

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

Е.А. Осипова, П.А. Пономарева

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Сборник лабораторных работ по химии элементов

VA – VIIA групп

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Оренбург  
2020

УДК 546.7(076.5)  
ББК 24.12я7  
О 74

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Т.Ф. Тарасова

- Осипова, Е. А.**  
О 74 Неорганическая химия. Сборник лабораторных работ по химии элементов VA – VIIA групп : методические указания / Е. А. Осипова, П. А. Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. - 62 с.

Методические указания содержат лабораторные работы по химии элементов VA – VIIA групп периодической системы Д.И. Менделеева.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Избранные главы неорганической химии» и «Лабораторный практикум по химии» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Аналитическая химия» и направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Нефтехимия».

Данные методические указания могут быть полезны и для других нехимических специальностей при выполнении химического эксперимента и лабораторных работ.

УДК 546.7(076.5)  
ББК 24.12я7

© Осипова Е. А.,  
Пономарева П. А., 2020  
© ОГУ, 2020

## Содержание

Введение .....	4
1 Лабораторная работа. Азот.....	5
2 Лабораторная работа. Фосфор .....	15
3 Лабораторная работа. Мышьяк, сурьма, висмут.....	20
4 Лабораторная работа. Кислород .....	24
5 Лабораторная работа. Сера. Селен. Теллур.....	28
6 Лабораторная работа. Галогены .....	36
7 Лабораторная работа. Водородные и кислородные соединения галогенов.....	46
Список использованных источников .....	52
Приложение А ( <i>справочное</i> ) Наименования неорганических веществ .....	55
Приложение Б ( <i>справочное</i> ) Свойства некоторых кислот и оснований.....	62

## Введение

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ при изучении дисциплин «Неорганическая химия» и «Избранные главы неорганической химии». В методических указаниях приводятся лабораторные работы по изучению свойств химических элементов VA –VIIA групп периодической системы Д.И. Менделеева. Также приведены правила обращения с химической посудой и реактивами при выполнении химического эксперимента, которые позволят сформировать безопасные и комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты.

При выполнении химического эксперимента обучающиеся приобретут навыки систематизации, анализа результатов наблюдений и измерений, а также получат навыки выполнения расчетов при изучении свойств веществ и материалов. Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Неорганическая химия» способствует выработке навыков самостоятельной работы с химическими веществами, соблюдения норм техники безопасности и интерпретации собственных результатов с выполнением расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

# 1 Лабораторная работа. Азот

## Опыт № 1. Получение и свойства азота

Насыпать в пробирку 1-2 г измельченного нитрита натрия или калия, прилить по каплям 2-3 мл концентрированного раствора хлорида аммония, закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно (почему?) нагреть (рисунок 1). Собрать выделяющийся газ и проверить, поддерживает ли он горение. Написать уравнение реакции получения азота.

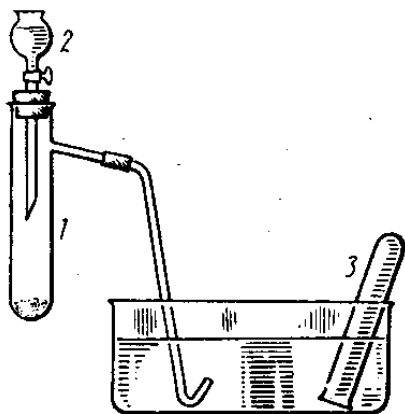


Рисунок 1 - Прибор для получения азота

В пробирку или в колбу Вюрца (или Энглера) положить немного хлорной извести, в капельную воронку налить концентрированный раствор аммиака. Приливая к хлорной извести по каплям раствор аммиака, собрать выделяющийся азот в пробирку. Написать уравнение реакции. Проверить, поддерживает ли азот горение. Как отличить азот от диоксида углерода? Чем объясняется малая реакционная способность азота? Как получают азот в промышленности? Где применяется азот?

## Опыт № 2. Получение нитрида магния

Сжечь магниевую ленту на воздухе. Продукты реакции собрать и поместить в 10 % раствор щелочи. Какой газ выделяется? Запах чего ощущается?

**Соединения азота.**

## Опыт № 3. Получение и свойства аммиака

*Аммиак и оксиды азота раздражающе действуют на дыхательные пути, поэтому получение и работу с этими веществами следует вести в вытяжном шкафу!*

1. Приготовить смесь из 1-2 г хлорида аммония и 1-2 г гашеной извести (гидроксида кальция). Обнаруживается ли при этом образование аммиака? Перенести смесь в пробирку закрепить её в штативе и закрыть пробкой с изогнутой газоотводной трубкой (рисунок 2). Пробирку со смесью подогреть. Поднести к концу газоотводной трубки лакмусовую бумажку, смоченную концентрированной хлороводородной кислотой (что происходит?). Написать уравнения реакций.

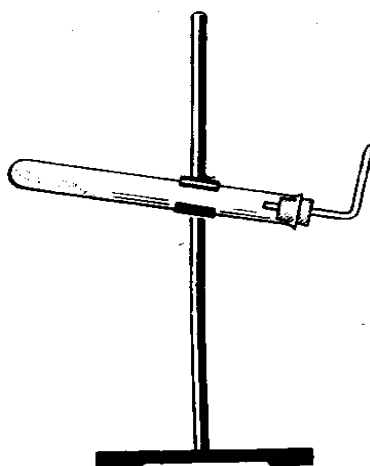


Рисунок 2 - Прибор для получения аммиака

Собрать аммиак в толстостенную колбу емкостью 50-100 мл (тяжелее или легче аммиак воздуха?). Закрывать колбу пробкой с капилляром и опустить ее в кристаллизатор с водой. Что наблюдается через некоторое время? Какова растворимость аммиака в воде? Какое равновесие устанавливается в растворе? Почему водный раствор аммиака является плохим электролитом?

2. Налить в пробирку 2 мл разбавленного раствора аммиака и нагреть. Как сдвигается равновесие в системе аммиак - вода при изменении температуры?

3. Налить в пробирку 2 мл 25 %-го раствора аммиака и бросить в него небольшой кусочек гидроксида натрия. Что происходит? Объяснить наблюдаемое явление на основании закона действующих масс. Какими способами получают аммиак в промышленности? Где применяется аммиак?

4. К небольшому количеству мелкокристаллического йода прилить небольшое количество концентрированного раствора аммиака. Смесь оставить на воздухе до полного испарения избытка раствора аммиака. После чего провести его разложение путем механического или термического воздействия (**осторожно, может быть сильный взрыв!**).

#### **Опыт № 4. Соли аммония**

##### **а) хлорид аммония**

Положить в пробирку 0,5-1 г. хлорида аммония и нагреть. Объяснить происходящие явления? Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

##### **б) аммонийные соли фосфорной кислоты**

Положить в тигель или в фарфоровую чашку небольшое количество одной из аммонийных солей фосфорной кислоты и нагреть. Какое вещество остается в тигле после нагревания? Написать уравнение реакции.

##### **в) сульфат аммония**

Положить на крышку тигля сульфата аммония и прокалить. Написать уравнение реакции термической диссоциации сульфата аммония.

### г) нитрат аммония

Положить в тигель или в фарфоровую чашку небольшое количество нитрата аммония и осторожно нагреть. Написать уравнение реакции.

Чем объясняется различный характер разложения аммонийных солей при нагревании? Как доказать экспериментально, что исследуемые соли являются солями аммония?

Пользуясь представлениями о комплексообразовании, изобразите ион аммония. Какой атом является в данном ионе донором и какой акцептором электронов? Какова геометрическая модель иона аммония? Какой тип гибридизации орбиталей осуществляется при его образовании?

### Опыт № 5. Свойства гидразина и гидроксиламина

1. В 2 пробирки налить по 5 мл воды и внести в них 2-3 капли гидразина, гидразингидрата или небольшое количество сульфата гидразина. В одну пробирку прибавить несколько капель йодной воды. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. В другую пробирку добавить растворы хлорида меди (II) и щелочи. Осторожно нагреть содержимое пробирки. Что происходит? Написать уравнение реакции. Какими свойствами обладают соединения гидразина?

2. Растворить небольшое количество хлорида гидроксиламина в 4-5 мл воды. Испытать раствор на лакмус. Прилить несколько капель йодной воды. Что происходит? На какие свойства гидроксиламина указывает данная реакция?

3. В 2 пробирки налить по 3 мл фиолетового раствора хлорида титана (III). В одну пробирку внести небольшое количество производного гидразина, а в другую - сульфата (или хлорида) гидроксиламина. Объяснить, почему раствор обесцвечивается. Написать уравнения реакций.

Каково строение гидразина, гидразингидрата, сульфата гидразина и гидроксиламина? Какими свойствами обладают эти соединения?



## Опыт № 6. Кислородные соединения азота

**Опыты проводятся под тягой!**

### а) оксид азота (I)

Поместить в пробирку 1-2 г нитрата аммония, закрыть её пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагреть (рисунок 3). Собрать над водой выделяющийся газ в 2 баночки. В одну - внести ложечку с горящим фосфором, в другую - тлеющую лучинку. Как отличить оксид азота (I) от кислорода?

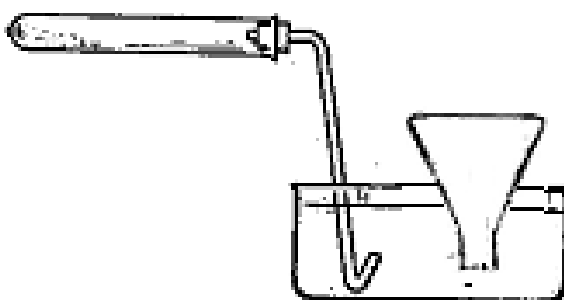


Рисунок 3 - Прибор для получения оксида азота (I)

### б) оксид азота (II)

1. Положить в колбу Вюрца (или Энглера) 5 г медных стружек (рисунок 4) и прилить через делительную воронку 30 мл 30 %-го раствора азотной кислоты. Если реакция будет идти слабо, следует немного подогреть колбу. Первую промывную склянку необходимо оставить пустой, во вторую налить 10 % раствор щелочи (зачем?).

Чем объяснить появление окраски газов в колбе-реакторе? Растворяется ли оксид азота (II) в воде и щелочи?

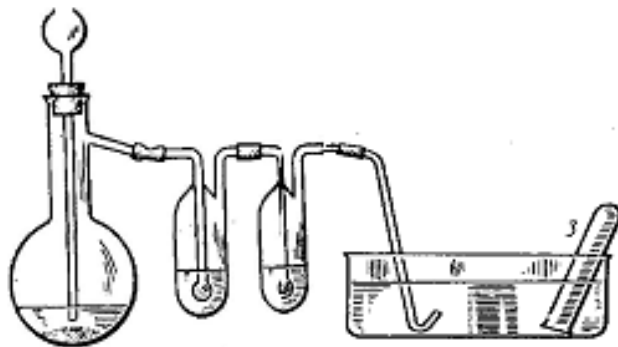


Рисунок 4 - Прибор для получения оксида азота (II)

2. Собрать оксид азота (II) в 2 колбы (как это сделать?). Испытать, горят ли лучинка и красный фосфор в оксиде азота (II). Что происходит при соприкосновении оксида азота (II) с воздухом? Написать уравнения реакций.

