

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

Факультет естествознания  
Кафедра химии

(рег. № УМ 25-3-258-216)

**СОГЛАСОВАНО**

**СОГЛАСОВАНО**

Зав. кафедрой химии

Декан факультета естествознания

\_\_\_\_\_ Никандров В.Н.

\_\_\_\_\_ Науменко Н.В.

22 марта 2016 г.

27 апреля 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Химия**  
для специальности:

1-02 04 02 Биология и география

Составители:

**Козлова-Козыревская А.Л.**, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук;

**Огородник В.Э.**, старший преподаватель кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка».

Рассмотрено и утверждено на  
заседании Совета БГПУ

«24» июня 2016 г., протокол № 10

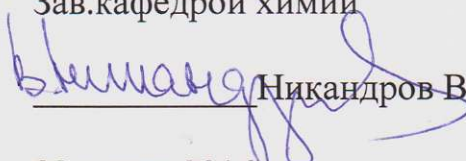
Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

Факультет естествознания  
Кафедра химии

(рег.№ УМ 25-3-258-216)

**СОГЛАСОВАНО**

Зав.кафедрой химии

  
Никандров В.Н.

22 марта 2016 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Декан факультета естествознания

  
Науменко Н.В.

27 апреля 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Химия

для специальности:

1-02 04 02 Биология и география

Составители:

**Козлова-Козыревская А.Л.**, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук;

**Огородник В.Э.**, старший преподаватель кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка».

Рассмотрено и утверждено на  
заседании Совета БГПУ

« 24 » июня 2016 г., протокол № 10

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Теоретический раздел
  - 1.1 Содержание лекционного материала
2. Практический раздел
  - 2.1 Содержание учебного материала к лабораторным занятиям
3. Раздел контроля знаний
  - 3.1 Вопросы к лабораторным занятиям
  - 3.2 Вопросы к экзамену
4. Вспомогательный раздел
  - 4.1 Список литературы
  - 4.2 Программная документация

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Знание химии необходимо не только в плане общехимической подготовки, но и для успешной профессиональной деятельности в школе. Изучение химии способствует развитию научного химического мышления, формирует умение анализировать, обобщать, проводить аналогию, прививает навыки химического эксперимента, приучает к точности и аккуратности в работе. Учебная дисциплина «Химия» является важной составной частью системы подготовки учителей биологии и географии, необходимой для понимания и усвоения специальной дисциплины – геологии.

Основной целью учебно-методического комплекса по дисциплине «Химия» является изучение основных разделов химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку специалистов биологического и географического профиля.

Изучение дисциплины ставит в качестве главной задачи формирования у будущих специалистов научно-обоснованного подхода к решению теоретических и практических задач в области экспериментальных методов исследований биологических и геологических объектов, формирует у студентов чёткое представление об эволюции наук о Земле (с точки зрения химии) и современного научного мировоззрения.

К основным задачам учебной дисциплины относятся:

1. изучение основных закономерностей строения и химического поведения веществ, протекания химических процессов;
2. усвоение взаимосвязи между строением и свойствами соединений;
3. формирование навыков решения расчетных и качественных химических задач;
4. формирование навыков работы с веществами природного происхождения в химической лаборатории.

В учебно-методическом комплексе отражены современное состояние и пути развития химических наук. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и чутким к требованиям времени.

Основными формами занятий являются лекции и лабораторные занятия. Лекции могут носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы, заострять внимание на связях химии с другими науками о Земле. Во время лабораторных занятий, происходит формирование экспериментальных навыков работы; связь с лекционным курсом происходит через систему решения проблемных задач, согласно тематике лабораторного практикума. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в устной (лабораторные коллоквиумы) и письменной (тестовые задания) формах.

Всего на изучение дисциплины «Химия» отводится 132 часа, из них аудиторных 60 (40 часов – лекции, 20 часов – лабораторные занятия).

Целью электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) «Химия» является помощь студентам в приобретении и лучшем понимании базовых знаний по основным аспектам общей и органической химии.

К основным задачам ЭУМК относятся:

- изучение теоретических аспектов химии;
- изучение основных методов работы в лаборатории.

Представленный электронный УМК по дисциплине «Химия» разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к составлению и утверждению учебно-методических комплексов.

Структурно ЭУМК состоит из четырех взаимосвязанных блоков.

**Теоретический раздел** содержит материал для теоретического изучения учебной дисциплины в объеме, установленном типовым учебным планом. Он представляет собой краткий курс лекций, содержание которого включает все основные темы и вопросы, необходимые для формирования у студентов профессиональных компетенций в соответствии с образовательным стандартом по специальности. Содержание учебного материала в разделе структурировано в соответствии с количеством лекций (40 часов).

**Практический раздел** содержит материал для проведения лабораторных занятий и семинаров в соответствии с тематическим планом (с указанием тем, а также времени на их изучение по видам аудиторных занятий). Раздел включает методические рекомендации для проведения лабораторных работ.

**Раздел контроля знаний** содержит вопросы для текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности студентов требованиям образовательных стандартов.

**Вспомогательный раздел** ЭУМК содержит учебно-программную документацию и перечень учебных изданий, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины «Химия».

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Содержание учебного материала к лабораторным занятиям.

Целью лабораторного практикума (20 часов) является обучение студентов навыкам выполнения экспериментальных исследований.

Лабораторные работы выполняются с использованием оборудования, посуды и реактивов, которые есть в наличии на кафедре химии.

Тематика лабораторных работ соответствует существующим учебным пособиям. Последовательность выполнения лабораторных работ определяются преподавателем.

#### **РАЗДЕЛ 1. Общая и неорганическая химия.**

*Лабораторная работа № 1.* Основные классы неорганических веществ и их номенклатура. Продолжительность работы 4 часа.

*Лабораторная работа № 2.* Определение скорости химической реакции. Продолжительность работы 4 часа.

*Лабораторная работа № 3.* Приготовление растворов заданного состава. Продолжительность работы 4 часа.

#### **РАЗДЕЛ 2. Органическая химия.**

*Лабораторная работа № 4.* Способы получения и химические свойства углеводов. Продолжительность работы 4 часа.

*Лабораторная работа № 5.* Химические свойства кислородсодержащих органических веществ. Продолжительность работы 4 часа.

## РАЗДЕЛ 1. Общая и неорганическая химия.

### Лабораторная работа № 1. Основные классы неорганических веществ и их номенклатура. Продолжительность работы 4 часа.

#### *Задания для подготовки к работе:*

1. Вычислите степени окисления элементов в соединениях:  $K_2Cr_2O_7$ ;  $NH_4NO_3$ ;  $MgOHCl$ ;  $NH_2OH$ ;  $SO_2Cl_2$ ;  $Mn(OH)_2$ ;  $Ba_2P_2O_7$ .

2. Напишите формулы оксидов, соответствующих гидроксидам и назовите их:  $H_2SeO_3$ ;  $H_5IO_6$ ;  $H_4MnO_4$ ;  $H_3BO_3$ ;  $CuOH$ ;  $Fe(OH)_3$ ;  $Sn(OH)_2$ ;  $H_2GeO_3$ .

3. Напишите формулы гидроксидов, соответствующих оксидам, назовите гидроксиды:  $Bt_2O$ ;  $Rb_2O$ ;  $SnO_2$ ;  $BeO$ ;  $CrO_3$ ;  $N_2O_5$ ;  $As_2O_3$ ;  $I_2O_5$ .

4. Напишите реакции, доказывающие амфотерность:

а) оксида бериллия      б) гидроксида хрома(III)      в) металлического цинка.

