3. Для пропионовой кислоты приведите уравнения реакций взаимодействия:  
 а) с  $\text{CaO}$ ; б) с  $\text{PCl}_5$ ; в) с  $\text{CH}_3\text{OH}$  (в кислой среде).  
 4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 4

1. Назовите следующие кислоты по тривиальной и заместительной номенклатурам:  
 а)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-COOH}$  б)  $\text{CH}_2=\text{CH-COOH}$  в)  $\text{HOOC-(CH}_2)_4\text{-COOH}$

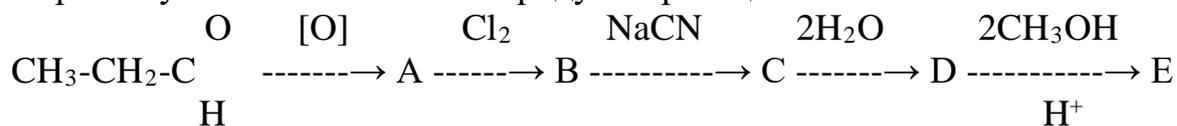


- Получите бутановую кислоту: а) гидролизом сложного эфира; б) методом оксосинтеза; в) из галогеналкила через нитрил.
- Напишите уравнения реакций взаимодействия уксусной кислоты: а) с KOH; б) с PCl<sub>5</sub>; в) с 2-бутанолом в кислой среде.
- Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 5

- Напишите структурные формулы и дайте названия по другой номенклатуре: а) метилпропилуксусная кислота; б) метакриловая кислота; в) α,β-диметилантарная кислота. Укажите их основность.
- Получите 3-метилбутановую кислоту: а) гидролизом тригалогенпроизводного; б) методом оксосинтеза; в) из моногалогеналкила через нитрил.
- Для 2-метилпропановой кислоты приведите уравнения реакций взаимодействия: а) с CaO; б) с PCl<sub>5</sub>; в) с NH<sub>3</sub>.
- Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:

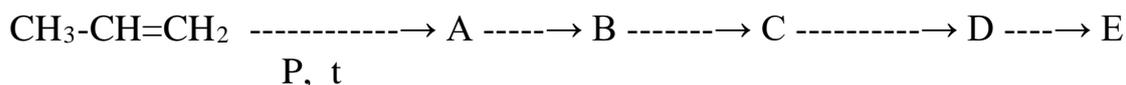


### Вариант 6

- Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие соединения: а)  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$  б)  $\text{HOOC}-\text{CH}-\text{COOH}$  в)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$   

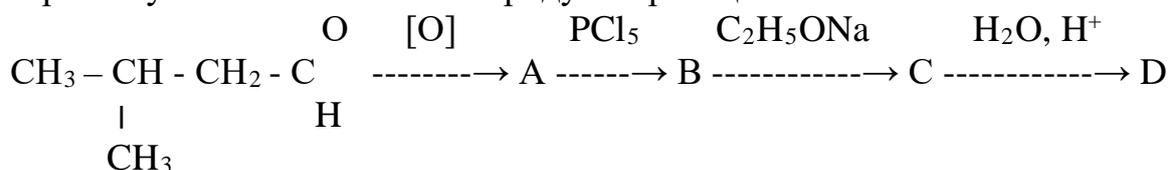
$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 Укажите их основность.
- Напишите уравнения реакций и назовите кислоты, которые получаются: а) при окислении 1,4-бутандиола; б) пропаналя; в) гидролизе 1,1,1-трихлорбутана.
- Для акриловой кислоты приведите уравнения реакций: а) полимеризации; б) с HCl; в) с C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH в кислой среде.
- Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:





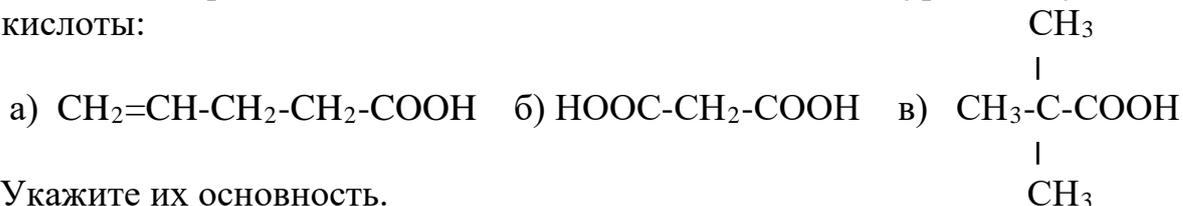
### Вариант 7

1. Напишите структурные формулы и дайте названия по другой номенклатуре: а) валериановая кислота; б) кротоновая кислота; в) адипиновая кислота. Укажите их основность.
2. Напишите уравнения реакций получения уксусной кислоты: а) из соответствующего альдегида; б) нитрила; в) тригалогенпроизводного.
3. Напишите уравнения реакций: а) уксусной кислоты с  $\text{PCl}_5$ ; б) акриловой кислоты с  $\text{HCl}$ ; в) разложения малоновой кислоты при нагревании.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



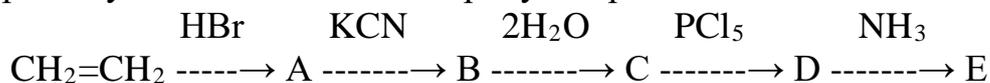
### Вариант 8

1. Назовите по рациональной и заместительной номенклатурам следующие кислоты:



Укажите их основность.

2. Получите янтарную кислоту: а) окислением двухатомного спирта; б) из этилена.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия щавелевой кислоты: а) с  $\text{Ca(OH)}_2$ ; б) с  $\text{PCl}_5$ ; в) разложение при нагревании.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



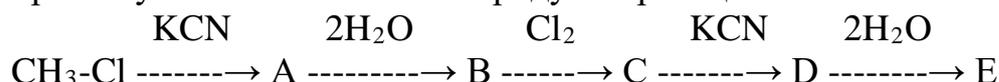
### Вариант 9

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) 3-метилбутановая кислота; б) метилвторбутилуксусная кислота; в) щавелевая кислота. Укажите их основность.
2. Из бромэтана получите: а) уксусную кислоту; б) пропионовую кислоту (через нитрил); в) пропионовую кислоту (через алкен).



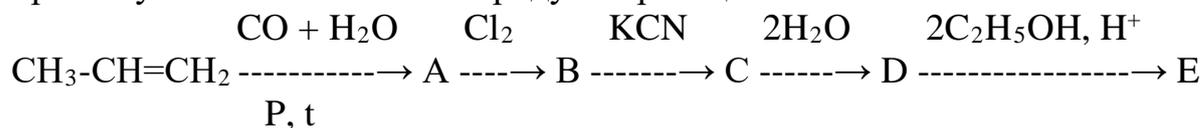
### Вариант 12

1. Напишите структурные формулы и назовите их по заместительной номенклатуре: а) метилвторбутилуксусная кислота; б) кротоновая кислота; в) малоновая кислота. Укажите их основность.
2. Получите 2-метилбутановую кислоту: а) методом оксосинтеза; б) окислением спирта; в) из тригалогенпроизводного.
3. Для янтарной кислоты напишите уравнения реакций образования: а) диамида; б) неполного сложного эфира; в) разложения при нагревании.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



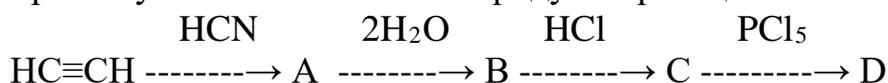
### Вариант 13

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) 2-метил-2-пропеновая кислота; б) 2,2-диметилпропандиовая кислота; в) третбутилуксусная кислота. Укажите их основность.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить малоновую кислоту: а) из гликоля; б) из акриловой кислоты.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропионовой кислоты с реагентами: а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; б)  $\text{Cl}_2$ ; в)  $\text{PCl}_5$ . Назовите продукты реакций.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



### Вариант 14

1. Напишите структурные формулы и назовите по другой номенклатуре: а) диметилэтилуксусная кислота; б) 3-бутеновая; в) 2,3-диметилпентадиовая кислота. Укажите их основность.
2. Получите изопропилуксусную кислоту: а) из тригалогенпроизводного; б) из спирта; в) из сложного эфира.
3. Для метилуксусной кислоты приведите уравнения реакций образования кальциевой соли, хлорангидрида и ангидрида.
4. Осуществите цепочку превращений и назовите исходные соединения, промежуточные и конечные продукты реакций:



## Лабораторная работа № 6

### Реакционная способность карбоновых кислот

#### **Опыт 1. Получение уксусной кислоты взаимодействием ацетата натрия с концентрированной серной кислотой.**

В сухую пробирку поместите обезвоженный ацетат натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) слоем 1 см и прибавьте 2 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместите в пробирку, погружённую в стакан с ледяной водой.