3. Пропустить ток оксида азота (II) через слегка подогретый раствор концентрированной азотной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

4. Налить в пробирку 3-5 мл свежеприготовленного насыщенного раствора сульфата железа (II). Пропустить через раствор ток оксида азота (II). Как изменяется окраска раствора? Написать уравнение реакции. Раствор подогреть. Что наблюдается? Как получается оксид азота (II) в промышленности?

#### **в) оксид азота (IV)**

Положить в колбу Вюрца (или Энглера) 1-2 г медных стружек. Через капельную воронку налить в колбу 5-10 мл концентрированной азотной кислоты (рисунок 5). Первая промывная склянка должна быть пустой (выполняет роль предохранителя), во вторую прилить концентрированную серную кислоту.

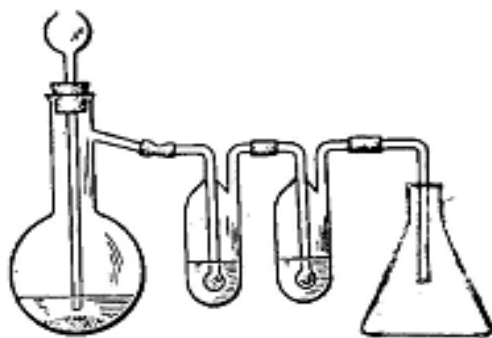


Рисунок 5 - Прибор для получения оксида азота (IV)

Какой газ выделяется? Написать уравнение реакции. Собрать оксид азота (IV) в 2 колбы (как это сделать?) и испытать, горят ли в ней тлеющая лучинка и зажженный фосфор? Написать уравнение реакций. Какие оксиды азота легче отдают кислород?

### Опыт № 7. Получение и свойства азотистой кислоты

1. Растворить небольшое количество нитрита натрия или калия в 1-2 мл воды, охладить раствор снегом и прибавить к нему 2-3 капли чистой концентрированной серной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Чем объясняется различная прочность азотной и азотистой кислот?

2. Налить в пробирку раствор нитрита калия, подкислить его разбавленной серной кислотой и добавить несколько капель раствора перманганата калия. Что происходит? Написать уравнение реакции. Сделать аналогичный опыт с бихроматом калия. На какие свойства азотистой кислоты указывают эти реакции?

3. К подкисленному раствору йодида калия добавить несколько капель крахмала и раствора нитрита калия. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Прodelать аналогичный опыт с бромидом калия, заменив крахмал органическим растворителем. Какую роль играет азотистая кислота в этих реакциях?

## Опыт № 8. Азотная кислота и ее соли

Азотная кислота является сильным окислителем. Органические вещества при взаимодействии с концентрированной кислотой (дымящей и безводной) могут воспламеняться. *Пары азотной кислоты раздражающе действуют на дыхательные пути. Попадая на кожу, концентрированная азотная кислота вызывает тяжелые ожоги. После тщательного промывания пораженного участка кожи водой его следует промыть 2 %-м раствором бикарбоната натрия, затем наложить синтомициновую эмульсию.*

*Опыты с концентрированной азотной кислотой следует проводить под тягой, надеть перчатки, очки!*

### а) получение азотной кислоты из селитры

#### Опыт вести под тягой!

В круглодонную колбу положить 10 г нитрата натрия или калия и прилить 10 мл 96 %-ного раствора серной кислоты. Соединить колбу-реактор через насадку Вюрца с колбой приемником. Приемник необходимо опустить в кристаллизатор, заполненный водой со снегом. Осторожно нагреть колбу-реактор (рисунок 6). Что происходит? Чем объяснить появление бурых паров в приемнике? Когда в приемнике соберется 10-15 мл азотной кислоты, прекратить нагревание колбы-реактора. Полученную азотную кислоту сохранить до следующего опыта.

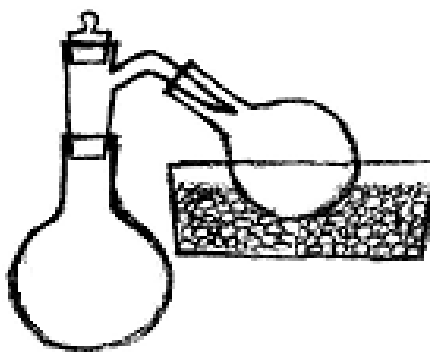


Рисунок 6 - Прибор для получения азотной кислоты

Объяснить с точки зрения закона действующих масс, почему для получения концентрированного раствора азотной кислоты берут сухую селитру и концентрированный раствор серной кислоты? Почему необходимо реакционную смесь нагревать, но осторожно? Какова температура кипения серной и азотной кислот? Как ведут себя при нагревании растворы азотной кислоты различной концентрации? Каков состав азеотропной смеси азотной кислоты с водой?

## **Опыт № 9. Свойства азотной кислоты**

### **Опыты проводить под тягой!**

1. Налить в фарфоровую чашку 1-2 мл свежеприготовленной концентрированной азотной кислоты. Добавить 1-2 капли концентрированной серной кислоты и осторожно под тягой (**стекло опустить!**) прибавить к ней при помощи трубки или пипетки 2-3 капли чистого скипидара? Что наблюдается?

2. Налить в 5 пробирок по 2 мл концентрированной азотной кислоты. Первую пробирку закрепить вертикально в лапке штатива и, подогревая кислоту, опустить в нее тлеющую лучинку. Что происходит? Во вторую, закрепленную в лапке штатива, опустить кусочек серы и подогреть. Когда пробирка охладится, вылить содержимое ее в воду и обнаружить присутствие серной кислоты (каким образом?) Написать уравнение реакций. Третью пробирку с азотной кислотой нагреть и внести в нее кусочек натуральной шерсти. Что наблюдается?

Пропустить ток сероводорода через азотную кислоту, находящуюся в четвертой пробирке. Написать уравнение реакции. В пятую пробирку с азотной кислотой внести небольшое количество сульфида меди. Объяснить растворение его в азотной кислоте. Написать уравнение реакции.

3. Испытать действие концентрированной азотной кислоты на цинк и олово. Реакцию провести в маленьких фарфоровых чашках при слабом нагревании (**под тягой!**). Написать уравнения происходящих реакций.

Взять 2 пробирки, в одну из них поместить 2-3 кусочка цинка, в другую -

такое же количество олова. Прилить в обе пробирки по 5 мл 2 % -го раствора азотной кислоты и оставить до следующего занятия. Как определить, что в данных условиях образовались соли аммония? Написать уравнения реакций. На какие свойства азотной кислоты указывают проведенные опыты?

4. Приготовить 9-12 мл «царской водки». В каких объемных отношениях необходимо смешивать хлороводородную и азотную кислоты для приготовления «царской водки»? Небольшие количества киновари (сульфида ртути) поместить в 2 фарфоровые чашечки, одну порцию киновари облить свежеприготовленным раствором «царской водки» (**осторожно!**), другую - концентрированной азотной кислотой. Поставить обе чашки на песчаную баню и нагреть. Что происходит? То же самое проделать с золотой фольгой и платиновой проволокой. Написать уравнения реакций.

Почему «царская водка» является более сильным окислителем, чем азотная кислота. Объяснить, пользуясь понятием произведения растворимости, почему сульфид ртути не растворяется в азотной кислоте, но растворяется в «царской водке»? Чем обусловлено растворение золота и платины в «царской водке»?

### **Опыт № 10. Соли азотной кислоты**

Какие продукты образуются при прокаливании нитратов натрия, кальция, меди, свинца, ртути и серебра? Чем объясняется различный характер их распада?

## 2 Лабораторная работа. Фосфор

*Все опыты с белым и красным фосфором, проводить под тягой! Белый фосфор ядовит и легко воспламеняется. Работа с ним требует особой осторожности. Белый фосфор разрешается брать только пинцетом. К месту проведения опыта фосфор следует переносить только в фарфоровой чашке или ступке с водой.*

*Ожоги, вызываемые фосфором, очень опасны. В случае попадания белого, фосфора, на кожу, необходимо тотчас же удалить его и промыть обожженное место 2% -м раствором нитрата серебра, сульфата меди или перманганата калия. После проведения опытов с белым или красным фосфором посуду следует погрузить на некоторое время в 10% -и раствор сульфата меди, после чего вымыть обычным способом.*

### **Фосфор и его свойства.**

#### **Опыт № 1. Получение белого фосфора**

Положить на дно пробирки небольшое количество сухого красного фосфора и закрыть отверстие кусочком ваты. Закрепив пробирку в лапке штатива, осторожно нагреть то место, где лежит фосфор (под тягой!) (рисунок 7). Что происходит? Наблюдать свечение фосфора в темноте.

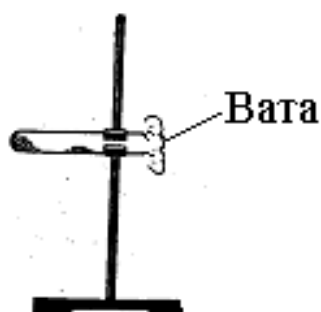


Рисунок 7 - Прибор для получения белого фосфора

Каковы условия перехода белого фосфора в красный и обратно?

Какие существуют еще аллотропические видоизменения фосфора? Как они могут быть получены?

## **Соединения фосфора.**

### **Кислородные соединения фосфора.**

#### **Опыт № 2. Реакции на метафосфорную кислоту и ее соли**

а) термическим разложением дигидроортофосфата натрия получить соответствующую соль метафосфорной кислоты;

б) налить в пробирку около 1 мл водного раствора белка куриного яйца (альбумина) и прибавить к нему примерно такое же количество раствора метафосфата натрия, подкисленного уксусной кислотой. Что наблюдается? Испытать, оказывают ли такое же действие на раствор белка растворы метафосфата натрия и уксусной кислоты, взятые в отдельности;

в) к раствору метафосфата натрия в пробирке (1-2 мл) прилить недостаток (1-2 капли) раствора нитрата серебра. Происходит ли выпадение осадка? Добавить к содержимому пробирки несколько капель раствора хлорида натрия. Наблюдается ли образование осадка  $\text{AgCl}$ ? Объяснить наблюдаемые явления;

г) к раствору метафосфата натрия прилить избыток (несколько капель) раствора нитрата серебра. Отметить цвет образовавшегося осадка. Испытать отношение его к разбавленной азотной кислоте. Написать уравнения реакций. В какой среде может быть осажден метафосфат серебра?

#### **Опыт № 3. Получение метафосфорной кислоты**

а) растворить 0,1 г фосфорного ангидрида в воде, испытать полученный



раствор водным раствором белка. Что наблюдается?