5. Напишите уравнения реакций, характеризующих свойства щелочей, на примере гидроксида калия.

6. Составьте молекулярные и структурные формулы кислот, укажите их основность: бромноватая, марганцевая, хлорная, метафосфорная, сернистая, селеновая.

7. Составьте формулы солей, укажите заряды ионов, классифицируйте соли (кислые, средние, основные): дигидрофосфат бария, сульфит гидроксиалюминия, гидроселенат стронция, манганат гидроксохрома (III), гипохлорит бария, перхлорат кальция, метаборат никеля(II), сульфид магния, ортоарсенат калия.

8. Запишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:

а) нитрат гидроксохрома(III)  $\rightarrow$  нитрат хрома(III)  $\rightarrow$  гидроксид хрома (III)  $\rightarrow$  метахромит калия  $\rightarrow$  хлорид хрома (III);

б) магний  $\rightarrow$  хлорид магния  $\rightarrow$  гидроксид магния  $\rightarrow$  дигидрофосфат магния  $\rightarrow$  ортофосфат магния

9. Предложите 5 способов получения сульфата железа (II). Запишите уравнения соответствующих реакций.

**Цель работы** – усвоение классификации неорганических веществ, их свойств и генетических связей между соединениями, относящимися к различным классам.

**Приборы и реактивы:** штативы с пробирками, спиртовки, шпатели, держатели, металлическая ложечка, коническая или плоскодонная колба на 100 см<sup>3</sup>, три химических стакана, реактивы, перечисленные при описании опытов.

**Форма протокола:**

№ оп.	Уравнение реакции в молекулярной и ионно-молекулярной форме	Наблюдаемый эффект	Вывод

**Описание работы**

**1. Оксиды, их получение и свойства.**

**1.1. Получение оксидов взаимодействием простых веществ.**

Коническую или плоскодонную колбу заполните дистиллированной водой примерно на треть. В металлическую ложечку поместите небольшое количество фосфора и нагрейте в пламени спиртовки до воспламенения. Ложечку с горящим фосфором (выделяется белый дым) внесите в колбу, держите над водой (*не погружая в воду!*). После того, как горение закончится, определите реакцию среды раствора при помощи индикаторной бумаги. Для этого погрузите в полученный раствор стеклянную палочку, а затем дотроньтесь ею до индикаторной бумаги. Сравните цвет индикаторной бумаги со шкалой, определите pH. Запишите уравнения реакций и объясните



изменение цвета индикаторной бумаги. Точно таким же образом проделайте опыт с серой. Насколько отличается рН раствора, полученного в опыте с горением фосфора, от рН раствора, полученного в ходе сжигания серы? Какой вывод можно сделать о силе кислот, образующихся в данном опыте?

**1.2. Получение оксидов разложением солей.** В сухую пробирку поместите небольшое количество (на кончике шпателя) карбоната гидроксомеди (II) (малахита). Отметьте цвет соли. Нагрейте соль в пробирке (*не прогревая пробирку!*) до полного ее разложения. Напишите реакцию разложения соли, отметьте агрегатное состояние продуктов реакции, цвет твердого остатка. Обратите внимание, появился ли конденсат на стенках пробирки? Будет ли в ходе термического разложения малахита выделяться газ? Каким образом можно обнаружить образование газа?

**1.3. Получение оксидов разложением гидроксидов.** В пробирку налейте немного раствора сульфата меди (II), добавьте несколько капель 2М раствора гидроксида натрия. Отметьте цвет образовавшегося осадка. Напишите уравнения реакций и объясните образование осадка. Пробирку нагрейте до изменения цвета осадка. Напишите уравнение реакции. Объясните причину изменения цвета осадка в результате нагревания.

**1.4. Отношение оксидов к воде.** В две пробирки поместите небольшое количество оксида кальция и оксида меди (II), добавьте немного дистиллированной воды и 1-2 капли фенолфталеина. Объясните изменение окраски индикатора и различное отношение основных оксидов к воде.

**1.5. Взаимодействие оксидов с гидроксидами.**

а) В пробирку с 2-3 мл известковой воды (раствора гидроксида кальция) опустите газоотводную трубку аппарата Киппа. Откройте кран аппарата и пропускайте диоксид углерода через раствор известковую воду до образования осадка. Запишите уравнение реакции и объясните образование осадка. Содержимое пробирки не выливайте, оставив его для опыта 3.6.

б) В две пробирки внесите несколько крупинок оксида цинка и оксида меди (II), добавьте 1-2 см<sup>3</sup> 2М раствора серной кислоты, при необходимости нагрейте содержимое пробирок. Что наблюдается в каждом случае? Как объяснить наблюдаемые явления?

в) Приготовьте еще две пробирки с оксидами меди (II) и цинка, прилейте к ним по 2-3 см<sup>3</sup> 30%-ного раствора гидроксида натрия, нагрейте содержимое пробирок. Произошло ли растворение оксидов? Изменился ли цвет растворов после нагревания?

## 2. Гидроксиды, их получение и свойства.

**2.1. Получение растворимых оснований.** В стаканчик с водой налейте до половины объема дистиллированной воды. Из банки извлеките пинцетом кусочек щелочного или щелочноземельного металла, размером меньше горошины (при необходимости отрежьте нужное количество металла от большого куска), очистите его фильтровальной бумагой от масла и опустите в воду. Опишите наблюдаемые явления. После окончания взаимодействия в полученный раствор добавьте несколько капель фенолфталеина или другого индикатора. Напишите уравнение реакции, объясните изменение окраски раствора и его разогревание.

**2.2. Получение нерастворимых оснований взаимодействием соли со щелочью.** В пробирки поместите по несколько капель растворов сульфата меди (II), хлорида железа (III), сульфата магния. К каждому раствору прилейте несколько капель 2М раствора гидроксида натрия. Отметьте цвет образовавшихся осадков, напишите уравнения соответствующих реакций. Содержимое пробирок используйте в следующем опыте

**2.3. Отношение нерастворимых оснований к кислотам.** К полученным в предыдущем опыте осадкам прилейте по несколько капель соляной или серной кислоты концентрацией 2 моль/дм<sup>3</sup>. Растворились ли осадки? Появилась ли окраска у растворов?

**2.4. Получение амфотерных гидроксидов взаимодействием соли со щелочью.** В пробирку с раствором сульфата алюминия (2/3 пробирки) добавьте несколько капель щелочи. Напишите уравнение реакции и объясните образование осадка. Содержимое пробирки не выливайте, оставив его для опыта 2.5.

**2.5. Взаимодействие амфотерных гидроксидов с кислотами и щелочами.** Используйте осадок, полученный в опыте 2.4. Содержимое пробирки взболтайте и вместе с осадком разлейте в две пробирки. В первую налейте на треть объема соляной кислоты, во вторую – концентрированной щелочи ( $\omega = 30\%$ ). Запишите уравнения реакций и объясните растворение осадков в обеих пробирках. Процесс взаимодействия гидроксида алюминия со щелочью запишите, используя две модели а) образование метаалюмината; б) образование гидроксоалюмината.

### **3. Соли, их получение и свойства.**

**3.1. Получение солей взаимодействием основания с кислотой.** Сначала получите гидроксид железа (III), прибавляя раствор щелочи к раствору хлорида железа (III) (1-2 см<sup>3</sup>) до образования осадка. Отметьте цвет осадка. К полученному осадку добавьте по каплям раствор соляной кислоты. Напишите уравнения реакций и объясните растворение осадка.

**3.2. Получение солей взаимодействием двух солей.** В две пробирки налейте по 1-2 см<sup>3</sup> раствора нитрата свинца (II), добавьте по каплям раствор хлорида натрия (в первую) и раствора сульфата магния (во вторую). Напишите уравнения реакций и объясните образование осадка.