Реакционную смесь нагрейте осторожно. Пары уксусной кислоты конденсируются в пробирке, погружённой в ледяную воду, появятся кристаллы  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

#### **Вопросы:**

1. Напишите схему реакции взаимодействия ацетата натрия с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На чём основано это взаимодействие?
2. Почему уксусная кислота называется ледяной?

#### **Опыт 2. Реакция этерификации.**

##### ***Взаимодействие уксусной кислоты с этиловым спиртом.***

В пробирке смешайте 2 мл этилового спирта ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), 2 мл концентрированной уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) и 0,5 мл концентрированной серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Смесь в пробирке хорошо перемешайте и нагрейте на водяной бане при температуре  $70^\circ\text{C}$  3-5 мин. После охлаждения раствора ощущается приятный запах этилацетата. Его можно выделить из смеси путем добавления равного объёма насыщенного раствора поваренной соли. При этом эфир всплывёт вверх в виде бесцветной жидкости.

#### **Вопросы:**

1. Напишите схему реакции образования этилацетата при взаимодействии уксусной кислоты и этанола. Укажите тип реакции.
2. Объясните, почему реакцию этерификации характеризуют как гомогенную, обратимую, каталитическую?

### **Опыт 3. Дикарбоновые кислоты. Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли.**

В пробирку поместите лопаточку щавелевой кислоты. Прибавьте по каплям (3-5 капель) воду до полного растворения. К полученному раствору прилейте по каплям 5% раствор  $\text{CaCl}_2$  до образования белого осадка оксалата кальция ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ). Осадок встряхните и разделите на 2 пробирки. В первую пробирку прибавьте 1 мл 10% раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , во вторую 1 мл 10% раствора  $\text{HCl}$ . Осадок растворяется только в растворе соляной кислоты.

#### **Вопросы:**

1. Напишите схему реакции образования оксалата кальция.
2. Напишите схему реакции, приводящей к растворению осадка оксалата кальция.
3. На каком свойстве основана реакция идентификации оксалата кальция?

### **Опыт 4. Декарбоксилирование щавелевой кислоты.**

В сухую пробирку поместите 2 лопаточки щавелевой кислоты. Добавьте 0,5 мл концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (как водоотнимающее средство и при этом декарбоксилирование идёт при более низкой температуре). Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместите в пробирку с 1 мл баритовой воды. Нагрейте реакционную смесь на спиртовке.

Выделяющиеся газы  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$  обнаруживаем: первый – по образованию белого осадка  $\text{BaCO}_3$  (баритовая вода мутнеет); второй – при поднесении горящей спички к отверстию пробирки с баритовой водой загорается голубым пламенем.

#### **Вопросы:**

1. Напишите схему реакции, происходящей при нагревании щавелевой кислоты в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Напишите схемы реакций обнаружения выделяющихся газов.

### **Опыт 5. Окисление щавелевой кислоты.**

В пробирку поместите 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты, прибавьте 1 мл 10% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 2 мл 0,31% раствора  $\text{KMnO}_4$ . Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку с 2 мл баритовой воды. Реакционную смесь нагрейте на спиртовке до обесцвечивания раствора. В пробирке с  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  наблюдается помутнение раствора.

**Вопросы:**

1. Напишите схему реакции окисления щавелевой кислоты раствором  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде.
2. Напишите схему качественной реакции на  $\text{CO}_2$ .

**Техника безопасности**

1. Опыты 1,2,4 требуют осторожной работы, т.к. используется концентрированная  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Приливают концентрированную  $\text{H}_2\text{SO}_4$  по стенке пробирки к реакционной смеси. При нагревании реакционной смеси в пробирке, её отверстие направляют от себя и от окружающих (во избежание выброса реакционной смеси).
2. Опыты 3 и 5 безопасны в выполнении.