б) поместить в фарфоровую чашечку 1-2 мл 95 %-ного раствора ортофосфорной кислоты. Нагреванием в песчаной бане довести ее до сиропообразной консистенции, после чего прокалить при температуре 350 °С. Как убедиться в том, что получилась метафосфорная кислота? Написать уравнение реакции.

#### **Опыт № 4. Реакции на ортофосфорную кислоту и ее соли**

а) к раствору гидрортофосфата натрия или фосфорной кислоты прилить «молибденовую жидкость». Каков состав выпавшего осадка? Написать уравнение реакции. Растворяется ли полученный осадок в азотной кислоте?

б) испытать отношение нитрата серебра к раствору натриевой соли ортофосфорной кислоты. Отметить цвет выделившегося осадка. Написать уравнение реакции. Растворяется ли полученное вещество в 1 н. растворе азотной кислоты?

#### **Опыт № 5. Получение ортофосфорной кислоты**

а) растворить в дистиллированной воде небольшое количество фосфорного ангидрида, добавить несколько капель разбавленной серной кислоты и раствор прокипятить. Испытать полученный раствор «молибденовой жидкостью». Объяснить происходящие явления;

б) положить в пробирку немного фосфорита, облить его 50 %-м раствором серной кислоты и нагреть до кипения. Слить раствор с осадка, разбавить водой и прилить к нему «молибденовую жидкость». Что происходит? Написать уравнения реакций;

в) в пробирку положить 0,2 г красного фосфора и небольшими порциями прилить к нему 10-15 мл концентрированного раствора азотной кислоты (**под тягой!**). Поставить колбу на водяную баню и нагреть до окончания реакции.

Перелить раствор в фарфоровую чашку и удалить выпариванием на водяной бане избыток азотной кислоты. Как убедиться в том, что остаток представляет собой ортофосфорную кислоту?

### **Опыт № 6. Реакции на пирофосфорную кислоту и ее соли**

а) испытать действие раствора пирофосфорной кислоты на белок. Что наблюдается?

б) к 2-3 мл раствора дигидропирофосфата натрия добавить несколько капель раствора нитрата серебра. Что наблюдается? Растворяется ли полученное вещество в разбавленном растворе азотной кислоты? Написать уравнение реакций.

### **Опыт № 7. Получение пирофосфорной кислоты**

Поместить в фарфоровую чашку 3 мл концентрированной ортофосфорной кислоты. Нагреванием на песчаной бане довести жидкость до сиропообразной консистенции, после чего нагреть до 240 °С. Как убедиться в том, что полученное вещество представляет собой пирофосфорную кислоту?

### **Опыт № 8. Гидролиз солей орто- и пирофосфорной кислот**

С помощью универсального индикатора определить рН раствора одно-, двух- и трех замещенных натриевых солей ортофосфорной кислоты, а также двух- и четырех замещенных натриевых солей пирофосфорной кислоты. Написать уравнение реакции и объяснить, почему получается разная среда при растворении данных солей в воде.

### **Опыт № 9. Кальциевые соли ортофосфорной кислоты**

В 3 пробирки налить раствор хлорида кальция, в одну из них добавить

аммиак и раствор гидрофосфата натрия, в другую - только раствор гидрофосфата натрия, в третью - раствор дигидрофосфата натрия. Что наблюдается? Написать уравнения реакций и объяснить влияние среды на ход процесса.

Испытать отношение полученных осадков к уксусной и хлороводородной кислотам. Объяснить наблюдаемые явления. Какой состав имеют фосфорит, преципитат, суперфосфат, двойной суперфосфат. Условия их применения в сельском хозяйстве.

### **Опыт № 10. Отношение солей ортофосфорной кислоты к нагреванию**

Прокалить на крышке тигля небольшое количество (несколько кристаллов) однозамещенной натриевой соли ортофосфорной кислоты. Реакцию разложения необходимо довести до конца (как это определить?). Продукт прокаливания охладить, растворить в воде и определить, соль какой фосфорной кислоты находится в растворе. Написать уравнение реакции.

Какие продукты образуются при прокаливании двух замещенных натриевой и аммонийнатриевой солей ортофосфорной кислоты? Какие соли ортофосфорной кислоты используются в качестве удобрения? Сравнить силу кислородных кислот фосфора, серы и хлора, а также азота и фосфора.

### **Галогениды фосфора.**

### **Опыт № 11. Гидролиз хлорида фосфора**

Внести небольшое количество трихлорида и пентахлорида фосфора в пробирку и прилить дистиллированную воду. Что наблюдается? Написать уравнение реакции и установить состав продуктов взаимодействия трихлорида и пентахлорида фосфора с водой.

К какому классу соединений относятся галогениды фосфора?

### 3 Лабораторная работа. Мышьяк, сурьма, висмут

#### Опыт № 1. Химические свойства мышьяка

1. Изучить отношение  $As_2O_3$  к воде. Используя универсальную индикаторную бумагу, установите реакцию среды раствора. Объяснить происходящие явления. Написать уравнение реакции. Дать количественную характеристику процессу.

2. Подействовать на водную суспензию  $As_2O_3$  раствором  $NaOH$  и раствором  $HCl$  (**При нагревании! Под тягой!**). Объяснить происходящее. Написать уравнения реакций.

3. К щелочному раствору  $As_2O_3$  (опыт № 1.2) добавить несколько капель раствора  $AgNO_3$ . Наблюдать выпадение осадка. Написать уравнение реакции.

4. Подействовать на кислый раствор  $As_2O_3$  (опыт № 1.2) сероводородом или свежеполученной сероводородной водой. Что происходит?

5. На образовавшийся в результате опыта № 1.4 сульфид мышьяка подействовать свежеприготовленным раствором  $Na_2S$ . Что происходит? К полученному раствору добавить соляной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Объяснить происходящие явления.

6. Исследовать растворимость  $Na_3AsO_3$  и  $Na_3AsO_4$ . Установить реакцию среды растворов. Объяснить явления.

7. Подействовать раствором  $AgNO_3$  на раствор  $Na_3AsO_4$ . Что происходит?

8. По обменной реакции между  $Na_3AsO_4$  и  $H_2SO_4$  получить  $H_3AsO_4$ . Подействовать на нее раствором  $Na_2S$ . Что происходит? Добавить избыток  $Na_2S$ . Что наблюдается? Прилить раствор  $HCl$ . Написать уравнения реакций.

9. Изучить растворимость ортоарсената натрия. Какова реакция раствора этой соли?

10. Осуществить качественную реакцию на  $AsO_4^{3-}$  – ион действием на раствор нитрата серебра.

## Сурьма и её соединения.

### Опыт № 2. Получение стибина

Смешать порошок магния и сурьмы, смесь насыпать в пробирку и осторожно нагреть (рисунок 8). После этого высыпать содержимое пробирки в раствор соляной кислоты. Что наблюдается? Какой газ выделяется? Написать уравнения реакций.

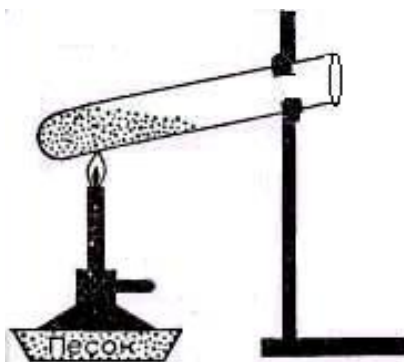


Рисунок 8 - Получение стибина

### Опыт № 3. Оксид сурьмы (III)

1. К 10 мл подкисленного соляной кислотой раствора трихлорида сурьмы прилить раствор карбоната натрия до слабощелочной реакции. Что наблюдается? Нагреть реакционную смесь до удаления диоксида углерода. Дать осадку осесть, промыть его путём декантации несколько раз горячей водой.

2. Испытать отношение оксида сурьмы (III) к воде, к растворам соляной и винной кислот, а также к растворам щелочей. Написать уравнения реакций. К какому классу оксидов относится оксид сурьмы (III)?

3. Испытать раствор антимонита натрия нитратом серебра. Что выпадает в осадок? Какие свойства проявляет сурьма (III) в этой реакции?

#### **Опыт № 4. Оксид сурьмы (V)**

Свойства оксида сурьмы(V).

В 2 пробирки поместить немного оксида сурьмы(V) и испытать отношение его к 10%-му раствору гидроксида натрия и концентрированной соляной кислоте. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Каким способом можно получить оксид сурьмы (V)?

Сульфиды и тиосоли сурьмы(III).

Получить сульфид сурьмы(III). Изучить отношение его к сульфиду и полисульфиду аммония. Что происходит при подкислении растворов полученных тиосолей сурьмы?

#### **Висмут и его соединения.**

#### **Опыт № 4. Получение висмута**

Получить висмут восстановлением раствора его соли цинком и испытать отношение полученного висмута к кислотам. В каких условиях можно получить висмут из его соединений, взяв в качестве восстановителя соединения олова(II)? Написать уравнения реакций.

#### **Опыт № 5. Свойства соединений висмута (III)**

1. Испытать, что происходит при взаимодействии солей висмута с водой. Каким образом можно приготовить прозрачные растворы солей висмута(III)?

2. Получить гидроксид и сульфид висмута(III), ознакомиться с их свойствами. Образует ли висмут тиосоли? Написать уравнения реакций.

## Опыт № 6. Получение и свойства соединений висмута (V)

1. Осадить в пробирки гидроксид висмута(III) и обработать его при нагревании насыщенным раствором персульфата калия(2 - 3 мл). Что происходит? Написать уравнение реакции. Промыть осадок три раза методом декантации.

2. Приготовить в пробирке раствор, содержащей 1-2 капли 10 %-го раствора нитрата марганца, 1-2 капли концентрированного раствора азотной кислоты, 2-3 капли воды. Охладить раствор и внести в него суспензию, полученную в предыдущем опыте, висмутата калия. Что наблюдается? На какие свойства соединений висмута(V) указывает данная реакция? Написать уравнение реакции.

## 4 Лабораторная работа. Кислород

### Опыт № 1. Получение кислорода. Работа с газометром

Для соби́рания и хранения газов применяют стеклянные газометры (рисунок 9). Умеренно растворимые в воде газы, в том числе и кислород, собирают и хранят в них над водой. Газометр состоит из двух частей: воронка 1, снабженной краном 2, и толстостенной склянки 3 с отверстием для выхода газа 4 и сливным отверстием 5 внизу для воды.



1-воронка, 2-кран, 3-толстостенная склянка, 4-сливное отверстие для выхода газа,  
5-сливное отверстие

Рисунок 9 – Газометр

#### а) заполнение газометра водой

Снять воронку 1 и заполнить водой склянку 3. Перевернуть воронку 1 трубкой вверх, закрыть кран 2, заполнить водой трубку воронки, снова перевернуть воронку трубкой вниз, закрыв отверстие ее большим пальцем. Быстро погрузить воронку в склянку 3, наполненную доверху водой. Если в газометре остались пузырьки воздуха, то их следует удалить через кран 2, пользуясь металлической проволочкой или легким покачиванием газометра.