**3.3. Получение солей взаимодействием солей с металлами.** В пробирки с растворами сульфата меди (II) и сульфата натрия (1 см<sup>3</sup>) поместите по небольшому кусочку цинка. Через некоторое время внимательно рассмотрите, произошли ли какие-либо изменения в окраске растворов, на

поверхности металлов. Напишите уравнения реакций и объясните различное отношение растворов взятых солей к цинку.

**3.4. Получение основных солей взаимодействием соли со щелочью.**

Налейте в пробирку на 1/3 объема раствор хлорида кобальта (II), осторожно прибавьте к раствору несколько капель 1 М раствора щелочи. Отметьте цвет образовавшегося осадка. Какое вещество образуется при недостатке щелочи?

**3.5. Превращение основной соли в гидроксид, в среднюю соль.**

Осадок, полученный в предыдущем опыте, разделите на две части. К одной части прибавьте избыток 1 М раствора щелочи до изменения окраски. Отметьте изменение цвета, и напишите уравнение реакции. К другой части осадка добавьте 1 М раствор соляной кислоты до растворения осадка. Напишите уравнение реакции.

**3.6. Получение кислых солей.** В пробирку с осадком, полученным в опыте 1.5 а, пропускайте углекислый газ из аппарата Киппа до растворения первоначально образовавшегося осадка. Напишите уравнение реакции растворения осадка. Содержимое пробирки не выливайте.

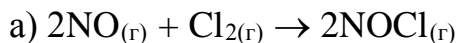
**3.7. Превращение кислой соли в среднюю.** К полученному в предыдущем опыте прозрачному раствору добавьте 3-4 см<sup>3</sup> раствора гидроксида кальция. Напишите уравнение реакции и объясните образование осадка.

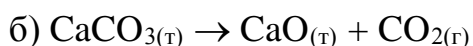
**Лабораторная работа № 2. Определение скорости химической реакции.**

*Продолжительность работы 4 часа.*

Задания для подготовки к работе:

1. Напишите выражения закона действующих масс для реакций (считая их одностадийными):





2. Как изменится скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ , если: а) уменьшить объем реакционного сосуда в 3 раза; б) увеличить давление в системе в 3 раза; в) повысить концентрацию NO в три раза? Реакцию считать одностадийной.
3. Найдите значение константы скорости одностадийной реакции  $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ , если при концентрациях веществ А и В, равных соответственно 0,05 и 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, скорость реакции равна  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/(л·дм<sup>3</sup>).
4. В системе  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$  концентрацию CO увеличили с 0,03 до 0,12 моль/дм<sup>3</sup>, а концентрацию хлора – от 0,02 до 0,06 моль/дм<sup>3</sup>. Во сколько раз возросла скорость реакции, если считать, что она одностадийна?
5. Через некоторое время после начала реакции  $3\text{A} + \text{B} = 2\text{C} + \text{D}$  концентрации веществ составляли:  $[\text{A}] = 0,03$  моль/дм<sup>3</sup>;  $[\text{B}] = 0,01$  моль/дм<sup>3</sup>;  $[\text{C}] = 0,008$  моль/дм<sup>3</sup>. Каковы исходные концентрации веществ А и В?
6. Температурный коэффициент скорости реакции равен 2,3. Во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если увеличить температуру на 25°C?
7. Чему равна энергия активации реакции, если при повышении температуры от 290 до 300 К скорость ее увеличится в 2 раза?

**Цель работы:** усвоить основные закономерности, влияющие на скорость протекания химических реакций.

**Приборы и реактивы:** 0,1М раствор  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 0,1М раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , большие пробирки, мерные цилиндры, стакан, электроплитка, термометр, секундомер или часы с секундной стрелкой, миллиметровая бумага.

**1. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.**

**Форма протокола:**

№ пробирки	Объем, см <sup>3</sup>				Условная концентрация Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Время до появления мути τ, с	Относительная скорость реакции, υ = 1/τ
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	общий			
1	5	10	5	20	1С		
2	10	5	5	20	2С		
3	15	–	5	20	3С		

#### Описание работы

1. В одну пробирку необходимо налить 20 см<sup>3</sup> воды и оставить ее для контроля.
2. В три пронумерованные пробирки налить: 5 см<sup>3</sup> 0,1М раствора тиосульфата натрия и 10 см<sup>3</sup> воды; 10 см<sup>3</sup> 0,1М раствора тиосульфата натрия и 5 см<sup>3</sup> воды; 15 см<sup>3</sup> 0,1М раствора тиосульфата натрия соответственно (см. форму протокола).
3. Те же операции проделайте со второй и третьей пробирками.
4. Мерным цилиндром отмерьте 5 см<sup>3</sup> 0,1М раствора серной кислоты; прилейте ее к раствору тиосульфата натрия в пробирке № 1, быстро перемешайте и сразу же включите секундомер. Началом реакции будем считать момент смешивания растворов. В ходе протекания реакции раствор становится мутным вследствие образования серы. Поэтому для определения скорости реакции необходимо отметить время, соответствующее началу появления мути в пробирках. Чтобы было легче заметить появление мути, рекомендуется рассматривать пробирки на

черном фоне и сравнивать пробирку с контрольной, в которой находится вода.

5. Результаты опытов внесите в таблицу, вычислите относительную скорость реакции для каждого случая. Относительную скорость реакции вычисляют как величину, обратно пропорциональную найденному времени (в секундах):  $v = 1/\tau$ .
6. Представьте результаты графически: в координатах: относительная концентрация  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  – относительная скорость реакции.
7. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

## 2. Зависимость скорости реакции от температуры.

### Форма протокола:

№ пробирки	Объем раствора, $\text{см}^3$		Температура, $^{\circ}\text{C}$	Время до появления мути $\tau$ , с	Относительная скорость реакции, $v = 1/\tau$
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{SO}_4$			

### Описание работы:

1. В три пробирки, пронумерованные цифрами 1, 2, 3 отмерьте по  $5 \text{ см}^3$   $0,1\text{M}$  раствора тиосульфата натрия, в другие три пробирки (обозначенными цифрами 1', 2', 3') – по  $5 \text{ см}^3$  раствора серной кислоты.
2. Одну пробирку с тиосульфатом и одну пробирку с кислотой выдержите при комнатной температуре в стакане, наполненном водой примерно до половины объема, в течение 5-7 минут, затем быстро прилейте раствор кислоты к раствору тиосульфата, быстро перемешайте и включите секундомер. Засеките время начала помутнения, результаты внесите в протокол.

3. стакан с водой, использовавшийся в предыдущем опыте, нагрейте на плитке до температуры, на  $10^{\circ}\text{C}$  выше комнатной (для измерения температуры используйте термометр). Снимите стакан с плитки, в нагретую воду поместите пробирку с тиосульфатом и пробирку с кислотой, выдержите их 1-2 минуты, затем прилейте кислоту к раствору тиосульфата и отметьте время появления мути.
4. С третьей парой пробирок сделайте то же самое, но при температуре, выше комнатной на  $20^{\circ}\text{C}$ .
5. Постройте график зависимости скорости реакции от температуры в координатах: температура – относительная скорость реакции.
6. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

**Лабораторная работа № 3. Приготовление растворов заданного состава.**

*Продолжительность работы 4 часа.*

Задания для подготовки к работе:

1. В воде объемом  $360\text{ см}^3$  растворили хлорид бария массой 40 г. Плотность полученного раствора равна  $1,092\text{ г/см}^3$ . Рассчитайте: а) массовую долю соли в растворе; б) молярную концентрацию; в) молярную долю соли в растворе; г) массовую концентрацию.
2. Вычислите массу сульфата калия, содержащегося в насыщенном при  $15^{\circ}\text{C}$  растворе массой 250г, если растворимость соли при этой температуре составляет 10,1г на 100г воды.
3. Какая масса глауберовой соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и какой объем воды ( $\text{см}^3$ ) потребуются для приготовления раствора массой 200г с массовой долей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , равной 12%?
4. Сколько граммов медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  следует растворить в  $300\text{ см}^3$  воды для получения 5%-ного раствора  $\text{CuSO}_4$ ?



