

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии органических веществ и нефтехимии

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Методические материалы для обучающихся направления  
подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Составитель Ю. В. Непомнящих

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 3 от 09.02.2021  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
направления 18.03.02  
Протокол № 6 от 16.02.2021  
Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2021

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение экспериментальных навыков по проведению лабораторных работ с органическими соединениями и закрепление теоретических положений, касающихся курса «Органическая химия». Цель самостоятельной работы обучающегося – систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений.

## 2. МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЫТОВ

### 2.1. Предельные и непредельные углеводороды

Предельные углеводороды при обычных условиях обладают большой химической инертностью. К реакциям присоединения они не способны, при сравнительно невысоких температурах протекают только реакции замещения, чаще всего радикального. При обычной температуре предельные углеводороды не реагируют с концентрированными кислотами и сильными окислителями.

Непредельные углеводороды обладают большей реакционной способностью, благодаря наличию кратной связи. Легко вступают в реакции присоединения и окисления. Но следует иметь в виду, что непредельные углеводороды способны и к реакциям замещения, причем некоторые из таких реакций идут легче, чем для предельных. Нужно учитывать и то, что свойства этиленовых и ацетиленовых углеводородов различаются. Так, алкины менее активны в реакциях электрофильного присоединения и более активны в реакциях с нуклеофилами; имеют большую  $\text{СН-}$ кислотность концевой ацетиленовой группировки.

В качестве представителей соединений перечисленных выше классов можно применять индивидуальные газообразные углеводороды: метан, этилен, ацетилен, но удобнее пользоваться жидкими или твердыми углеводородами: парафином, вазелиновым маслом, бензином, очищенным от алкенов, – для изучения

свойств алканов; крекинг-бензином, скипидаром, циклогексеном — для изучения свойств алкенов.

### Опыт 2.1.1. Растворимость предельных углеводородов.

#### Реактивы и материалы:

предельные углеводороды  
серная кислота концентрированная  
гидроксид натрия (10%-й раствор)  
толуол  
ацетон

#### Оборудование: пробирки.

1. Как определить агрегатное состояние вещества при н.у. по физическим константам ( $T_{\text{кип}}$ ,  $T_{\text{пл}}$ )?
2. Как наблюдать растворение жидкого вещества в жидкости?
3. Как интенсифицировать процесс растворения?
4. При выполнении опыта необходимо учесть, что 1 мл вещества составляет примерно 15 капель или слой в пробирке высотой 1 см.
5. Ознакомиться с правилами работы с агрессивными веществами и ЛВЖ.

Берут пять пробирок. В каждую помещают по 1 мл растворителя (растворители перечислены в таблице). Добавляют в каждую пробирку по 1 мл предельного углеводорода. Пробирки встряхивают и оценивают растворимость визуально по однородности содержимого. Результаты оформляют в виде таблицы.

Предельный углеводород	Растворители				
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.)	$\text{NaOH}$ (водн.)	$\text{H}_2\text{O}$	толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	ацетон $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$

1. Разделите предложенные растворители на органические и неорганические. Запишите дополнительно по два растворителя каждого типа. В каких растворителях алкан растворился, а в каких нет?

2. Для растворителя  $\text{H}_2\text{O}$  укажите, в каком слое находится предельный углеводород (верхнем или нижнем). Сделайте вывод о плотности алкана по отношению к воде. Запишите справочное значение. Приведите примеры еще двух жидких предельных углеводородов с указанием их плотностей по справочнику.

### **Опыт 2.1.2. Окисление углеводородов перманганатом калия.**

#### **Реактивы и материалы:**

предельные углеводороды  
непредельные углеводороды  
перманганат калия (0,01%-й раствор)

#### **Оборудование:** пробирки.

1. Какие бывают вещества-окислители.
2. Каковы признаки протекания химической реакции?
3. Какую окраску имеет раствор перманганата калия?
4. Как окраска раствора может измениться?

В пробирку к 1 мл предельного углеводорода приливают 1 мл раствора перманганата калия. Встряхивают пробирку, не закрывая её пробкой. Происходит ли обесцвечивание раствора?

1. Приведите примеры окислителей, используемых в промышленности, лабораторной практике, быту.
2. Растворился ли предельный углеводород в растворе  $\text{KMnO}_4$ ? Если нет, то почему?
3. Обесцветился ли раствор  $\text{KMnO}_4$ ? Сделайте вывод о протекании реакции окисления алкана в данных условиях.

### **Опыт 2.1.3. Получение и свойства этилена.**

#### **Реактивы и материалы:**

этанол  
серная кислота  
концентрированная бромная вода (1%-й раствор)  
перманганат калия (0,01%-й раствор)  
кипелки (кусочки фарфора)

#### **Оборудование:** пробирки, газоотводная трубка.

1. Подпишите содержимое пробирок на рис. 2.1.