Поставить заполненный водой газометр на край стола около водопроводной раковины. Закрыв все краны газометра, открыть нижнее его отверстие 5. Выливается ли вода из газометра?

### **б) заполнение газометра кислородом**

Измерить объем газометра. Написать уравнение разложения перманганата калия. Рассчитать, сколько граммов соли следует взять, чтобы выделившийся при этом кислород заполнил газометр на  $2/3$ .

Взвесить нужное количество перманганата калия, перенести его в стеклянную пробирку для получения газа, снабженную резиновой трубкой, и укрепить пробирку в штативе.

Нагреть пробирку с перманганатом калия и, подождя, пока вытиснится воздух из пробирки и газоотводной трубки, ввести газоотводную трубку в сливное отверстие газометра. Вытекающая вода должна сливаться в раковину.

Заполнив газометр кислородом (на  $2/3$ ), вынуть газоотводную трубку и закрыть сливное отверстие пробкой. Следить за тем, чтобы воронка 1 была наполнена водой. После того, как газ охладится до комнатной температуры, открыть на короткое время кран 2 (для чего?).

Газометр может быть наполнен и из баллона с кислородом. В каких условиях можно получить кислород из пероксида бария и бертолетовой соли? Напишите уравнения реакций.

### **в) получение тока кислорода из газометра**

Чтобы наполнить сосуд кислородом, необходимо налить в него до краев воду, закрыть пробкой, перевернуть и погрузить сосуд в кристаллизатор с водой. Опустить газоотводную трубку от газометра в кристаллизатор и, открыв краны 2 и 4, отрегулировать скорость подачи кислорода; она должна быть такой, чтобы можно было легко считать пузырьки газа. Подвести газоотводную трубку под отверстие колбы, заполненной водой. Когда колба будет почти наполнена кислородом, закрыть ее под водой пробкой и вынуть из воды.

Для чего нужно оставить в колбе небольшое количество воды? Какие примеси содержит собранный кислород? Под каким давлением находится газ в

газомере?

## **Опыт № 2. Свойства кислорода**

1. Положить в ложечку<sup>1</sup> для сжигания кусочек серы величиной с горошину, поджечь ее на пламени горелки (**под тягой!**). Обратить внимание на цвет и размер пламени горящей серы. Внести горящую серу в банку с кислородом. Какие изменения в горении серы наблюдаются?

2. Положить в ложечку для сжигания небольшой кусочек древесного угля, накалив и внести в банку с кислородом. Как изменяется интенсивность горения угля в кислороде?

3. Свернуть спиралью отрезок стальной проволоки и прикрепить его к концу ложечки для сжигания. Присоединить к проволоке кусочек корковой пробки. Поджечь пробку и быстро внести проволоку в банку с кислородом. Что происходит? Написать уравнение реакции в молекулярной и электронной формах.

Какой вывод о свойствах кислорода можно сделать на основании проведенных опытов? Как влияет на интенсивность горения веществ замена воздуха кислородом? Чем это объясняется? Почему у кислорода низкие температуры плавления и кипения? Какое строение имеет молекула кислорода?

## **Озон**

### **Опыт № 3. Получение озона действием концентрированной серной кислоты на персульфат аммония (калия)**

В колбу Энглера (Вюрца) положить 15 г кристаллического персульфата аммония (или персульфата калия), соединить колбу с капельной воронкой,

---

<sup>1</sup> Данные приборы в лабораторную работу не ставятся. Лаборанту их необходимо выставить непосредственно перед работой.

содержащей концентрированную серную кислоту. Подавая серную кислоту к персульфату аммония и нагревая реакционную смесь регулируют ток озона. Написать уравнения протекающих реакций. Чем загрязнен образующийся озон.

#### **Опыт № 4. Свойства озона**

а) растворить озон в воде, отметить запах раствора;

б) к полученному водному раствору озона прибавить 2-3 капли крахмального клейстера и такой же объем раствора йодида калия. Что наблюдается? Написать уравнение реакции;

в) налить в стакан раствор индиго и, опустив в него конец газоотводной трубки озонатора, пропускать через работающий озонатор слабый ток кислорода. Что происходит? Какими свойствами обладает озон? Какое строение имеет молекула озона?

## 5 Лабораторная работа. Сера. Селен. Теллур

### Опыт № 1. Сера и ее свойства

#### а) ромбическая сера

В сухую пробирку налить 4-5 мл хлороформа<sup>1</sup> (**под тягой!**) и небольшими порциями, встряхивая содержимое пробирки, присыпать порошок серы до образования насыщенного раствора. Полученный раствор профильтровать в фарфоровую чашку (не смачивать фильтр водой, почему?), покрыть ее стеклом и оставить в вытяжном шкафу для медленного испарения. Каплю раствора поместить на предметное стекло, закрыть покровным стеклом и наблюдать под микроскопом, как растут кристаллы. Зарисовать кристаллы серы.

#### б) моноклинная сера

Заполнить небольшой фарфоровый или шамотовый тигель серой и медленно расплавить ее. Расплав должен занимать не менее половины тигля. Охладить тигель, следя за образованием кристаллической корки. Когда кристаллы почти сомкнутся в центре, быстро вылить не успевшую застыть серу в стакан с водой. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать образовавшиеся в тигле кристаллы.

Два-три полученных кристалла растворить в хлороформе на часовом стекле и после удаления растворителя рассмотреть форму вновь образовавшихся кристаллов. Какое строение молекул отвечает полученным модификациям серы?

#### в) изменение серы при нагревании

Наполнить пробирку (1/3) кусочками серы и, держа ее в руке при помощи зажима, медленно обогреть в пламени горелки. Наблюдать плавление и последующие изменения цвета и вязкости серы. Объяснить происходящие явления.

#### г) получение пластической серы

Нагреть серу (около 0,5 г) до кипения и вылить ее тонкой струей в

---

<sup>1</sup> Данные приборы и реактивы в лабораторную работу не ставятся. Лаборанту их необходимо выставить непосредственно перед работой.

кристаллизатор с холодной водой. Полученную массу вынуть из воды и высушить между листами фильтровальной бумаги. Испытать тягучесть серы и ее растворимость в хлороформе. Часть полученной массы сохранить до следующего занятия и снова изучить ее физические свойства. Из каких модификаций состоит пластическая сера?

### **Соединения серы.**

### **Опыт № 2. Сероводород**

*Сероводород ядовит! Все опыты с сероводородом следует проводить под тягой. Пострадавшего от сероводорода необходимо немедленно перенести из лаборатории на свежий воздух или дать вдохнуть чистый кислород.*

#### **а) получение сероводорода**

Положить в пробирку 1-2 г сульфида железа и налить 5-8 мл 20 %-го раствора хлороводородной кислоты. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной оттянутой трубкой.

#### **б) свойства сероводорода**

1. Какой запах имеет выделяющийся газ? Поджечь лучинкой сероводород и, держа над пламенем мокрую лакмусовую бумажку, наблюдать изменение ее окраски. Написать уравнение реакции.

2. Внести в пламя сероводорода холодный тигель. Что появляется на поверхности тигля? Написать уравнение реакции.

3. Через бромную, хлорную воду, а также через подкисленные растворы перманганата и дихромата калия, пропустить над смоченными полосками бумаги ток сероводорода. Что происходит? Написать уравнение реакции. На какое свойство сероводорода указывают происходящие явления?

Испытать водный раствор сероводорода на лакмус. Что наблюдается? Познакомиться по справочнику с константами диссоциации сероводородной кислоты.

### **в) действие сероводорода на кровь**

Пропустить ток сероводорода через разбавленную водой кровь, предварительно выжатую из парного мяса. Что наблюдается? Объяснить происходящее явление.

## **Опыт № 3. Сульфиды металлов**

### **а) получение сульфида аммония**

Раствор сульфида аммония получают насыщением водного раствора аммиака сероводородом. Определенный объем разбавленного водного аммиака (концентрацией не выше 8 %) разделяют на две равные части. Одну часть насыщают в избытке сероводорода, после чего к раствору образующегося гидросульфида аммония прибавляют вторую часть раствора аммиака.

Хранить раствор сульфида аммония необходимо в плотно закрытой склянке, заполненной жидкостью до самой пробки (или в атмосфере азота).

### **б) осаждение сульфидом аммония**

В ряд пробирок налить по 2 мл растворов солей железа (II), марганца (II), цинка, кадмия, свинца, сурьмы и меди. В каждую пробирку прибавить по 2 мл раствора сульфида аммония. Отметить цвет образующихся осадков. Написать уравнения реакций и величины произведения растворимости сульфидов этих металлов. Объяснить, используя понятие «произведения растворимости», процесс осаждения сульфидов в этих условиях.

Испытать действие 3 %-го раствора хлороводородной кислоты на полученные осадки, взяв небольшое количество их. Объяснить различное действие хлороводородной кислоты на сульфиды металлов.

### **в) осаждение сероводородом**

Испытать действие сероводорода на растворы тех же солей, используя для этого сероводородную воду или пропуская сероводород из аппарат Киппа (газоотводную трубку следует тщательно промывать после каждого опыта).

Объяснить, почему осадки выпадают не из всех растворов. Какие вещества

образуются при действии сероводорода на растворы соли железа (II)?  
Классифицировать исследованные сульфиды металлов по их растворимости в воде и кислотах.

#### **г) свойства сульфидов, растворимых в воде**

Сульфид натрия растворить в воде. Разлить раствор в две пробирки. Испытать действие раствора сульфида натрия на индикаторы (фенолфталеин, лакмус). Как объяснить происходящее явление? Через раствор, находящийся во второй пробирке, пропустить ток оксида углерода (IV). Отметить запах выделяющегося газа. Написать уравнение реакции.

Что произойдет с сульфидом натрия, если его оставить в открытой банке? Объяснить процессы, протекающие в растворе гидроксида натрия при пропускании через него сероводорода.

### **Опыт № 4. Диоксид серы (сернистый ангидрид)**

#### **Опыты проводить под тягой!**

##### **а) получение диоксида серы**

1. Что образуется при горении серы на воздухе?

2. Положить в пробирку несколько кристаллов сульфита натрия и добавить 2-3 капли 70 %-го раствора серной кислоты. Написать уравнение реакции и объяснить направление процесса на основании закона действующих масс.

3. Собрать прибор, изображенный на рисунке. В промывной склянке должна находиться концентрированная серная кислота. В колбу Вюрца положить 3-5 г медных стружек и залить их рассчитанным количеством 96 %-го раствора серной кислоты. Сильно нагреть реакционную колбу на песчаной бане\* до начала интенсивного выделения газа, после чего отставить горелку. Написать уравнение реакции.

##### **б) свойства диоксида серы**

1. Пропустить диоксид серы через 50-100 мл дистиллированной воды. После его испарения закрыть отверстие склянки пробкой со стеклянной оттянутой

трубкой. Перевернуть склянку с газом вверх дном и в таком положении погрузить ее в ванну с водой. Объяснить происходящее явление. Написать уравнение реакции. Какие равновесия устанавливаются при растворении диоксида серы в воде?