5. В  $100 \text{ см}^3$  воды при температуре  $25^\circ\text{C}$  и давлении 1 атм растворили  $24 \text{ дм}^3$  хлороводорода. Получили раствор объемом  $105 \text{ см}^3$ . Какова молярная концентрация полученной соляной кислоты?
6. В каком объеме воды надо растворить  $11,2 \text{ дм}^3$  хлороводорода (н.у.), чтобы получить раствор с массовой долей  $\text{HCl}$ , равной 10%?
7. К 12%-ному раствору гидроксида калия объемом  $100 \text{ см}^3$  ( $\rho = 1,100 \text{ г/см}^3$ ) добавили 11,2 г кристаллического гидроксида калия. Вычислите массовую долю  $\text{KOH}$  в полученном растворе.
8. Для каких целей Вы используете в своей работе конические колбы и мерные цилиндры? Можно ли обойтись без них?
9. Для чего необходимо использовать химические воронки при приготовлении растворов?

**Цель работы:** приобрести навыки работы с мерной посудой, ареометрами, усвоить методики приготовления растворов заданного состава, выраженного разными способами.

**Посуда, приборы и реактивы:** набор ареометров, мерные колбы, мерные цилиндры, весы, концентрированные растворы соляной, серной, азотной кислот, различные соли.

### 1. Разбавление раствора.

#### Форма протокола:

1. Плотность исходного раствора  $\rho_{\text{исх}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{г/см}^3$ .
2. Массовая доля растворенного вещества  $\omega_{\text{исх}} = \underline{\hspace{2cm}}$  %.
3. Формулировка задания по приготовлению раствора, заданная преподавателем:
4. Расчеты, необходимые для приготовления раствора:

5. Описание процедуры приготовления раствора: (*перечисляются все операции по приготовлению раствора с указанием конкретных объемов, емкости и названия используемой посуды*).
6. Плотность приготовленного раствора  $\rho_{\text{эксп}} = \underline{\hspace{2cm}}$  г/см<sup>3</sup> (измерена ареометром).
7. Плотность приготовленного раствора  $\rho_{\text{табл}} = \underline{\hspace{2cm}}$  г/см<sup>3</sup> (согласно справочнику).
8. Вывод: совпадают ли результаты измерения плотности приготовленного раствора с заданными значениями.
9. Расчеты, связанные с переводом молярной концентрации приготовленного раствора в массовую долю растворенного вещества (или наоборот).

#### **Описание работы:**

1. Измерьте ареометром плотность  $\rho_1$  исходного раствора и по справочнику определите содержание растворенного вещества.

Ареометр представляет собой запаянную стеклянную ампулу, на дне которой находится дробь, залитая сургучом. На верхней части ареометра (узкая стеклянная трубка) нанесена шкала, градуированная в единицах измерения плотности (г/см<sup>3</sup>). Для измерения плотности раствор наливают в узкий высокий сосуд (лучше всего использовать для этой цели мерный цилиндр), и погружают в него ареометр, как показано на рис. 1. Ареометр должен быть погружен в раствор таким образом, чтобы шкала пересекала поверхность раствора. Поскольку плотность растворов сильно зависит от содержания растворенного вещества, ареометр для первого измерения выбирают, ориентируясь на справочные данные. Если измеренная ареометром плотность раствора не соответствует данным справочника, содержание растворенного вещества в растворе вычисляют *методом интерполяции*, как показано ниже.

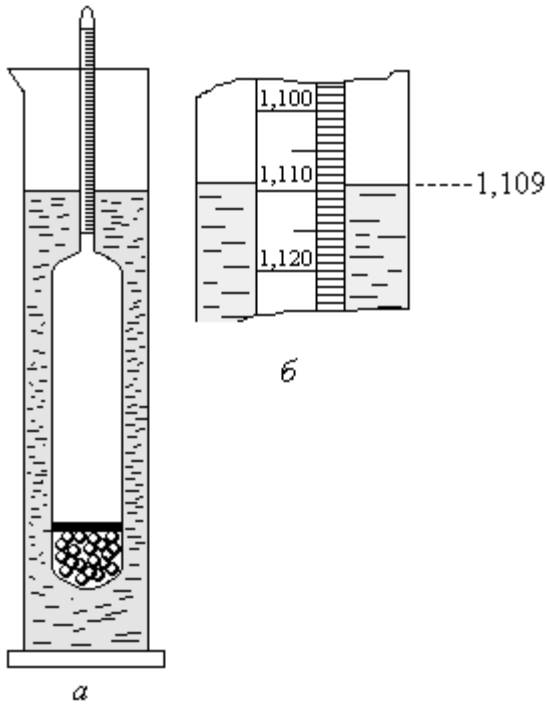


Рис. 1. Измерение плотности раствора ареометром: а - общий вид; б - отсчет

Пример: измеренная ареометром плотность раствора соляной кислоты  $\rho_{\text{эксп}}$  равна  $1,163 \text{ г/см}^3$ . Согласно справочнику, при плотности  $1,165 \text{ г/см}^3$  массовая доля соляной кислоты в растворе составляет  $33,16\%$ , а при плотности  $1,160 \text{ г/см}^3$  –  $32,14\%$ .

Пусть  $\rho_1 = 1,165 \text{ г/см}^3$ , а  $\omega_1 = 33,16\%$

$\rho_{\text{эксп}} = 1,163 \text{ г/см}^3$ , а  $\omega_{\text{эксп}} = x\%$

$\rho_2 = 1,160 \text{ г/см}^3$ , а  $\omega_2 = 32,14\%$

Составляем пропорцию:

Изменению плотности ( $\rho_1 - \rho_2$ ) раствора соответствует изменение массовой доли HCl ( $\omega_1 - \omega_2$ ).

$$- // - // - (\rho_1 - \rho_{\text{эксп}}) \text{ ----- } (\omega_1 - \omega_{\text{эксп}})$$

Вычисляем:  $0,005 \text{ г/см}^3 - 1,02\%$

$$0,003 \text{ г/см}^3 - (33,16 - x)\%$$

Отсюда в растворе  $\omega_{\text{эксп}}(\text{HCl}) = x = 33,16 - 0,003 \cdot 1,02 / 0,005 = 32,96\%$ .

2. Получите у преподавателя задание по приготовлению раствора,
3. Проведите необходимые расчеты: необходимо вычислить, какой объем ( $\text{см}^3$ ) исходного раствора с известной плотностью (измеренной ареометром), необходим для приготовления заданного раствора.
4. Приготовьте раствор разбавлением в мерной колбе. Для этого требуется выполнить следующие действия:
  1. В мерную колбу налейте немного (не более  $1/3$  колбы) дистиллированной воды.