2. Как должна располагаться газоотводная трубка в пробирке 2?
3. В какой момент производится погружение газоотводной трубки в пробирку 2?
4. Повторите правила работы с агрессивными веществами (серная кислота).
5. В чем назначение кипелки?

Для изучения химических свойств этилена в одну пробирку (2), на рис. 2.1. Помещают 3 мл раствора перманганата калия и 2–3 капли концентрированной серной кислоты и перемешивают.

Установка для синтеза этилена, изображена на рис. 2.1.

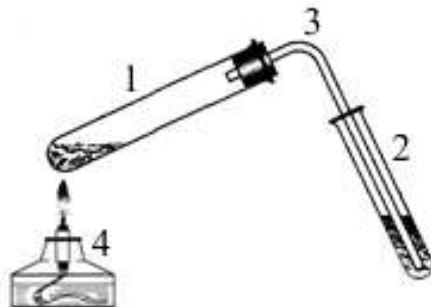


Рис. 2.1. Установка для получения этилена

1 – реакционная пробирка; 2 – пробирка-приемник штатив; 3 – газоотводная трубка; 4 – спиртовка

В пробирку (1), наливают 1 мл этанола и осторожно приливают 3 мл концентрированной серной кислоты, добавляют кипелку. Пробирку закрывают резиновой пробкой с газоотводной трубкой (3). Содержимое пробирки осторожно нагревают. Выделяющийся этилен пропускают через раствор перманганата калия. Происходит ли обесцвечивание раствора? Почему?

1. К какому классу органических соединений относится этилен? Приведите примеры структурных формул других представителей этого класса.
2. Какие реакции наиболее характерны для этилена? Приведите пример такой реакции.
3. Что такое реакция дегидратации? Каковы условия протекания реакции?
4. Как изменилась окраска растворов в пробирках 1 и 4 после проведения опыта?
5. Напишите уравнения реакций дегидратации этанола и окисления этилена. Аналогично напишите реакции обра-

зования пропилена и 1-бутена (необходимо учесть правило Зайцева).

6. В выводе сравните окисляемость предельного и непредельного углеводорода.

## 2.2. Ароматические углеводороды

Ароматические соединения склонны к реакциям замещения атома водорода бензольного ядра другими атомами или остатками. Их разделяют на реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Примерами реакций электрофильного замещения являются: галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование, алкилирование по Фриделю–Крафтсу, азосочетание и другие.

В молекуле бензола все шесть атомов углерода равноценны, поэтому не имеет значения, какой атом водорода будет замещаться. Если в бензольном кольце уже есть заместитель, то для определения направления замещения руководствуются правилами ориентации в бензольном кольце.

Наиболее типичной реакцией нуклеофильного замещения является замещение галогенов гидроксильной, алкоксильной, амино- или цианогруппой. В ароматическом ряду такие процессы, как правило, затруднены.

Наиболее простым ароматическим соединением является бензол. Вещество токсичное, канцерогенное, поэтому работу с ним ограничивают (не допускаются к работе с бензолом женщины и лица моложе 18 лет). В учебных целях в качестве ароматического углеводорода используют толуол.

### Опыт 2.2.1. Определение растворимости толуола и фенола.

#### Реактивы и материалы:

толуол

фенол

ацетон

гидроксид натрия (10%-й раствор)

**Оборудование:** пробирки.

1. Повторите правила работы с агрессивными веществами (фенол брать только лопаткой).
2. Каково агрегатное состояние толуола и фенола при н.у.?
3. Каким растворителем – органическим или неорганическим является вода? А ацетон?

В две пробирки помещают по 1 мл толуола, в первую добавляют 1 мл ацетона, а во вторую – 1 мл воды. Содержимое пробирок тщательно взбалтывают. Отмечают, в какой пробирке образуются два слоя, а в какой – однородный раствор. В пробирку с расслоившимися жидкостями добавляют 1 мл раствора гидроксида натрия. Отмечают, происходит ли растворение толуола? Аналогично проводят опыт с фенолом. Результаты наблюдений заносят в таблицу:

Толуол ( $C_6H_5CH_3$ )		Фенол ( $C_6H_5OH$ )	
вода	ацетон $CH_3C(O)CH_3$	вода	ацетон $CH_3C(O)CH_3$
при добавлении раствора гидроксида натрия			

1. К каким классам органических веществ относятся толуол и фенол. Напишите структурные формулы. Приведите примеры других веществ относящихся к этим же классам.
2. Напишите реакцию взаимодействия фенола и гидроксида натрия.
3. Сделайте вывод о растворимости толуола и фенола.