2. Налить в пробирку 2 мл раствора фуксина и пропустить через него ток диоксида серы. Что происходит? Прокипятить раствор. Что наблюдается? Чем объяснить происходящее явление?

Какие соли последовательно образуются при пропускании диоксида серы через раствор гидроксида натрия? Какие продукты образуются при прокаливании этих солей?

3. В две пробирки прилить по 4-6 капель хлорной и бромной воды соответственно, а также подкисленных серной кислотой растворов перманганата и бихромата калия и прилить раствор диоксида серы в воде. Что происходит? Написать уравнение происходящих реакций. Какие свойства проявляет при этом диоксид серы?

4. Налить в пробирку 1-2 мл сероводородной воды и раствора сернистой кислоты. Что происходит? Написать уравнение реакции. Какие свойства в данном случае проявляет сернистая кислота? Какие вещества образуются при взаимодействии газообразных диоксида серы и сероводорода?

## **Опыт № 5. Серная кислота и ее соли**

### **Опыты проводить под тягой!**

#### **а) отношение концентрированной серной кислоты к воде**

Налить в стакан 10-15 мл воды, измерить ее температуру и, не вынимая термометра, добавить 2 мл 96 %-го раствора серной кислоты. Записать показания термометра. В каком порядке следует приливать воду и концентрированную серную кислоту для приготовления растворов различной концентрации?

#### **б) действие серной кислоты на органические вещества**

1. В пробирку с небольшим количеством концентрированной серной кислоты



опустить лучинку. Что происходит?

2. Приготовить 2-3 мл раствора серной кислоты (1:1). Смочив конец стеклянной палочки этим раствором, сделать надпись на листе белой бумаги. Осторожно нагревая, высушить бумагу. Что происходит? На какие свойства серной кислоты указывают проделанные опыты?

3. В пробирку налить 2-3 мл концентрированной серной кислоты. Поместить в нее 5 г сахарной пудры, предварительно смоченной водой до состояния густой кашицы. Быстро перемешать массу стеклянной палочкой и наблюдать происходящие явления. Какие газообразные вещества при этом получаются?

#### **в) действие серной кислоты на неметаллы**

В две пробирки налить 2-3 мл 96 %-го раствора серной кислоты, внести в одну из них небольшой кусочек серы, в другую – угля и осторожно нагреть (**под тягой!**). Что происходит? Написать уравнение реакции.

#### **г) действие серной кислоты на металлы**

Налить в пробирку 2-3 мл концентрированного раствора серной кислоты и опустить в нее несколько кусочков железной проволоки. Что наблюдается? Осторожно нагреть пробирку. Происходит ли теперь какое-либо изменение? Какие свойства проявляет серная кислота в этом случае? В чем различие действия концентрированной и разбавленной серной кислоты на металлы? Чем объясняется большая сила и устойчивость серной кислоты по сравнению с сернистой кислотой?

#### **д) термическая устойчивость сульфатов**

1. В маленькую фарфоровую чашку или тигель поместить 1-2 г гидросульфата натрия и сначала осторожно нагреть, а затем сильно прокалить. Какие соединения при этом образуются? Написать уравнение реакции.

2. На крышку фарфорового тигля положить несколько кристаллов сульфата железа (II), сначала нагреть их, затем сильно прокалить. Подержать над кристаллами универсальную индикаторную бумагу, смоченную водой. Что происходит. Написать уравнение реакции.

3. Провести аналогичный опыт с гипсом и глауберовой солью. От чего зависит различная термическая устойчивость кислородосодержащих солей серы и

соответствующих кислот?

### **Опыт № 6. Свойства тиосульфата натрия**

1. Растворить несколько кристаллов тиосульфата натрия в небольшом количестве воды и добавить 1-2 мл раствора хлороводородной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

2. Положить на крышку тигля несколько кристаллов тиосульфата натрия и сначала осторожно, а затем сильно нагреть. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Доказать, какие вещества образовались при распаде тиосульфата натрия.

3. Налить в пробирку 3-4 мл хлорной воды и прибавлять по каплям раствор тиосульфата натрия до исчезновения запаха хлора. Написать уравнение реакции. Почему тиосульфат натрия называется «антихлором»?

4. Прodelать аналогичный опыт с иодной водой. Написать уравнение реакции.

Почему при взаимодействии хлорной и иодной воды с тиосульфатом натрия получают различные продукты окисления серы? Что образуется при действии бромной воды на тиосульфат натрия? Какое техническое название имеет тиосульфат натрия?

### **Опыт № 7. Оксиды селена (IV) и теллура (IV)**

*Соединения селена и теллура ядовиты! Опыт демонстрирует преподаватель!*

Селен и его соединения являются сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ). Наиболее токсичны галогениды селена, селеноводород и растворимые в воде кислородные соединения селена. Симптомы отравления: неприятный запах от тела пострадавшего, раздражение дыхательных путей и глаз, затяжной насморк, головные боли.

По характеру действия на организм человека теллур и его соединения

аналогичны неорганическим соединениям селена и мышьяка. Наиболее токсичен теллуристый диоксид. Токсичны также оксиды теллура (IV), водные растворы солей теллуристой и теллуровой кислот. Только теллур («металлический») при попадании внутрь организма не вызывает токсического действия. Признаки отравления солями теллура: чесночный запах выдыхаемого воздуха, головная боль, учащение дыхания и пульса, ощущение усталости и головокружение.

#### **а) свойства оксида селена (IV)**

1. Испытать отношение оксида селена (IV) к воде, а также к растворам кислот и щелочей. Написать уравнение реакции.

2. К растворам селенистой кислоты в отдельных пробирках прибавить растворы хлорида олова (II), сернистой кислоты. Нагреть содержимое пробирок. Что наблюдается? На какие свойства селенистой кислоты указывает проведенные реакции? Написать уравнения реакций.

3. К раствору селенистой кислоты, подкисленному серной кислотой, в отдельных пробирках добавить растворы перманганата и бихромата калия. Нагреть содержимое пробирок. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Какие свойства проявляет селенистая кислота в этом случае?

#### **б) свойства оксида теллура (IV)**

1. Испытать отношение диоксида теллура к воде, а также к растворам гидроксида натрия и соляной кислоты при нагревании. Написать уравнение реакции.

2. К раствору оксида теллура (IV) в хлороводородной кислоте, разбавленному водой, прибавить растворы дихлорида олова и сернистой кислоты. Нагреть содержимое пробирок. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Какое свойство проявляют соли теллура (IV) в данных реакциях?

Сопоставить физические и химические свойства сернистой, селенистой и теллуристой кислот.

## **6 Лабораторная работа. Галогены**

### **Получение и свойства галогенов.**

*Опыты с галогенами следует проводить под тягой. Необходимо работать в масках и перчатках. Все работы с галогенами, особенно бромом, можно проводить только с разрешения преподавателя.*

### **Хлор.**

*Хлор – ядовитый зеленовато-желтый газ. Вдыхание небольших количеств его вызывает кашель, при вдыхании больших количеств возможны тяжелые последствия, в том числе воспаление и отек легких.*

*При тяжелом отравлении хлором до прибытия врача необходим покой, вдыхание кислорода. Пострадавшему дают молоко, согревают конечности. При несильном отравлении пострадавшему дают молоко, выводят на свежий воздух до полного исчезновения симптомов отравления.*

### **Получение хлора.**

**Опыт № 1. Получение хлора из хлороводородной кислоты действием различных окислителей**

а) насыпать в пробирку небольшое количество оксида марганца (IV) и облить его концентрированной хлороводородной кислотой. Осторожно понюхать, направляя к лицу струю хлора движением кисти руки. Написать уравнение реакции;

б) опустить на дно пробирки немного тонко измельченного дихромата калия и облить его концентрированной хлороводородной кислотой. Смесь слегка

подогреть. Что наблюдается? Написать уравнение реакции;

в) положить в пробирку немного хлорной извести и облить ее 20 %-м раствором хлороводородной кислоты. Написать уравнение реакции.

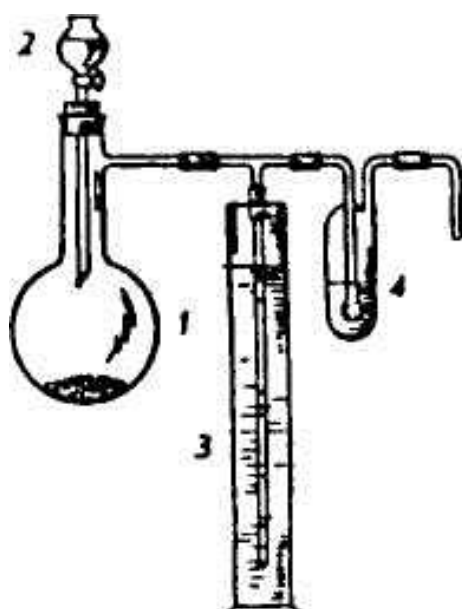
### **Опыт № 2. Получение хлора из хлорида натрия**

Поместить в пробирку немного смеси хлорида натрия с оксидом марганца (IV), осторожно прилить из пипетки несколько капель 96 %-го раствора серной кислоты. Смесь слегка подогреть. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

В виде каких соединений встречается хлор в природе? Как получают хлор в промышленности?

### **Опыт № 3. Получение хлора окислением хлороводородной кислоты перманганатом калия**

Собрать прибор (рисунок 10) и проверить его герметичность. В колбу Вюрца 1 поместить 10-15 г перманганата калия. В капельную воронку 2 налить 37 %-й раствор хлороводородной кислоты (прежде чем наполнить капельную воронку хлороводородной кислотой, необходимо убедиться, что это действительно хлороводородная кислота. *Следует помнить, что при взаимодействии концентрированной серной кислоты с перманганатом калия может произойти взрыв*), в цилиндр 3 - насыщенный раствор хлорида натрия, в промывалку 4 - немного концентрированного раствора серной кислоты.



1- колба Вюрца; 2 - капельная воронка; 3 – цилиндр; 4 – промывалка

Рисунок 10 – Прибор для получения хлора взаимодействием соляной кислоты с перманганатом калия.

Каково назначение цилиндра с раствором хлорида натрия? Почему в данной установке не поставлена промывалка с водой? Загрязнен ли хлор хлоридом водорода?

Наполнить хлором коническую колбу емкостью 250 мл и покрыть стеклянными пластинками или пробками. На дно двух колб, предназначенных для сжигания в хлоре металлов, предварительно поместить слой песка (зачем?).

Во время заполнения хлором отверстия колб должны быть прикрыты стеклянными пластинками или пробками. Поставить белый экран (лист бумаги) для наблюдения окраски хлора. Испытать свойства хлора.