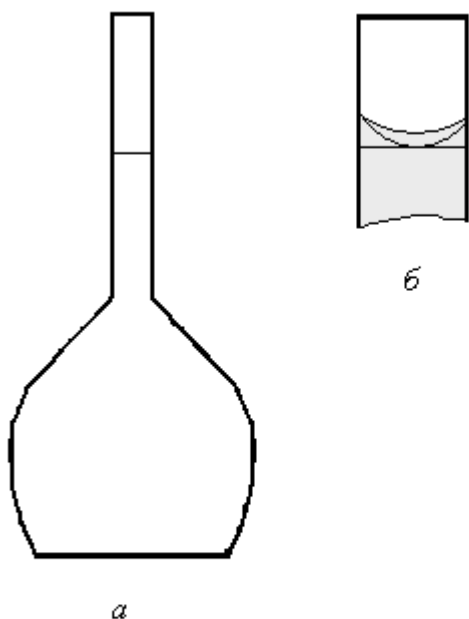


Рис. 2 Приготовление раствора в мерной колбе.  
*а* - мерная колба, *б* - уровень заполнения мерной колбы

2. Отмерьте мерным цилиндром вычисленный объем исходного раствора, через воронку аккуратно перелейте его в мерную колбу (см. рис. 2*а*).

3. Цилиндр ополосните небольшим количеством дистиллированной воды ( $3 \div 5 \text{ см}^3$ ), воду через воронку также перелейте в мерную колбу.

4. Долейте в мерную колбу дистиллированную воду так,

чтобы уровень жидкости был на 0,5-1 см ниже уровня метки, затем добавляйте воду по каплям (с помощью капельниц из стаканчика), доводя уровень жидкости до метки (нижний край мениска, то есть поверхности жидкости, должен касаться метки при помещении ее на уровень глаз, см. рис. 2*б*). Затем, закрыв колбу пробкой, тщательно перемешайте раствор, переворачивая колбу вверх дном так, чтобы пузырь воздуха проходил через весь раствор, а при возвращении колбы в исходное положение касался пробки. Пробку при этом следует придерживать.

5. Проверьте точность приготовления раствора измерением его плотности. Измерьте плотность приготовленного вами раствора ареометром, сравните со справочными данными для раствора соответствующей концентрации. Сделайте вывод о том, насколько действительное содержание растворенного вещества в приготовленном вами растворе соответствует заданному.

6. Пересчитайте массовую долю растворенного вещества в приготовленном растворе в молярную концентрацию (или, наоборот, в зависимости от формулировки задания).

## 2. Приготовление раствора растворением кристаллогидрата в воде.

### Форма протокола:

1. Формула кристаллогидрата:
2. Молярная масса кристаллогидрата \_\_\_\_\_ г/моль.
3. Формулировка задания по приготовлению раствора.
4. Расчеты, необходимые для приготовления раствора:
5. Описание процедуры приготовления раствора: (с указанием используемой посуды, массы навески растворимого вещества, объема воды).
6. Плотность приготовленного раствора  $\rho_{\text{эксп}} =$  \_\_\_\_\_ г/см<sup>3</sup> (измерена ареометром).
7. Плотность приготовленного раствора  $\rho_{\text{табл}} =$  \_\_\_\_\_ г/см<sup>3</sup> (справочные данные).
8. Вывод: совпадают ли результаты измерения плотности приготовленного раствора с заданными значениями.
9. Расчеты, связанные с переводом молярной концентрации приготовленного раствора в массовую долю растворенного вещества (или наоборот).

### Описание работы

1. Получите данные, необходимые для приготовления раствора, у преподавателя.
2. Проведите необходимые расчеты: вычислить массу вещества и, если это необходимо, объем воды, необходимый для приготовления заданного раствора. Дальнейшие действия зависят от формулировки задания.
3. Взвесьте рассчитанную массу кристаллов.
4. Если необходимо приготовить раствор определенного объема известной молярной концентрации, то навеску через воронку аккуратно (не рассыпать!) перенесите его в мерную колбу. Небольшим количеством дистиллированной воды смойте кристаллы, оставшиеся на воронке и горлышке колбы, долейте в колбу воды примерно на  $1/3 \div 1/2$ , аккуратно размешайте содержимое круговыми движениями, держа колбу за

горлышко, до растворения кристаллов, после чего долейте в колбу воды до метки (уже без использования воронки). Закройте колбу пробкой и перемешайте содержимое, несколько раз перевернув колбу.

Если необходимо приготовить раствор определенного объема с известной массовой долей растворенного вещества  $\omega$ , то навеску перенесите в стакан, мерным цилиндром отмерьте рассчитанный объем воды. Прилейте воду к соли, размешайте стеклянной палочкой до полного растворения кристаллов.

5. Проверьте плотность приготовленного раствора, сравните со справочными данными для раствора соответствующего состава.
6. Пересчитайте массовую долю растворенного вещества в приготовленном растворе в молярную концентрацию (или наоборот, в зависимости от формулировки задания).

## РАЗДЕЛ 2.

### Лабораторная работа № 4. Способы получения и химические свойства углеводородов. Продолжительность работы 4 часа.

Задания для подготовки к работе:

1. Осуществить цепочку превращения. Определить тип каждой реакции.

Циклопропан  $\longrightarrow$  1-бромпропан  $\longrightarrow$  гексан  $\longrightarrow$  бензол  $\longrightarrow$  циклогексан

2. Осуществить цепочку превращения. Определить тип каждой реакции.

$\text{CH}_4 \longrightarrow \text{HC}=\text{CH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

3. При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образовалось 4,11 монобромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкана?

4. При сжигании газообразного углеводорода с плотностью по кислороду 1,312 получено 16,8 дм<sup>3</sup> углекислого газа и 13,5 г воды. Определите молекулярную формулу углеводорода?
5. Установите молекулярную формулу дибромалкана, содержащего 85,11% брома?
6. Чем отличаются по составу углеводороды разных типов?
7. Какие реакции следует провести, чтобы из одного типа углеводородов получить другой?

**Цель работы:** ознакомиться с лабораторными способами получения некоторых представителей гомологических рядов предельных и непредельных углеводородов и изучить их свойства. Сравнить их реакционную способность.

**Приборы и реактивы:** газоотводная трубка с пробкой, стеклянная лопатка, набор пробирок в штативе, фарфоровая чашечка, 3 стакана объемом 100 мл, спиртовка, обезвоженный ацетат натрия, гидроксид натрия, насыщенный раствор бромной воды, 5%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор перманганата калия, концентрированные кислоты: соляная, серная, азотная, концентрированный раствор аммиака, пентан (гексан, гептан), жидкий непредельный углеводород, керосин, жидкий ацетиленовый углеводород (фенилацетилен), песок, бензол (марки «хч»); специально очищенные толуол, ксилол, нафталин.

**Форма протокола:**

№ оп.	Уравнение реакции в молекулярной форме	Наблюдаемый эффект	Вывод

--	--	--	--

## Описание работы

### *1. Получение метана и исследование его свойств.*

1.1. Получение и горение метана. **В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (высота слоя около 3–4 см). Смесь состоит из ацетата натрия и гидроксида натрия. Закрепляют пробирку в штативе под наклоном (практически горизонтально) и закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой.**

Прогревают сначала всю пробирку, затем сильно нагревают ту ее часть, где находится смесь. Нагревание начинают от дна пробирки, а затем постепенно передвигают спиртовку дальше, чтобы могли реагировать новые порции смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, затем начинается выделение метана. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит голубоватым, несветящимся пламенем. Напишите уравнения реакций получения и горения метана.