#### Опыт 2.2.2. Окисление толуола.

##### Реактивы и материалы:

толуол  
перманганат калия (0,1%-й раствор)  
карбонат натрия (10%-й раствор)

**Оборудование:** пробирки, стакан, водяная баня.

1. Какое вещество является окислителем в данном опыте?
2. Какова окраска раствора перманганата калия, как она может изменяться в ходе реакции?
3. Каковы признаки протекания химической реакции?

В пробирку помещают смесь 1 мл толуола, 1 мл раствора перманганата калия и 1 мл раствора соды. Смесь нагревают на водяной бане, периодически взбалтывая. Наблюдают изменение окраски водного слоя.

1. Растворяется ли толуол в растворе перманганата калия? Если нет, то почему?
2. В каком слое, верхнем или нижнем, находится толуол? Сделайте вывод о плотности толуола относительно воды.
3. Напишите реакцию взаимодействия толуола с перманганатом калия.
4. Сравните окисляемость толуола с окисляемостью предельных и непредельных углеводородов.

### Опыт 2.2.3. Сульфирование и нитрование толуола.

#### Реактивы и материалы:

толуол  
бром (5%-й раствор)  
серная кислота, конц.  
азотная кислота, конц.

**Оборудование:** пробирки, стаканы, водяная баня.

1. Повторите правила работы с агрессивными веществами (серная и азотная кислоты).
2. Из каких компонентов готовят нитрующую смесь?
3. Какова роль серной кислоты в реакции нитрования?
4. Будет ли происходить растворение толуола в серной кислоте? В нитрующей смеси? Почему?

В две пробирки помещают по 1 мл толуола. В первую пробирку добавляют 1 мл серной кислоты, нагревают на водяной бане, постоянно встряхивая до получения однородного содержимого. Содержимое пробирки выливают в стакан с водой, отмечают появление слоев или образование прозрачного раствора. Во вторую пробирку добавляют нитрующую смесь, приготовленную отдельно (смесь 1 мл азотной и 2 мл серной кислот). Содержимое пробирки встряхивают до появления отчетливой оранжевой окраски, а затем выливают в стакан с холодной водой. Отмечают разделение слоев и их окраску.

1. К какому типу реакций относятся реакции сульфирования и нитрования?



2. Заместителем какого рода является группа  $\text{CH}_3$ -? Сформулируйте правило замещения в ароматическом ряду.
3. Запишите уравнения реакций сульфирования и нитрования толуола.
4. Запишите уравнения реакций сульфирования и нитрования для фенола и для бензойной кислоты.

### 2.3. Спирты

Спирты содержат в своем составе гидроксильную группу. Нейтральны на лакмус, но являются слабыми кислотами. Растворимость спиртов в воде снижается с увеличением числа атомов в молекуле и увеличивается с увеличением числа гидроксильных групп.

Химические свойства спиртов определяются наличием гидроксигруппы. В основном подразделяются на реакции за счет атома водорода  $-\text{OH}$  группы (замещение на атом активного металла), реакции замещения функциональной группы (например, на атом галогена) и реакции за счет  $-\text{OH}$  группы и соседнего с ней атома водорода (реакция дегидратации).

#### Опыт 2.3.1. Свойства предельных одноатомных спиртов.

##### Реактивы и материалы:

этиловый спирт  
бутиловый спирт  
изоамиловый спирт  
универсальная индикаторная бумага

##### Оборудование: пробирки.

1. Как можно охарактеризовать запах вещества?
2. Классифицируйте предложенные для исследования спирты.
3. Что определяют с помощью индикаторной бумаги?

На индикаторную бумагу наносят каплю исследуемого спирта. Отмечают, происходит ли изменение цвета индикатора?

В пробирку помещают 1 мл исследуемого спирта и отмечают его запах.

Добавляют к спирту 1 мл воды и взбалтывают. Происходит ли растворение? Если нет, то в каком слое находится спирт, верхнем или нижнем?

Если спирт в воде не растворим, то в пробирку с расслоившейся смесью добавляют 1 каплю водного раствора йода в йодистом калии и взбалтывают. Происходит ли переход йода в спиртовой слой? Результаты наблюдений заносят в таблицу:

	Цвет индикаторной бумаги / pH среды	Растворимость в воде / плотность относительно воды (выше, ниже)	Растворимость йода в спирте (какой слой окрашен ярче)
Название спирта			

1. Какой цвет имеет индикаторная бумага в исследуемых спиртах? Сделайте вывод о pH спиртов.
2. Как изменяется растворимость спиртов в воде с увеличением числа атомов углерода?
3. На примере спиртов несмешивающихся с водой сделайте вывод о растворимости йода, в воде и в спирте.

### Опыт 2.3.2. Окисление изопропилового спирта.

#### Реактивы и материалы:

изопропиловый спирт  
бихромат калия (0,5 М раствор)  
серная кислота (1 М раствор)

#### Оборудование: пробирки, спиртовка.

1. Какова окраска раствора бихромата калия?
2. Как она может изменяться в ходе реакции?