## **Химические свойства хлора.**

### **Опыт № 4. Взаимодействие хлора с металлами**

а) взять на листок бумаги немного порошка сурьмы, открыть одну из колб с хлором и постепенно всыпать в нее сурьму. Что происходит? Написать уравнение реакции;

б) взять щипцами полоску медной фольги или пучок тонких медных проволочек, нагреть на пламени горелки и быстро внести колбу с хлором. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

### **Опыт № 5. Взаимодействие хлора с неметаллами**

а) положить в ложечку для сжигания несколько крупинок красного фосфора, поджечь его и внести в колбу с хлором. Что происходит? Написать уравнение реакции;

В каких условиях при горении, фосфора (сурьмы) в хлоре, могут образоваться хлориды фосфора (III) и фосфора (IV) (сурьмы)? По каким признакам их можно отличить?

б) взять две пробирки. Одну из них наполнить хлором, другую - водородом из аппарата Киппа. Пробирки обвернуть полотенцем. Предварительно закрыв отверстия пробирок пальцами, соединить их таким образом, чтобы пробирка с хлором находилась наверху. Разнять пробирки и быстро внести их отверстия в пламя. Что происходит? Написать уравнение реакции.

### **Опыт № 6. Взаимодействие хлора со сложными веществами**

а) взять полоску фильтровальной бумаги, смочить ее несколькими каплями свежеперегнанного скипидара и при помощи щипцов внести в банку с хлором. Что

наблюдается? Написать уравнение реакции;

б) закрепить на ложечке для сжигания огарок свечи, зажечь свечу и осторожно внести ее в банку с хлором. Что наблюдается? Какие продукты образовались в результате реакции?

### **Опыт № 7. Хлорная вода и ее свойства**

а) насытить 5-10 мл дистиллированной воды хлором. Отметить цвет и запах (осторожно!) полученного раствора. Какие вещества присутствуют в хлорной воде? Написать уравнение реакции и ее константу равновесия. Испытать действие полученной хлорной воды на раствор индиго и окрашенную ткань. Что наблюдается? Какое вещество производит bleaching действие?

б) налить в пробирку 2-3 мл хлорной воды и прибавить по каплям раствор гидроксида натрия. Как объяснить исчезновение окраски и запаха хлорной воды? Какое влияние оказывает щелочь на сдвиг равновесия в реакции между хлором и водой? Сформулировать принцип Ле Шателье.

Добавить в пробирку разбавленный раствор серной кислоты до кислой реакции. Изменился ли запах раствора? Написать уравнение реакции. Объяснить полученные результаты. Как можно получить хлорноватистую кислоту (в растворе)? Какие типы превращений характерны для хлорноватистой кислоты? Какие условия способствуют преобладанию того или иного вида превращений?

### **Бром.**

*Бром - тяжелая жидкость, образующая темно-красные пары способные вызвать отравление, слезотечение, удушье и поражение дыхательных путей. На коже образуются трудно заживающие язвы.*

*Перегонку брома можно проводить только в стеклянных приборах из хорошо отожженного стекла с использованием водяной бани. Нагревание стеклянных сосудов с жидким бромом голым пламенем горелки опасно. Работать*



с бромом можно только под тягой в маске и резиновых перчатках. Наливать бром в пробирки и капельные воронки следует осторожно через воронку.

При попадании брома на кожу следует быстро промыть пораженное место спиртом, большим количеством воды, а затем многократно 2 %-м раствором бикарбоната натрия. При случайном вдыхании паров брома необходимы покой, вдыхание паров разбавленного раствора аммиака (2 %-й водный раствор), затем вдыхание кислорода.

### Получение брома.

#### Опыт № 8. Получение брома окислением бромоводородной кислоты

Собрать прибор как показано на рисунке 11.

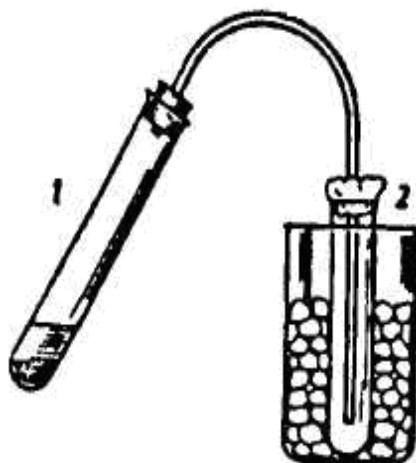


Рисунок 11 – Прибор для получения брома

В пробирку 1 насыпать около 1,5 г оксида марганца (IV) и прилить 5 мл концентрированного раствора бромоводородной кислоты. Закрывать пробирку 1 пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустить в сухую пробирку 2 охлаждаемую льдом. Отверстие пробирки 2 закрыть ватой и, слегка нагревая реакционную смесь, собрать выделяющийся бром. Написать уравнение реакций. Полученный бром использовать для последующих опытов.

## **Опыт № 9. Получение брома вытеснением его из солей**

Налить в пробирку 2-3 мл насыщенного раствора бромида калия и пропустить через него сильный ток хлора. Что происходит? Полученный бром отогнать в пробирку-приемник. Написать уравнение реакции. Можно ли этим способом получить хлор и йод?

### **Свойства брома.**

Опыты с жидким бромом студент проводит в присутствии преподавателя.

В вытяжной шкаф поставить штатив для пробирок с 5 сухими пробирками. Пользуясь маленькой воронкой, налить в каждую пробирку по 0,3-0,5 мл брома и проделать следующие опыты.

### **Опыт № 10. Физические свойства**

Одну пробирку с бромом поместить в стакан с охлаждающей смесью (лед и хлорид натрия), температура которой не должна быть выше минус 10 °С. Какова температура замерзания брома?

### **Опыт № 11. Взаимодействие с металлами и неметаллами**

а) пробирку с бромом закрепить в лапку штатива и бросить в нее узкую полоску алюминиевой фольги. Если через минуту реакция не начнется, подвести под дно пробирки стакан с теплой водой (около 40 °С). Что происходит? Написать уравнение реакции;

б) в пробирку с бромом, также закрепленную в лапку штатива, внести нагретую полоску медной фольги. Что наблюдается? Написать уравнение реакции;

в) в четвертую пробирку с бромом, находящуюся в штативе, внести

шпателем несколько крупинок красного фосфора. Написать уравнение реакции.

### **Опыт № 12. Бромная вода и ее свойства**

а) в пробирку с бромом добавить 3-5 мл воды и перемешать стеклянной палочкой содержимое пробирки. Что наблюдается? Велика ли растворимость брома в воде? Что называется бромной водой? Прибавить к раствору несколько капель насыщенного раствора бромида калия. Объяснить происходящее явление;

б) налить в пробирку 2-3 мл бромной воды и прилить раствор гидроксида натрия. Как можно объяснить изменение окраски раствора? Написать уравнение реакции;

в) Налить в пробирку несколько капель бромной воды, разбавить ее 5 мл дистиллированной воды и прибавить 5-10 капель хлороформа? Содержимое пробирки тщательно перемешать. Объяснить наблюдаемое явление. Прodelать аналогичный опыт с другими органическими растворителями (гексан, бензол, тетраxлорид углерода).

Отметить изменение окраски органического слоя.

### **Иод.**

*Пары иода, темно-фиолетового цвета, имеют неприятный запах, похожий на запах хлора, разъедающе действуют на слизистые оболочки. При отравлении следует вдыхать водяные пары с примесью аммиака, при поражении глаз промыть их 1 %-м раствором тиосульфата натрия.*

### **Опыт № 13. Получение иода**

а) отвесить по 0,5 г иодида калия и оксида марганца (IV), пересыпать в тигель и перемешать стеклянной палочкой. Поставить тигель со смесью на фарфоровый треугольник, налить 3-4 капли концентрированного раствора серной

кислоты и закрыть тигель маленькой колбой, наполненной холодной водой. Колбу закрепить в лапке штатива. Тигель слабо нагреть в течение нескольких минут. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Полученный иод собрать в бюкс и взвесить. Вычислить выход в процентах. Полученное вещество сдать лаборанту;

б) налить в пробирку 2 мл насыщенного раствора иодида калия. Пропустить через раствор ток хлора или добавить свежеприготовленной иодной воды. Какое вещество при этом выделяется? Полученное вещество отфильтровать на гладком фильтре и высушить на воздухе. Чем будет загрязнен полученный иод? Как можно его очистить?

#### **Опыт № 14. Свойства иода**

а) в фарфоровую чашку или керамическую пластину поместить несколько кристаллов сухого иода и порошка алюминия и осторожно перемешать. (**Опыт проводить под тягой!**) В приготовленную смесь внести каплю воды при помощи длинной трубки или палочки. Что наблюдается? Какую роль играет вода в данном опыте? Написать уравнение реакции;

б) налить в две пробирки воду и опустить в них по одному кристаллу иода полученного в предыдущих опытах. Содержимое пробирок сильно взболтать. Каковы растворимость иода в воде? Какие молекулы и ионы содержатся в иодной воде? Написать уравнение реакции взаимодействия иода с водой.

Оставить одну пробирку для сравнения, во вторую пробирку прилить насыщенный раствор иодида калия и сильно взболтать. Что происходит? Образованием какого вещества объясняется увеличение растворимости иода? Написать уравнение реакции;

в) к 2-3 мл иодной воды прилить по каплям 1 н. раствор щелочи до исчезновения окраски раствора. Полученный раствор подкислить серной кислотой. Что при этом наблюдается? Объяснить происходящие явления. Написать уравнения реакции;

г) налить в пробирки по 2-3 мл иодной воды и добавить в них по 2-3

капли органических растворителей (бензол, хлороформ, гексан, тетрахлорид углерода). Содержимое пробирок взболтать и отметить окраску слоя органического растворителя. В чем заключается сущность закона распределения?

### **Фтор.**

Каким способом получают фтор? Как реагирует фтор с водородными соединениями других элементов, например с водой, сероводородом, аммиаком? Как изменяется активность галогенов в ряду фтор-йод? Чем это можно объяснить?

## **7 Лабораторная работа. Водородные и кислородные соединения галогенов**

### **Соединения галогенов с водородом.**

*Опыты проводить под тягой!*

#### **Опыт № 1. Взаимодействие галогенидов металлов с кислотами**

##### **а) взаимодействие хлорида натрия, бромида натрия и йодида калия с концентрированной серной кислотой**

Три пробирки поместить в штатив. В одну из них положить немного хлорида натрия, в другую - бромида натрия и в третью - йодида калия. В каждую из пробирок прилить несколько капель концентрированной серной кислоты (кислоту брать пипеткой!). Что наблюдается? Чем загрязнены бромид и йодид водорода, полученные этим способом? Написать уравнения реакций.

Какой из галогеноводородов является наиболее сильным восстановителем? Какие галогеноводороды можно получать действием концентрированного раствора серной кислоты на соответствующий галогенид?

##### **б) взаимодействие бромида натрия и йодида калия с концентрированным раствором ортофосфорной кислоты**

В одну из пробирок поместить небольшое количество бромида натрия, в другую - йодида калия. В обе пробирки добавить 60 %-й раствор ортофосфорной кислоты. Какие газы выделяются из пробирок? Написать уравнения реакций и объяснить наблюдаемые явления.