1.2. **Отношение метана к бромной воде и к водному раствору перманганата калия.** В штатив ставят две пробирки. В одной пробирке должны быть смешаны 3 см<sup>3</sup> разбавленного раствора перманганата калия и 1 см<sup>3</sup> раствора с массовой долей карбоната натрия, равной 5%. В другой пробирке должна быть бромная вода объемом 3 см<sup>3</sup>. Выделяющийся метан пропускают поочередно через обе пробирки, погружая в них газоотводную трубку. Сделайте вывод об отношении метана к бромной воде и к водному раствору перманганата калия при комнатной температуре, основываясь на наблюдениях за ходом процесса.

### *2. Реакции с жидкими насыщенными углеводородами.*

2.1. Отношение алканов к водному раствору перманганата калия.

В пробирку наливают 1 см<sup>3</sup> насыщенных углеводородов, 1 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5\%$ , и затем по каплям при встряхивании добавляют раствор  $\text{KMnO}_4$ . Изменяется ли фиолетовая окраска перманганата калия?



## 2.2. Отношение алканов к концентрированной серной кислоте.

В сухую пробирку наливают 1 см<sup>3</sup> насыщенных углеводородов и 1 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки взбалтывают в течение 2–3 мин. Происходят ли изменения? Разогревается ли смесь? Сделайте вывод на основании опыта.

**2.3. Отношение насыщенных углеводородов к концентрированной азотной кислоте.** К 1 см<sup>3</sup> насыщенных углеводородов (в сухой пробирке) добавляют 1 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты, смесь встряхивают в течение 2–3 мин. Сделайте вывод об отношении алканов к концентрированной азотной кислоте при комнатной температуре.

**2.4. Бромирование алканов.** В сухую пробирку под тягой наливают 1 см<sup>3</sup> насыщенных углеводородов и добавляют несколько капель раствора брома в четыреххлористом углероде с  $w(\text{Br}_2) = 5\%$ . Содержимое пробирки перемешивают на холоде. Затем смесь нагревают в водяной бане. Окраска брома постепенно исчезает, одновременно образуется газообразный бромоводород. Его обнаруживают двумя способами: 1) по изменению цвета влажной синей лакмусовой бумаги, внесенной пинцетом в верхнюю часть пробирки; 2) по образованию тумана, который получается при внесении смоченной в аммиаке стеклянной палочки в пары, выделяющиеся из пробирки. Напишите уравнение реакции бромирования 2-метилпентана (получение монобромпроизводного).

**2.5. Горение жидких алканов.** В фарфоровую чашку (*тяга!*) наливают 1 см<sup>3</sup> жидких алканов и поджигают их. Объясните, почему в отличие от метана жидкие алканы горят коптящим пламенем. Вычислите процентное содержание углерода и водорода в метане и гексане. Напишите уравнение реакции горения гексана.

## 3. Получение этилена и его свойства

**3.1. Реакция этилена с бромной водой.** В сухую пробирку наливают смесь для получения этилена объемом 5 см<sup>3</sup>, состоящую из этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном отношении 1:2. В реакционную

смесь помещают несколько кипятильников (кусочков битой керамики) для равномерного кипения, закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют в штативе под наклоном около  $45^\circ$ . Пробирку со смесью для получения этилена осторожно нагревают. Выделяющийся этилен пропускают через пробирку с бромной водой (объем  $2 \text{ см}^3$ ), подготовленную до начала нагревания. Бромная вода быстро обесцвечивается (качественная реакция на кратные связи).

**3.2. Реакция этилена с водным раствором перманганата калия (реакция Е. Е. Вагнера).** В пробирку наливают  $2 \text{ см}^3$  раствора с  $w(\text{KMnO}_4) = 2\%$ , добавляют  $0,5 \text{ см}^3$  раствора с  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10\%$  и пропускают этилен. Фиолетовая окраска раствора перманганата калия исчезает, образуется хлопьевидный осадок бурого цвета. Если этилен пропускать долго, осадок может раствориться. При окислении этилена в этих условиях образуется двухатомный спирт — этиленгликоль  $\text{HOCH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ . Реакция Вагнера — качественная реакция на кратные связи. Напишите уравнения реакций окисления этилена бромной водой и перманганатом калия в водном растворе.

3.3. Горение этилена. Поджигают этилен у конца газоотводной трубки. Этилен горит светящимся пламенем. Напишите уравнение реакции горения этилена.

### *3. Получение и свойства ацетилена.*

4.1. Получение ацетилена и его горение. В пробирку (*тяги*) помещают кусочек карбида кальция, приливают около 2–3 см<sup>3</sup> воды и сразу же закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец. Поджигают выделяющийся ацетилен у конца газоотводной трубки. Наблюдают характер пламени.

4.2. Реакция ацетилена с бромной водой. Затем пропускают ацетилен через пробирку с бромной водой (2–3 см<sup>3</sup>). После обесцвечивания бромной воды погружают газоотводную трубку в пробирку с раствором перманганата калия.

4.3. Окисление ацетилена перманганатом калия. Ацетилен пропускают через пробирку, в которой находится 1 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия и 1 см<sup>3</sup> раствора соды, до исчезновения фиолетовой окраски и появления хлопьевидного осадка бурого цвета (MnO<sub>2</sub>). При окислении ацетилена образуется смесь веществ. Работа с ацетиленидами требует соблюдения правил техники безопасности. В сухом виде при слабом нагревании или при ударе они взрываются с большой силой, поэтому нельзя полностью высушивать ацетилениды. Особенно опасен в сухом виде ацетиленид серебра. Ацетиленид разлагается со взрывом. В связи с этим работа по его получению исключена и ограничимся написанием уравнений реакций. Напишите уравнения следующих реакций: получения ацетилена из карбида кальция; горения ацетилена; взаимодействия ацетилена с бромом и окисления ацетилена перманганатом калия (до щавелевой кислоты).

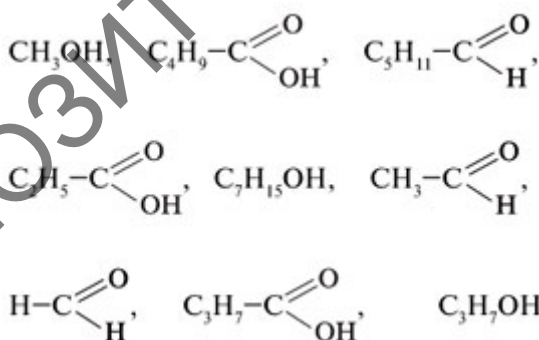
### *4. Получение хлористого этила.*

В пробирку наливают 3 см<sup>3</sup> смеси спирта и концентрированной серной кислоты (в соотношении 2 : 1) и добавляют 0,1 г растертого в порошок хлорида натрия. Пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и очень осторожно нагревают (жидкость вспенивается). Поджигают выделяющийся хлористый этил у отверстия газоотводной трубки; он горит характерным пламенем с зеленой каймой. Хлористый этил при обычной температуре — газообразное вещество (температура кипения 12,4 °С). Напишите уравнение реакции получения хлористого этила.

**Лабораторная работа № 5. Химические свойства кислородсодержащих органических веществ. Продолжительность работы 4 часа.**

Задания для подготовки к работе:

1. Распределите следующие вещества на три группы – спирты, альдегиды, карбоновые кислоты:



2. Как называют углеводородный фрагмент в формулах органических кислородсодержащих соединений? Например, в задании 1 (см. выше) – это фрагменты: CH<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>, C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>.

3. Напишите молекулярные формулы и названия четырех первичных спиртов с числом атомов углерода в молекуле 4 и более.

4. Что можно сказать о растворимости спиртов, альдегидов и карбоновых кислот в воде? Чем объясняется растворимость этих веществ? При

ответе используйте схему образования водородных связей между молекулами кислоты и воды.