В пробирку к 1 мл изопропилового спирта добавляют 1 мл раствора серной кислоты и 2 мл раствора бихромата калия. Осторожно нагревают до изменения цвета раствора и появления характерного запаха.

1. Запишите реакцию окисления изопропилового спирта до ацетона.
2. В каких условиях происходит окисление?

**Опыт 2.3.3. Образование глицерата меди.****Реактивы и материалы:**

сульфат меди (2 М раствор) би-  
хромат калия (0,5 М раствор)  
серная кислота (1 М раствор)  
глицерин

**Оборудование:** пробирки, спиртовка.

1. Что такое качественная реакция?
2. Приведите пример качественной реакции.

В пробирку помещают 1 мл раствора сульфата меди и 1 мл раствора гидроксида натрия. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) добавляют несколько капель глицерина. Почему происходит растворение осадка образовавшегося гидроксида меди (II)?

1. Запишите реакцию образования гидроксида меди (II).
2. Запишите реакцию образования глицерата меди.
3. Сделайте вывод о строении спиртов, способных вступать в реакцию с гидроксидом меди (II).

**2.4. Альдегиды и кетоны**

Альдегиды и кетоны имеют в своем составе карбонильную группу. Кетоны и особенно альдегиды – весьма реакционноспособные соединения, вступающие в реакции присоединения и окисления. Кроме того, возможны реакции с участием водорода в  $\alpha$ -положении к карбонильной группе. Кетоны обладают меньшей реакционной способностью по сравнению с альдегидами.

**Опыт 2.4.1. Получение 2,4-динитрофенилгидразона ацетона.****Реактивы и материалы:**

ацетон  
2,4-динитрофенилгидразин (0,1 М раствор)  
гидроксид натрия (20%-й раствор)

**Оборудование:** пробирки, спиртовка.

К раствору 2,4-динитрофенилгидразина прибавляют 3–4 капли ацетона. Смесь встряхивают и слегка нагревают. Что происходит? При добавлении нескольких капель 20%-го раствора гидроксида натрия происходит изменение окраски.

### **Опыт 2.4.2. Взаимодействие ацетона с солянокислым гидроксиламином.**

#### **Реактивы и материалы:**

ацетон  
гидроксиламин солянокислый (5%-й раствор)  
метиловый оранжевый (1%-й раствор)

**Оборудование:** пробирки, стаканчик, электроплитка.

К 3 мл раствора солянокислого гидроксиламина прибавляют 1 мл ацетона. Смесь нагревают на водяной бане и добавляют 3 капли метилового оранжевого. Отмечают изменение цвета индикатора.

### **Опыт 2.4.3. Получение гидросульфитного производного ацетона.**

#### **Реактивы и материалы:**

ацетон  
гидросульфит натрия (насыщенный раствор)

**Оборудование:** пробирки.

В пробирке 1 мл ацетона энергично встряхивают с 2 мл свежеприготовленного раствора гидросульфита натрия. Выпадает кристаллический осадок гидросульфитного производного ацетона. Эта реакция является качественной на карбонильную группу.

### **Опыт 2.4.4. Окисление альдегидов гидроксидом меди.**

#### **Реактивы и материалы:**

гидроксид натрия (1М раствор)  
сульфат меди (0,2М раствор)  
глюкоза (0,5 %-й раствор)

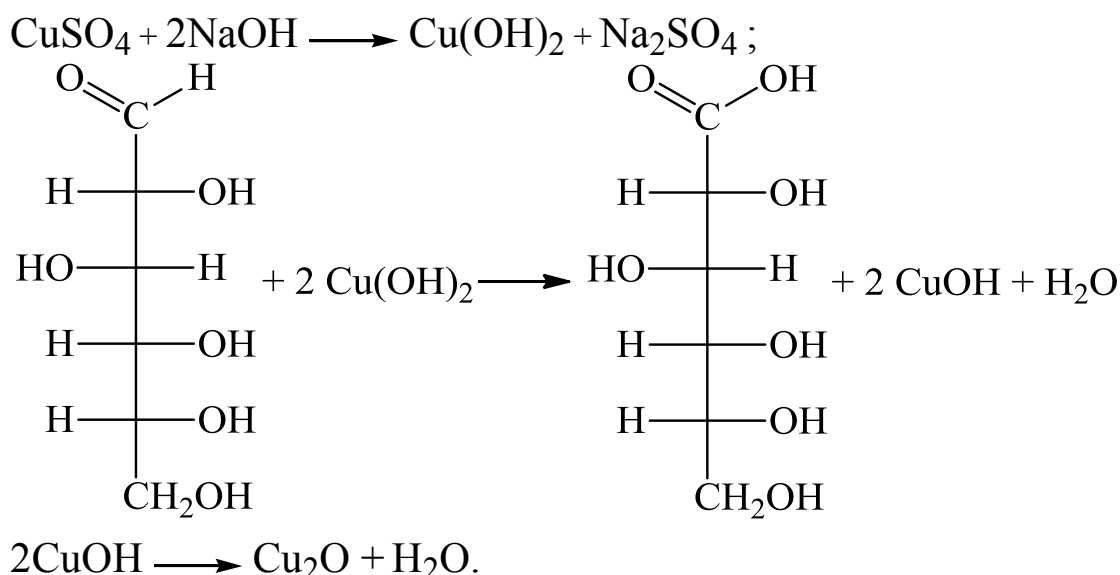
**Оборудование:** пробирки, спиртовка.