## **Опыт № 2. Свойства бромоводородной кислоты**

а) испытать действие бромоводородной кислоты на магний, цинк и на карбонат кальция;

б) к 1 мл раствора бромоводородной кислоты добавить 1 - 2 капли раствора нитрата серебра. Что наблюдается? Написать уравнения реакций для всех процессов, протекающих в данном опыте.

## **Опыт № 3. Свойства иодоводородной кислоты**

а) раствор иодоводородной кислоты испытать на лакмус. Изучить его отношение к металлам (цинк, магний);

б) налить в 3 пробирки раствор иодоводородной кислоты и добавить в первую пробирку растворы ацетата натрия и ацетата свинца, во вторую - нитрата серебра (1-2 капли), в третью - небольшой кусочек мрамора. Написать уравнения реакций для всех процессов, протекавших в данном опыте.

## **Опыт № 4. Фторид водорода**

Все работы с газообразным фторидом водорода, а также с плавиковой кислотой следует проводить в вытяжном шкафу! При налипании фтористоводородной кислоты необходимо надевать резиновые перчатки, очки или маску. Следить за тем, чтобы капли фтороводородной кислоты не попали на кожу.

При попадании капель плавиковой кислоты любой концентрации на кожу необходимо немедленно промыть пораженное место большим количеством воды, обработать его 10 %-м, раствором хлорида кальция или насыщенным раствором сульфата магния. Затем нанести на пораженное место суспензию оксида магния в растворе сульфата магния или линимент синтомицина. В особо тяжелых случаях после оказания пострадавшему первой помощи его следует госпитализировать.

При попадании паров  $\text{HF}$  в дыхательные пути следует понюхать разбавленный водный раствор аммиака, а затем вдыхать кислород.

### **Опыт № 5. Свойства фтороводородной кислоты**

а) испытать действие полученного раствора плавиковой кислоты на лакмус и цинк;

б) к 1 мл раствора фтороводородной кислоты прилить раствор хлорида кальция. Что наблюдается? Написать уравнения проведенных реакций.

Фториды каких металлов растворимы в воде? Чем объясняется низкая степень диссоциации фтороводородной кислоты? Каково процентное содержание фторида водорода в его азеотропной смеси с водой и в продажной плавиковой кислоте?

### **Опыт № 6. Травление стекла фтороводородной кислотой**

Покрывать стеклянную пластинку слоем парафина. Для этого ее следует опустить в расплавленный в фарфоровой чашке парафин и тотчас же вынуть. Концом перочинного ножа сделать на парафинированной поверхности надпись таким образом, чтобы открыть поверхность стекла. По краям надписи сделать из парафина небольшой барьер. Налить 10 %-й раствор фтороводородной кислоты на парафинированную пластинку и оставить ее под тягой. Через 1-2 ч смыть раствор с пластинки и снять парафин. Что произошло со стеклом? Написать уравнения реакций.

### **Кислородные соединения галогенов.**

При выполнении экспериментов с хлоратами и некоторыми перхлоратами металлов (бертолетова соль, «ангидрон», перхлораты щелочных металлов и др.) следует иметь в виду, что их смеси с органическими веществами взрывоопасны,



чувствительны к трению, удару и нагреванию. Особенно легко происходит взрыв хлоратов в смеси с серой, красным фосфором, сульфидами фосфора, сурьмой, углем, крахмалом, сажей, сахаром. Опасность взрыва повышается в присутствии бромата калия. При смешении хлоратов с солями аммония образуется продукт, взрывающийся при 100 °С, а при длительном хранении самовоспламеняющийся.

### **Белильная известь.**

### **Опыт № 7. Получение белильной извести**

#### **Опыт проводить под тягой!**

а) к 2 г чистой гашеной извести (гидроксида кальция) добавить 10-15 мл воды и хорошо перемешать. Полученную смесь поместить в маленький стакан, охлаждаемый льдом (почему необходимо охлаждение?), и пропускать хлор, очищенный от хлорида водорода (как это сделать?), в течение 10-20 мин. Написать уравнение реакции;

б) к 5 г чистой гашеной извести добавить 2 мл воды и приготовить тонкую суспензию (фарфоровая ступка). Поместить последнюю в стеклянную трубку и пропускать через нее ток чистого хлора (необходимо охлаждение трубки; студенту предлагается разработать конструкцию прибора) до прекращения изменения массы (1-1,5 ч). Укажите условия хранения препарата.

### **Опыт № 8. Свойства белильной извести**

а) часть полученного препарата обработать 10 мл воды и отфильтровать не растворившиеся вещества. Взять небольшое количество полученного раствора и испытать его на индиго и окрашенную ткань. Объяснить наблюдаемое явление.

Может ли угольная кислота вытеснить хлорноватистую кислоту из раствора её солей? Сравнить величины констант диссоциации угольной и хлорноватистой кислот;

б) к части полученного раствора белильной извести прилить раствор 1н. серной кислоты до кислой реакции и осторожно понюхать. Написать уравнения реакций. Что происходит с белильной известью при нагревание концентрированного раствора?

Как изменяется сила кислот в ряду: хлорноватистая - бромноватистая - иодноватистая кислота? Какие ионы находятся в растворах этих кислот? Как изменяется в указанном ряду устойчивость и окислительное действие кислот? Объяснить наблюдаемые закономерности.

### **Бертолетова соль (хлорат калия).**

### **Опыт № 9. Свойства бертолетовой соли**

#### **Опыт проводить под тягой!**

а) в маленькую фарфоровую чашку положить несколько кристаллов бертолетовой соли и осторожно смочить их 3-4 каплями 96 %-го раствора серной кислоты. Что наблюдается? Прodelать аналогичный опыт с концентрированной хлороводородной кислотой. Что наблюдается в этом случае? Написать уравнения реакций. Какие продукты образуются при взаимодействии бертолетовой соли с щавелевой кислотой?

б) отвесить 0,5 г мелкокристаллической бертолетовой соли и смешать палочкой (**осторожно!**) с равным количеством сахарной пудры. Высыпать смесь на крышку от тигля и смочить ее 2-3 каплями концентрированной серной кислоты. Что происходит? На какие свойства бертолетовой соли указывают проделанные опыты?

### **Опыт № 10. Иодноватая кислота**

Приготовить раствор иодноватой кислоты путём растворения оксида иода (V) в воде и разлить его в 2 пробирки. В одну пробирку прилить раствор

иодида калия. Какое вещество при этом выделяется? В другую пробирку прилить подкисленный серной кислотой раствор сульфата железа (II). Что наблюдается? Написать уравнения реакций. На какие свойства иодноватой кислоты указывают проведенные опыты? Написать формулы иодных кислот. Какие известны кислородные соединения иода? Как они получаются ?

### **Опыт № 11. Сравнение окислительных свойств галогенов**

Приготовить немного раствора бромноватой кислоты. Для этого 2-3 капли насыщенного раствора бромата калия смешать с 1-2 мл разбавленного раствора серной кислоты. Бросить в раствор маленький кристаллик иода, несколько раз перемешать содержимое пробирки, декантировать раствор и прилить к нему несколько капель органического растворителя. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Будет ли бром вытеснять иод из иодноватой кислоты?

Расположить галогены в ряд по их способности вытеснять друг друга из растворов галогеноводородов и их солей, а также из кислородных соединений и объяснить это явление, исходя из величин стандартных окислительно-восстановительных потенциалов. Какой из галогенов имеет большее количество кислородных соединений? В чем заключается явление вторичной периодичности, наблюдаемое в группе галогенов?

## Список использованных источников

1 Практикум по неорганической химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / [В. А. Алешин и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2004. - 384 с. - (Высшее профессиональное образование). - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 378. - ISBN 5-7695-1568-6.

2 Неорганическая химия [Текст] : в 3 т.: учебник / под ред. Ю. Д. Третьякова . - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2008. - (Высшее профессиональное образование), Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - , 2008. - 235 с. : ил - ISBN 978-5-7695-5240-3.

3 Неорганическая химия [Текст] : в 3 т.: учебник / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2004. - (Высшее профессиональное образование), Т. 2 : Химия непереходных элементов. - , 2004. - 367 с. : ил - ISBN 5-7695-1436-1.

4 Неорганическая химия [Текст] : учебник: в 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2007. - (Высшее профессиональное образование), Т. 3, кн. 1 : Химия переходных элементов. - , 2007. - 350 с. : ил - ISBN 5-7695-2532-0.

5 Неорганическая химия [Текст] : учебник: в 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2007. - (Высшее профессиональное образование), Т. 3, кн. 2 : Химия переходных элементов. - , 2007. - 400 с. : ил - ISBN 5-7695-2533-9.

6 Неорганическая химия. Химия элементов [Текст] : в 2 кн.: учеб. для вузов / Ю. Д. Третьяков [и др.] . - М. : Химия, 2001, Кн. 1 : . - 472 с. : ил. - Библиогр.: с. 472. - ISBN 5-7245-1213-0.

7 Неорганическая химия. Химия элементов [Текст] : в 2 кн.: учеб. для вузов / Ю. Д. Третьяков [и др.] . - М. : Химия, 2001. Кн. 2 : . - Библиогр.: с. 1055. - ISBN 5-7245-1214-9.

8 Воскресенский, П. И. Техника лабораторных работ [Текст] /

П. И. Воскресенский.- 10-е изд., стер. - М. : Химия, 1973. - 288 с. : ил.

9 Рачинский, Ф. Ю. Техника лабораторных работ [Текст] / Ф. Ю. Рачинский, М. Ф. Рачинская; под ред. Д. П. Добычина. - Л. : Химия, 1982. - 432 с. - Библиогр.: с. 416-418. - Предм. указ.: с. 419-431.

10 Техника лабораторных работ по учебной практике: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Л.Б. Кашеварова, Н.Р.Стрельцова, Т.П. Павлова, В.А. Моско – Казань: КГТУ, 2009.

11 Берлин, А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии [Текст] / А. Я. Берлин.- 3-е изд., испр. и доп. - М. : Химия, 1973. - 368 с. : ил. - Предм. указ.: с. 355-368.

12 Коровин, Н. В. Лабораторные работы по химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. В. Коровин, Э. И. Мингулина, Н. Г. Рыжова ; под ред. Н. В. Коровина.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1998. - 256 с. : ил.. - Библиогр.: с. 236. - Прил.: с. 237-254.

13 Руководство к лабораторным работам по общей химии [Текст] : учеб. пособие для студентов нехим. специальностей вузов / А. Ф. Богоявленский . - М. : Высш. шк., 1972. - 192 с. : ил.. - Прил.: с. 169-187.

14 Герчук, М. П. Руководство к практическим занятиям по неорганической химии [Текст] : учеб. пособие для кооп. ин-тов / М. П. Герчук. - М. : Изд-во Центросоюза, 1962. - 196 с. : ил.