5. Напишите структурные формулы следующих веществ:

- а) 2,4-диметил-3-этилгексаналь;
- б) 2,2,4-триметил-3-изопропилпентаналь;
- в) 2,3,4-триметил-3-этилпентандиол-1,2;
- г) 2,3,4-триметил-3-изопропилгексантриол-1,2,4;
- д) 3,4,5,5-тетраметил-3,4-диэтилгептановая кислота;
- е) 2,4-диметилгексен-3-овая кислота.

6. Один из многоатомных спиртов используют для приготовления антифризов – жидкостей, замерзающих при низкой температуре. Антифризы используют в зимних условиях для охлаждения автомобильных двигателей. Найдите молекулярную формулу этого спирта, если массовая доля углерода в нем составляет 38,7%, водорода – 9,7%, кислорода – 51,6%. Относительная плотность его паров по водороду равна 31. Напишите структурную формулу спирта и назовите его.

**Цель работы:** сформировать общее представление о кислородсодержащих органических соединениях, изучить некоторые физические и химические свойства одно- и многоосновных карбоновых кислот и их некоторых функциональных производных.

**Приборы и реактивы:** набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, широкая пробирка, три стаканчика (100 см<sup>3</sup>), стеклянная палочка, пробиркодержатель, спиртовка, водяная баня, уксусная, муравьиная, стеариновая, щавелевая кислоты, диэтиловый эфир, хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, аммиачный раствор гидроксида серебра (I), 5%-ный раствор перманганата калия, растворы индикаторов: лакмус, метиловый

оранжевый, фенолфталеин, магний, стеарин, гидроксид меди (II), изоамиловый спирт, концентрированная серная кислота, ледяная уксусная кислота, спиртовой раствор мыла, реактивы, перечисленные при описании опытов.

**Форма протокола:**

№ оп.	Уравнение реакции в молекулярной форме	Наблюдаемый эффект	Вывод

**Описание работы**

**1. Карбоновые кислоты. Получение и свойства.**

**1.1. Растворимость предельных карбоновых кислот.**

В три пробирки вносят по 0,5 г муравьиной, уксусной и стеариновой кислот и добавляют по 2 см<sup>3</sup> воды. Содержимое пробирок взбалтывают. Опыт повторяют, используя в качестве растворителя диэтиловый эфир. На основании наблюдений делают вывод о растворимости кислот в воде (полярном растворителе) и диэтиловом эфире.

**1.2. Получение и свойства муравьиной кислоты.**

**а)** Получение муравьиной кислоты гидролизом хлороформа. В пробирку наливают 5–6 капель хлороформа, добавляют 2–3 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{NaOH}) = 10\%$ . Осторожно при встряхивании нагревают пробирку в течение 3–4 минут. Смесь не должна кипеть, так как хлороформ может испариться. Напишите уравнение реакции получения муравьиной кислоты гидролизом хлороформа (в щелочной среде образуется соль муравьиной кислоты — формиат натрия).

**б) Взаимодействие муравьиной кислоты с аммиачным раствором гидроксида серебра (I) (реакция серебряного зеркала).**

В молекуле муравьиной кислоты имеется альдегидная группа, поэтому открыть ее в растворе можно реакциями, характерными для альдегидов, например, реакцией серебряного зеркала. В течение 1–2 минут в пробирке кипятят (*осторожно!*) около 5 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{NaOH}) = 10\%$ , а затем ополаскивают ее дистиллированной водой. Готовят в этой пробирке аммиачный раствор гидроксида серебра. Для этого к 2–3 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{AgNO}_3) = 1\%$  добавляют 1–2 капли раствора с  $w(\text{NaOH}) = 10\%$ . Образующийся вначале осадок оксида серебра (I) растворяют, добавляя по каплям раствор с  $w(\text{NH}_3) = 5\%$ . К полученному раствору (прозрачному) добавляют 0,5 см<sup>3</sup> раствора формиата натрия, образовавшегося при гидролизе хлороформа (см. предыдущий опыт). Пробирку с реакционной смесью нагревают несколько минут в водяной бане (температура воды в бане 60–70 °С). Металлическое серебро выделяется в виде зеркального налета на стенках пробирки или в виде темного осадка.

**в) Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия.**

В пробирку помещают примерно 0,5 см<sup>3</sup> муравьиной кислоты, 0,5 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10\%$  и 1 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{KMnO}_4) = 5\%$ . Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опускают в другую пробирку с 2 см<sup>3</sup> известковой воды и нагревают реакционную смесь. Какие изменения в пробирках вы наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

*1.3. Получение и свойства уксусной кислоты и ее солей.*

**а) Получение уксусной кислоты из ее солей.**

В пробирку помещают 1 г ацетата натрия и добавляют 2–3 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты (*тяга!*). Пробирку закрывают газоотводной трубкой и осторожно нагревают реакционную смесь. Выделяющуюся уксусную кислоту определяют по запаху (*осторожно!*) и по

изменению цвета влажной синей лакмусовой бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки. Напишите уравнение реакции.

**б) Кислотные свойства уксусной кислоты.**

В три пробирки наливают по 1 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10\%$ . В первую пробирку добавляют 1–2 капли метилового оранжевого, во вторую — 1–2 капли раствора синего лакмуса, в третью — 1–2 капли спиртового раствора фенолфталеина. Отмечают цвет окраски в тех пробирках, где она появилась.

**в) Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия.**

К 3–4 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10\%$  приливают 2–3 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты. Напишите уравнение реакции. Какой вывод можно сделать о кислотных свойствах уксусной и угольной кислот? Будет ли уксусная кислота реагировать с растворами сульфата натрия и хлорида натрия?

**г) Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди (II).**

В пробирку наливают 2–3 см<sup>3</sup> уксусной кислоты, добавляют немного металлического магния и закрывают пробирку прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом. Через некоторое время поджигают выделяющийся газ. Напишите уравнение реакции. К 0,2 г оксида меди (II), помещенного в пробирку, приливают 2–3 см<sup>3</sup> уксусной кислоты. Затем пробирку осторожно нагревают до появления синего окрашивания раствора. Напишите уравнение реакции и объясните появление окраски.

*1.4. Получение и свойства предельных высших кислот и их солей*

**а) Кислотные свойства высших предельных кислот.**

В сухой пробирке растворяют примерно 0,5 г стеарина (стеарин представляет собой смесь стеариновой и пальмитиновой кислот) в диэтиловом эфире (без нагревания) и добавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. Затем по каплям приливают раствор с  $w(\text{NaOH}) = 10\%$ .



Появляющаяся вначале малиновая окраска исчезает при встряхивании. Напишите уравнение реакции стеариновой кислоты с гидроксидом натрия.

**б) Гидролиз натриевых солей высших жирных кислот (гидролиз мыла).**

В сухую пробирку наливают 0,5 см<sup>3</sup> спиртового раствора мыла и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. Появляется ли окраска? Затем в пробирку постепенно приливают дистиллированную воду, наблюдая за происходящими изменениями. Объясните этот опыт и напишите уравнение реакции гидролиза мыла.

**в) Выделение высших жирных кислот из мыла.**

В стакане растворяют 1 г мыльной стружки в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Полученный раствор разливают в три пробирки. В первую пробирку приливают 2 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10\%$ . Что вы наблюдаете? Напишите уравнение реакции. Смесь в пробирке нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде жирного слоя. При охлаждении пробирки он затвердевает. К охлажденной смеси в пробирке добавляют диэтиловый эфир объемом 3 см<sup>3</sup>. Закрывают пробирку пробкой и энергично встряхивают. Жирные кислоты растворяются в эфире. Эфирный раствор осторожно с помощью пипетки переносят на часовое стекло. После испарения эфира на стекле остается осадок, напоминающий парафин. Во вторую пробирку наливают 1 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{CaCl}_2) = 5\%$ , а в третью — 1 см<sup>3</sup> раствора с  $w((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 5\%$ . Напишите уравнения протекающих реакций.