1. К какому классу органических соединений можно отнести глюкозу? Какие функциональные группы присутствуют в ее молекуле?

2. Какой окислитель используется в данной реакции?

В пробирку помещают 3 мл раствора гидроксида натрия и добавляют раствор сульфата меди до образования осадка. К выпавшему осадку добавляют 1 мл раствора глюкозы, содержимое пробирки встряхивают и нагревают над пламенем спиртовки до кипения. При этом образуется осадок.

Уравнения реакций:



1. Какая функциональная группа в молекуле глюкозы может подвергаться окислению?
2. Сравните окисляемость альдегидов и других органических соединений (предельных, непредельных, ароматических углеводов, спиртов).

## 2.5. Карбоновые кислоты и их производные

К классу карбоновых кислот относятся соединения, содержащие карбоксильную группу ( $-\text{COOH}$ ). Карбоновые кислоты обладают кислой реакцией, способны к образованию солей. В химические реакции карбоновые кислоты вступают в основном за счет функциональной группы, при этом образуются производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, амиды и др.

### Опыт 2.5.1. Растворимость кислот в воде.

#### Реактивы и материалы:

уксусная кислота  
щавелевая кислота  
бензойная кислота

**Оборудование:** пробирки, водяная баня.

1. Определите агрегатное состояние исследуемых кислот при н.у. по справочным данным.
2. Запишите структурные формулы исследуемых кислот.

В пробирки помещают по 1 мл (или несколько кристаллов) исследуемой карбоновой кислоты. В каждую пробирку добавляют по 1 мл воды. Встряхивают, отмечают, происходит ли растворение кислот. Если кислота не растворяется, пробирку нагревают. Отмечают, происходит ли растворение кислот после нагревания. Горячие растворы охлаждают. Наблюдается ли выделение кристаллов кислот?

1. В каких условиях растворилась в воде каждая из исследуемых кислот?
2. Расположите исследуемые кислоты в ряд по легкости с которой они растворяются в воде.
3. Сделайте вывод о зависимости растворимости исследуемых кислот в воде от их химического строения.

#### **Опыт 2.5.2. Кислотные свойства карбоновых кислот.**

##### **Реактивы и материалы:**

уксусная кислота, 0,1 М раствор  
метиловый оранжевый, раствор  
фенолфталеин, раствор  
карбонат натрия

##### **Оборудование:** пробирки.

1. Что такое рН раствора? Зачем его измеряют?
2. В каком диапазоне изменяется рН?
3. Что такое индикаторы?
4. Как изменяется окраска метилового оранжевого в зависимости от среды раствора? А окраска фенолфталеина?

В каждую из трех пробирок помещают по 1 мл раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавляют 3 капли раствора метилового оранжевого, во вторую – 3 капли раствора фенолфталеина, в третью – несколько крупинок карбоната натрия. Отмечают происходящие изменения. Метиловый оранжевый – рН-индикатор с переходом окраски от красной к желтой в интервале рН от 3,0 до 4,4. Фенолфталеин – рН индикатор с переходом окраски от бесцветной к малиново-красной в интервале рН от 8,2 до 10,0.

1. Как изменилась окраска метилового оранжевого в растворе уксусной кислоты? А окраска фенолфталеина?
2. Проявляет ли уксусная кислота кислотные свойства?

3. Запишите реакцию уксусной кислоты с карбонатом натрия. Какой газ выделяется в результате реакции? Как называется эта реакция?

#### Опыт 2.5.4. Получение этилбензоата.

##### Реактивы и материалы:

бензойная кислота

этанол

серная кислота, концентрированная

**Оборудование:** пробирки, стакан, водяная баня.

1. Что такое реакция этерификации?
2. Что является катализатором реакции этерификации?
3. Какие продукты образуются в ходе реакции этерификации?

В пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты, добавляют 1 мл этанола и 3 капли концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки встряхивают и нагревают на кипящей водяной бане 5 минут. Выливают реакционную смесь в стаканчик с водой. Отмечают изменения (появление специфического запаха, расслоение жидкостей, выпадение осадка).

1. Напишите реакцию бензойной кислоты с этиловым спиртом.
2. Приведите пример реакции этерификации.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Текущие записи при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Органическая химия» выполняются **в лабораторном журнале** (тетрадь на 12–18 листов). Записи необходимо вести четко, аккуратно и в определенном порядке:

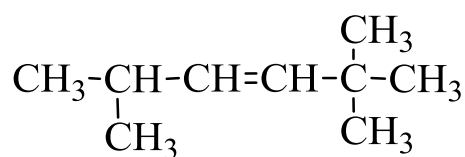
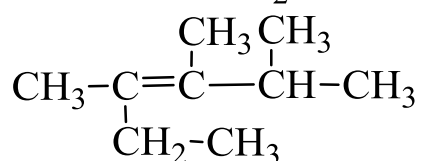
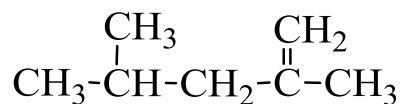
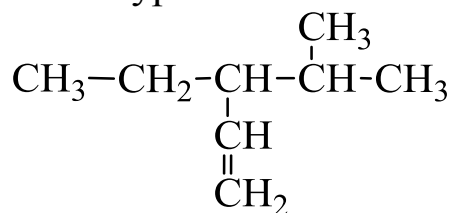
1. Название опыта.
2. Краткое описание опыта и наблюдения.
3. Ответы на вопросы, предваряющие выполнение опыта.
4. Уравнения химических реакций.
5. Выводы.

По окончании работы студенты сдают оформленный отчёт на проверку преподавателю. При правильном оформлении отчёта

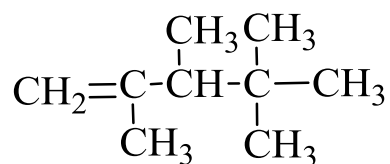
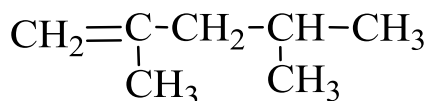
преподаватель расписывается в лабораторном журнале. В случае необходимости отдает отчёт на доработку студенту.

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Напишите структурные формулы углеводородов:  
2,2-диметилгексан,  
2,3-диметил-3-этилгексан,  
2,3,4-триметилпентан,  
2,5-диметил-3,3-диэтилгексан,  
2,2,3,4-тетраметилгексан,  
2,4,4,5-тетраметилгептан.
2. Укажите сколько в каждом из соединений, задания №1 первичных, вторичных и третичных атомов углерода.
3. Напишите все возможные изомеры для:  
а) пентана (3);  
б) гексана (5);  
в) гептана (9).
4. Какие хлорпроизводные могут быть получены при замещении одного атома водорода на хлор в:  
а) пропане,  
б) бутане,  
в) 2-метилпропане,  
г) 2-метилбутане,  
д) 2,2,3-триметилгексане?  
Назовите образующиеся монохлорпроизводные.
5. Назовите следующие углеводороды по систематической номенклатуре:







6. Напишите структурные формулы углеводородов:

- 2-метил-3-гексен;  
 2,3-диметил-1-пентен;  
 2,2,4-триметил-3-гексен;  
 2,5,5-триметил-3-гептен;  
 2,2,6-триметил-4-октен.

7. Напишите реакции присоединения HBr к:

- а) 1-бутену;  
 б) 2-метил-2-пентену;  
 в) 2-метил-1-бутену;  
 г) 2,4-диметил-2-пентену.

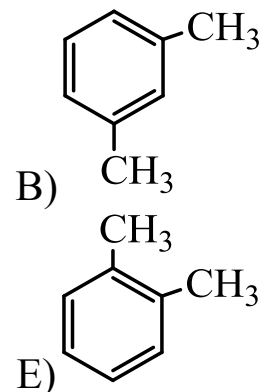
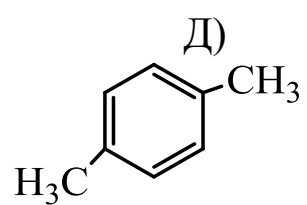
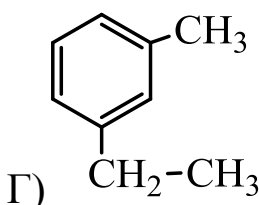
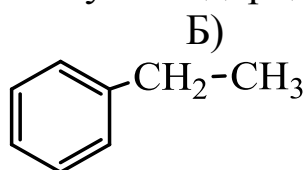
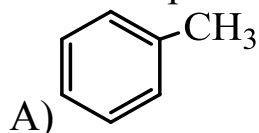
8. Напишите структурные формулы соединений:

- 3-метил-1-бутин;  
 2,2-диметил-3-гексин;  
 3,4-диметил-1-пентин;  
 2,2,5-триметил-3-гексин.