*1.5. Получение и гидролиз сложных эфиров*

**а) Получение изоамилацетата (грушевой эссенции).**

В сухой пробирке смешивают 2 см<sup>3</sup> изоамилового спирта, 2 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты и 2 капли концентрированной серной кислоты.

Реакционную смесь нагревают в кипящей водяной бане 8–10 минут, после чего охлаждают и выливают в пробирку с холодной водой. Сложный

эфир (изоамилацетат) всплывает. Обращают внимание на его запах. Пары изоамилацетата вызывают раздражение дыхательных путей, они могут вызвать кашель, поэтому нюхать изоамилацетат нужно осторожно. Напишите уравнение реакции образования изоамилацетата.

**б) Получение изоамилсульфата (изоамилсерной кислоты).**

В сухую пробирку наливают  $2 \text{ см}^3$  концентрированной серной кислоты и осторожно при встряхивании и охлаждении ледяной водой добавляют  $1 \text{ см}^3$  изоамилового спирта. Через 3–4 минуты несколько капель полученной однородной, почти не имеющей запаха жидкости осторожно при встряхивании вливают в пробирку с  $4 \text{ см}^3$  холодной воды. Образуется прозрачный, без запаха, раствор изоамилсерной кислоты (если при смешивании спирта с кислотой смесь разогревалась, то водный раствор получается мутным и имеет запах из-за образования примеси диизоамилового эфира). Напишите уравнение реакции образования изоамилсерной кислоты.

**в) Гидролиз аспирина (ацетилсалициловой кислоты).**

Растворяют 0,2–0,5 г аспирина в 3–5  $\text{см}^3$  воды и разделяют раствор на две части. К одной части прибавляют 1–2 капли раствора хлорида железа (III). При этом окраска не изменяется. Другую часть раствора кипятят в пробирке несколько минут. После охлаждения прибавляют 1–2 капли раствора хлорида железа (III). При этом появляется фиолетовое окрашивание. Напишите уравнение гидролиза аспирина и объясните появление окраски.

*1.6. Свойства олеиновой кислоты.*

**а) Реакция олеиновой кислоты с бромной водой.**

В пробирку наливают  $2 \text{ см}^3$  бромной воды и вносят около 0,5 г олеиновой кислоты. Смесь энергично взбалтывают. Что происходит? Напишите уравнение реакции.

**б) Окисление олеиновой кислоты перманганатом калия.**

В пробирку помещают  $1 \text{ см}^3$  раствора с  $w(\text{KMnO}_4) = 5\%$ ,  $1 \text{ см}^3$  раствора с  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10\%$  и  $0,5 \text{ см}^3$  олеиновой кислоты. Смесь энергично

перемешивают. Отмечают изменения, происходящие с реакционной смесью. Напишите уравнение реакции. Сделайте выводы относительно химических свойств ненасыщенных кислот на основании результатов опытов (а) и (б).

### *1.7. Омыление жира.*

В коническую колбу емкостью 50–100 см<sup>3</sup> помещают 1,5–2 г твердого жира и приливают 6 см<sup>3</sup> спиртового раствора с  $w(\text{NaOH}) = 15\%$ . Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником и нагревают на водяной бане при встряхивании в течение 10–12 минут (температура воды в бане около 80 °С). После окончания омыления к содержимому колбы добавляют 6–7 см<sup>3</sup> горячего насыщенного раствора хлорида натрия. Выделяющееся мыло всплывает, образуя на поверхности раствора слой. После отстаивания смесь охлаждают холодной водой, затвердевшее мыло отделяют. Напишите уравнение реакции омыления тристеарина гидроксидом натрия.

### *1.8. Свойства щавелевой кислоты.*

#### **а) Разложение щавелевой кислоты при нагревании.**

В сухую пробирку вносят примерно 1 г кристаллической щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и укрепляют в штативе. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой водой. При нагревании щавелевая кислота разлагается с выделением оксида углерода (IV), который обнаруживают по помутнению известковой воды. Напишите уравнение реакции разложения щавелевой кислоты при нагревании.

**б) Разложение щавелевой кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой проводим в виде мысленного эксперимента ввиду пожаро- и взрывоопасности данного опыта. Напишите уравнение реакции: разложения щавелевой кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой.**

**в) Окисление щавелевой кислоты перманганатом калия.**

В пробирку наливают 3–4 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{KMnO}_4) = 5\%$ , 1–2 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10\%$  и 1 см<sup>3</sup> насыщенного раствора щавелевой кислоты. Пробирку соединяют с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой. Реакционную смесь осторожно нагревают. Опишите происходящие изменения. Напишите уравнение реакции окисления щавелевой кислоты перманганатом калия в кислой среде.

#### *1.9. Свойства молочной кислоты.*

**а) Реакция молочной кислоты с хлоридом железа (III).**

К 3–4 см<sup>3</sup> раствора с  $w(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 1\%$  добавляют несколько капель раствора с  $w(\text{FeCl}_3) = 1\%$ . Раствор становится фиолетовым. Его делят на две части. К одной части раствора приливают 0,5 см<sup>3</sup> молочной кислоты, к другой — 0,5 см<sup>3</sup> уксусной кислоты. В пробирке с молочной кислотой появляется характерное для  $\alpha$ -оксикислот зеленовато-желтое окрашивание. В пробирке с уксусной кислотой такого окрашивания нет. Напишите уравнение реакции образования молочнокислого железа (III) (лактата железа).

**б) Разложение молочной кислоты.**

В пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, нагревают до кипения смесь из 0,5 см<sup>3</sup> молочной кислоты и 1 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты (*тяги!*). Для равномерного кипения в реакционную смесь кладут кипяtilьники (2–3 кусочка битого фарфора). Выделяющийся газ поджигают у отверстия газоотводной трубки. Напишите уравнение реакции разложения молочной кислоты концентрированной серной кислотой.

**в) Окисление молочной кислоты.**

В пробирку наливают  $0,5 \text{ см}^3$  молочной кислоты,  $0,5 \text{ см}^3$  разбавленной (1 : 2) серной кислоты и  $1 \text{ см}^3$  раствора с  $w(\text{KMnO}_4) = 5\%$ . Смесь осторожно нагревают. Напишите уравнение реакции разложения молочной кислоты при нагревании с разбавленной серной кислотой и уравнение реакции окисления муравьиной кислоты перманганатом калия в кислой среде.

*1.10. Разложение лимонной кислоты.*

В сухую пробирку с изогнутой газоотводной трубкой помещают (*тяги!*) около 1 г кристаллической лимонной кислоты, приливают  $2 \text{ см}^3$  концентрированной серной кислоты, затем укрепляют пробирку в лапке штатива. Осторожно нагревают реакционную смесь. Поджигают у отверстия газоотводной трубки выделяющийся оксид углерода (II), он горит характерным голубоватым пламенем. Затем опускают конец газоотводной трубки в пробирку с известковой водой и по помутнению ее обнаруживают оксид углерода (IV). После этого опускают конец газоотводной трубки в пробирку, где находится заранее подготовленный щелочной раствор йода (к  $2 \text{ см}^3$  раствора йода в иодиде калия по каплям добавляют раствор с  $w(\text{NaOH}) = 10\%$  до почти полного обесцвечивания раствора йода). Образуется осадок йодоформа, имеющий специфический запах.