9. Напишите реакции ступенчатого присоединения:

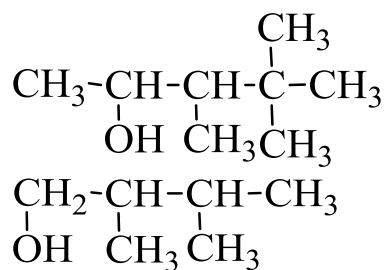
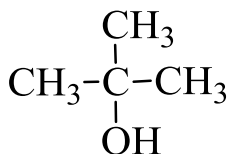
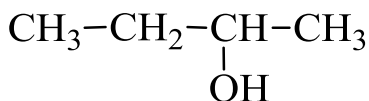
- а) Br<sub>2</sub> к 1-бутину;  
 б) HCl к 2-бутину;  
 в) H<sub>2</sub>O к 2,5-диметил-3-гексину.

10. Назовите ароматические углеводороды:

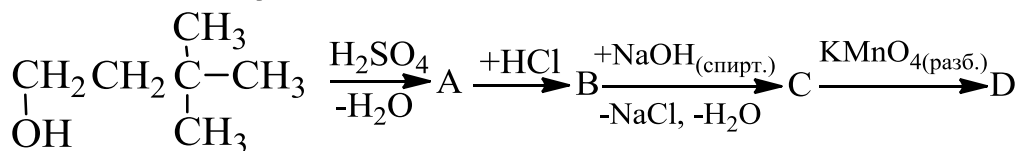
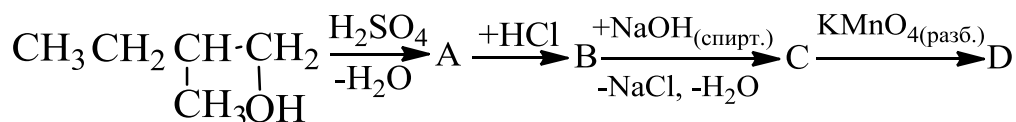


11. Напишите реакции бромирования и нитрования учитывая ориентирующее влияние заместителей для: а) этилбензола; б) хлорбензола; в) нитробензола; г) бензальдегида; д) аминокбензола; е) бензойной кислоты, ж) фенола.

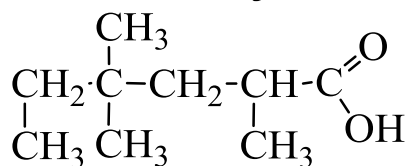
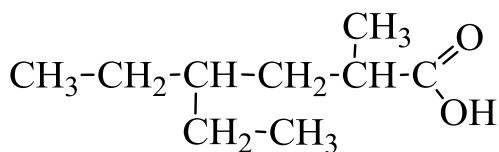
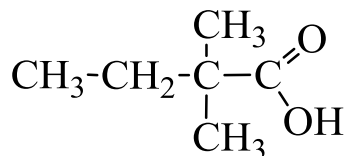
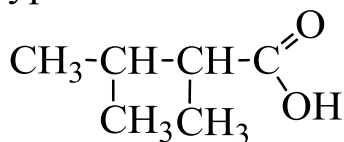
12. Назовите соединения по систематической номенклатуре:

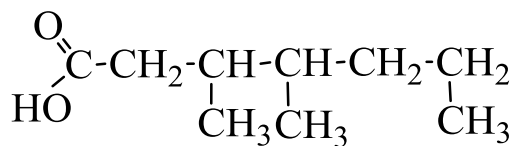
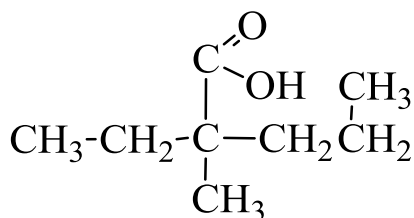


13. Напишите реакции дегидратации по Зайцеву следующих спиртов: а) 2-бутанол; б) 3-метил-2-пентанол; в) 2-метил-2-бутанол.
14. Напишите формулы промежуточных и конечного продуктов в схемах:



15. Напишите структурные формулы соединений:
- 2-метилпентаналь;
  - 3-метилгексаналь;
  - 5,5-диметил-2-гексанон;
  - 2,2,6-триметил-4-гептанон;
  - 3-метил-2-бутеналь.
16. Для пропаналя, 2-метилбутанала, 3-пентанона и 3-метил-2-бутанона напишите реакции с: а) синильной кислотой (HCN); б) водой; в) метанолом; г) гидросульфитом натрия (NaHSO<sub>3</sub>).
17. Назовите карбоновые кислоты по систематической номенклатуре:





18. Для 2-метилпропановой и 2,3-диметилпентановой кислот напишите реакции: а) с NaOH; б) с PCl<sub>5</sub>; в) с NH<sub>3</sub>; г) CH<sub>3</sub>OH. Определите к какому классу относятся продукты реакций и назовите их по систематической номенклатуре.

## 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Многие органические соединения – анилин, нитросоединения, ароматические углеводороды и др. могут вредно действовать на дыхательные пути, кожу, а через них и на весь организм. Поэтому обращаться с такими органическими веществами следует осторожно, не вдыхать их пары, не проливать на руки. При попадании на руки тщательно смыть водой с мылом.

2. Работу с легко воспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) следует проводить вдали от огня в вытяжном шкафу. Не подогревать ЛВЖ на открытом огне, для этого использовать водяную баню.

3. Нагревание пробирок и других стеклянных сосудов следует производить очень осторожно и постепенно; перед нагреванием в пламени спиртовки или на плитке пробирка должна быть вытерта снаружи насухо.

4. Не наклоняться над пробиркой, в которой проводится реакция.

5. При исследовании запаха жидкости следует осторожно направлять к себе её пары легким движением руки.

6. При кипячении какой-либо жидкости отверстие пробирки нужно направлять в сторону как от себя, так и от соседей. При нагревании концентрированных кислот и растворов щелочей необходимо работать в очках.

7. При разбавлении кислоты необходимо осторожно, небольшими порциями, при постоянном перемешивании **прибав-**

**лать кислоту в воду, а не наоборот!** Глаза при этом должны быть защищены очками.

8. При работе с газоотводной трубкой для предотвращения затягивания среды в реакционную пробирку сначала убирают пробирку-приемник, а затем прекращают нагрев.

9. Запрещается выливать в раковину концентрированные кислоты, щелочи, огнеопасные, ядовитые, плохо смывающиеся и сильно пахнущие жидкости. Для этого в вытяжном шкафу или около раковины должны стоять специальные емкости для слива кислот и органических жидкостей отдельно.

10. При воспламенении ЛВЖ пламя тушат песком или асбестовым одеялом. Никогда не следует задувать пламя или заливать его водой.

11. При загрязнении помещения ртутью из разбитого термометра необходимо провести демеркуризацию: механический сбор шариков ртути, химическую обработку кашицей хлорида железа (III), а затем тщательно промыть поверхность 20%-м раствором хлорида железа (III), мыльным раствором и чистой водой.

12. При проведении опыта необходимо соблюдать порядок смешения реагентов, приведенный в методических указаниях, а также условия проведения опыта.

### Оказание первой помощи при несчастных случаях

1. При легких термических ожогах обожженное место смазывают глицерином или прикладывают к нему вату, смоченную спиртом. Не следует смачивать обожженное место водой.

2. При попадании кислот или щелочей на кожу необходимо промыть пораженное место большим количеством воды, а затем 3%-м раствором гидрокарбоната натрия (при попадании кислоты) или 1%-м раствором уксусной кислоты (при попадании щелочи).

3. При попадании фенола на кожу пораженное место не промывать водой, а протереть глицерином, только потом водой и наложить глицериновую повязку.

4. При порезах рук стеклом, прежде всего, удаляют осколки пинцетом, останавливают кровотечение 3%-м раствором пероксида водорода, смазывают рану 5%-м раствором йода и накладывают повязку. При капиллярном и венозном кровотечении на ра-

ну накладывают давящую повязку, при сильных кровотечениях – жгут выше места пореза.

## 6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артеменко, А. И. Органическая химия для нехимических направлений подготовки / А. И. Артеменко. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 608 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/38835> (дата обращения: 04.10.2020). – Текст : электронный.

2. Органическая химия. Базовый курс : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 240 с. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44754](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44754). – Текст : непосредственный + электронный.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель работы	1
2. Методики выполнения опытов	1
2.1. Предельные и непредельные углеводороды	1
2.2. Ароматические углеводороды	5
2.3. Спирты	8
2.4. Альдегиды и кетоны	11
2.5. Карбоновые кислоты и их производные	13
3. Требования к оформлению отчёта	15
4. Контрольные вопросы	15
5. Техника безопасности при проведении лабораторных работ	18
6. Список рекомендуемой литературы	20

Составитель  
Юлия Викторовна Непомнящих

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Методические материалы для обучающихся направления  
подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Печатается в авторской редакции

Рецензент д.х.н., профессор С. Г. Воронина

Подписано в печать 31.05.2021. Формат 60×84/16.

Уч.-изд. л. 1,1. Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Тираж 14 экз. Заказ \_\_\_\_.

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр Кузбасского государственного технического  
университета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово,  
ул. Д. Бедного, 4а.