15 Лабораторный практикум по общей химии [Текст] : полумикрометод: учеб. пособие для нехим. и хим.-технол. специальностей вузов / [З. Г. Васильева и др.]- 4-е стер. изд. - М. : Химия, 1971. - 309 с. : ил. - Прил.: с. 297-308.

16 Архипов, Б.Н. Лабораторные работы по неорганической, органической химии и техническому анализу [Текст] / Б.Н. Архипов .- 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1967. - 264 с. : ил.

17 Справочник по химии [Текст] : пособие для учащихся / П. И. Воскресенский [и др.] .- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Просвещение, 1974. – 288 с. - Прил.: с. 266-279. - Предм. указ.: с. 280-287.

18 Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических

веществ [Текст] : учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов / М. Е. Позин [и др.]; под общ. ред. М. Е. Позина.- 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Госхимиздат, 1963. - 376 с. : ил. - Прил.: с. 370-376.

19 Леснова, Е. В. Практикум по неорганическому синтезу. [Текст] : учеб. пособие для хим. и хим.-технол. техникумов / Е. В. Леснова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1977. - 168 с. : ил.

20 Методические указания к выполнению лабораторных работ по неорганической химии [Электронный ресурс] / Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

21 Сборник контрольных вопросов и задач для защиты лабораторных работ по курсу химии: методические указания [Электронный ресурс] / Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

22 Карякин, Ю. В. Чистые химические вещества [Текст] : рук. по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лаб. условиях / Ю. В. Карякин, И. И. Ангелов.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1974. - 408 с. : ил.

23 Практикум по общей и неорганической химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. Ю. Аликберова [и др.]. - М. : Владос, 2004. - 320 с. - (Практикум для вузов). - Прил.: с. 293-310. - Библиогр.: с. 311. - ISBN 5-691-01143-X.

24 Коттон, Ф. Современная неорганическая химия [Текст] / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. - М. : Мир, 1969 Т. 1 : Общая теория / пер. с англ. С. С. Чуранова ; под ред. К. В. Астахова. - 1969. - 224 с.: ил. - Библиогр.: с. 221-223. Т. 2 : Химия непереходных элементов : пер. с англ. Е. К. Ивановой, Г. В. Прохоровой, С. С. Чуранова; под ред. К. В. Астахова. - 1969. - 494 с.: ил. - Библиогр.: с. 487. Т.3 : Химия переходных элементов : пер. с англ. М.Н. Варгафтика; под ред. М.Е. Дяткиной. - 1969. - 592 с.: ил. - Предм. указ.: с. 577-588.

25 Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп [Текст] : справочник / под ред. В. А. Филова . - Л. : Химия, 1988. - 512 с. - Прил.: с. 456-499. - Библиогр.: с. 500-501.

## Приложение А

### (справочное)

#### Наименования неорганических веществ

Таблица А.1 – Систематические и традиционные названия некоторых неорганических кислот и солей

Формула	Кислоты		Соли
	Систематическое название	Традиционное название	Традиционное название
$B(OH)_3$ ( $H_3BO_3$ )	Тригидроксид бора	Борная (ортоборная)	Бораты (ортобораты)
$H_2CO_3^*$	Триоксокарбонат (VI) водорода	Угольная	Карбонаты
$H_2SiO_3^*$	Триоксосиликат (VI) водорода	Метакремниевая	Метасиликаты
$H_4SiO_4^*$	Тетраоксосиликат (VI) водорода	Ортокремниевая	Ортосиликаты
$HNO_2$	Диоксонитрат (III) водорода	Азотистая	Нитриты
$HNO_3$	Триоксонитрат (V) водорода	Азотная	Нитраты
$HPO_3$	Триоксофосфат (V) водорода	Метафосфорная	Метафосфаты
$H_3PO_4$	Тетраоксофосфат (V) водорода	Ортофосфорная	Ортофосфаты
$H_4P_2O_7$	Гептаоксодифосфат (V) водорода	Пирофосфорная	Дифосфаты
$H_3AsO_4^*$	Тетраоксоарсенат (V) водорода	Мышьяковая	Арсенаты
$H_2O_2$	Диоксид диводорода	Пероксид водорода	Пероксиды

Продолжение таблицы А.1

Формула	Кислоты		Соли
	Систематическое название	Традиционное название	Традиционное название
$H_2S$	Сульфид водорода	Сероводородная	Сульфиды
$H_2SO_3^*$	Триоксосульфат (IV) водорода	Сернистая	Сульфиты
$H_2SO_4$	Тетраоксосульфат (VI) водорода	Серная	Сульфаты
$H_2SO_3S$	Триоксодисульфат (II) водорода	Тиосерная	Тиосульфаты
$HF$	Фторид водорода	Фтороводородная	Фториды
$HCl$	Хлорид водорода	Хлороводородная	Хлориды
$HClO^*$	Оксохлорат (I) водорода	Хлорноватистая	Гипохлориты
$HClO_2^*$	Диоксохлорат (III) водорода	Хлористая	Хлориты
$HClO_3^*$	Триоксохлорат (V) водорода	Хлорноватая	Хлораты
$HClO_4$	Тетраоксохлорат (VII) водорода	Хлорная	Перхлораты
$HBr$	Бромид водорода	Бромоводородная	Бромиды
$HBrO^*$	Оксобромат (I) водорода	Бромноватистая	Гипобромиты
$HBrO_3^*$	Триоксобромат (V) водорода	Бромноватая	Броматы
$HBrO_4^*$	Тетраоксобромат (VII) водорода	Бромная	Перброматы
$HI$	Иодид водорода	Иодоводородная	Иодиды
$HI O^*$	Оксоиодат (I) водорода	Иодноватистая	Гипоидиды
$HI O_3$	Триоксоиодат (V) водорода	Иодноватая	Иодаты



Продолжение таблицы А.1

Формула	Кислоты		Соли
	Систематическое название	Традиционное название	Традиционное название
$H_5IO_6$	Гексаоксоиодат (VII) водорода	Ортопериодная	Ортопериодаты
$H_2CrO_4^*$	Тетраоксохромат (VI) водорода	Хромовая	Хроматы
$H_2Cr_2O_7^*$	Гептаоксодихромат (VI) водорода	Дихромовая	Дихроматы
$HMnO_4^*$	Тетраоксоманганат (VII) водорода	Марганцовая	Перманганаты
* В свободном виде не выделена			

Таблица А.2 – Тривиальные названия и формулы некоторых неорганических веществ

Тривиальное название	Формула
Аммонийная селитра	$NH_4NO_3$
Алюмокалиевые квасцы	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Английская соль	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Баритовые белила	$Ba SO_4$
Белая сажа	$SiO_2 \cdot nH_2O$
Белый графит	$BN_{(гекс)}$
Берлинская лазурь	$KFe(III)[Fe(CN)_6]$
Бертолетова соль	$KClO_3$
Болотный (рудничный) газ	$CH_4$
Боразон	$BN_{(куб)}$
Бура ювелирная	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$
Веселящий газ	$N_2O$

Продолжение таблицы А.2

Тривиальное название	Формула
Гашеная (едкая) известь, пушонка	$\text{Ca(OH)}_2$
Гипс (другие формы: алебастр, мариенглас)	$\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Глауберова соль	$\text{Na}_2 \text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Глинозем (другие формы: корунд, алунд)	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Двойной суперфосфат	$\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$
Едкий барит	$\text{Ba(OH)}_2$
Едкий натр	$\text{NaOH}$
Едкое кали, калиевый щелок	$\text{KOH}$
Железный купорос	$\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Железокалиевые квасцы	$\text{KFe(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Желтая кровяная соль	$\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Жженая (негашеная) известь, известковая земля	$\text{CaO}$
Жженая магнезия	$\text{MgO}$
Жженный (строительный) гипс	$2\text{Ca SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Известковая (норвежская) селитра	$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Индийская (калийная) селитра	$\text{KNO}_3$
Каломель	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$
Кальцинированная сода	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
Каменная (поваренная) соль	$\text{NaCl}$
Карборунд	$\text{SiC}$
Каустик, каустическая сода	$\text{NaOH}$
Киноварь	$\text{HgS}$
Красная кровяная соль	$\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6]$
Красный сурик	$\text{Pb}_3\text{O}_4$
Кремнезем	$\text{SiO}_2$
Кристаллическая сода	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Медный купорос	$\text{Cu SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Продолжение таблицы А.2

Тривиальное название	Формула
Медная лазурь	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$
Мел (другие формы: мрамор, известняк)	$\text{CaCO}_3$
Натронная (чилийская) селитра	$\text{NaNO}_3$
Нашатырный спирт	$\text{NH}_4\text{OH}$
Нашатырь	$\text{NH}_4\text{Cl}$
Питьевая сода	$\text{NaHCO}_3$
Поташ	$\text{K}_2\text{CO}_3$
Пруссеновская лазурь	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$
Свинцовые белила	$\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$
Свинцовый купорос	$\text{PbSO}_4$
Сернистый газ	$\text{SO}_2$
Силикагель	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} (n \leq 6)$
Сулема	$\text{HgCl}_2$
Сурик	$\text{Pb}_3\text{O}_4$
Сусальное золото	$\text{SnS}_2$ (тонкие пластины)
Сухой лед	$\text{CO}_2$
Турнбулева синь	$\text{KFe}(\text{II})[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
Угарный газ	$\text{CO}$
Углекислый газ	$\text{CO}_2$
Фреон – 12	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$
Фосген	$\text{COCl}_2$
Хлорное железо	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Хромовый купорос	$\text{CrSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Хромокалиевые квасцы	$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Хромпик	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Цементит	$\text{Fe}_3\text{C}$
Цинковый купорос	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Таблица А.3 – Технические названия некоторых дисперсных систем (смесей, растворов)

Техническое название	Состав
Аммиачная вода	Водный раствор $\text{NH}_3$
Баритовая вода	Насыщенный водный раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$
Белильная (хлорная) известь	Смесь $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Бордосская жидкость	Раствор $\text{CuSO}_4$ в известковом молоке
Бромная вода	Водный раствор $\text{Br}_2$ (содержит $\text{HBrO}$ и $\text{HBr}$ )
Водяной газ	Смесь $\text{CO}$ и $\text{H}_2$
Генераторный газ	Смесь $\text{CO}$ (25% об.), $\text{N}_2$ (70% об.) и $\text{CO}_2$ (4% об.)
Гидравлический гипс	Смесь $\text{CaSO}_4$ и $\text{CaO}$
Гипсовая вода	Насыщенный раствор $\text{CaSO}_4$
Гремучий газ	Смесь $\text{H}_2$ (2/3 объема) и $\text{O}_2$ (1/3 объема)
Жидкое стекло	Щелочной водный раствор $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ и $\text{K}_2\text{SiO}_3$
Известка	Смесь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , песка и воды
Известковая вода	Насыщенный водный раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Известковое молоко	Суспензия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в известковой воде
Известь венская	Смесь $\text{CaO}$ и $\text{MgO}$
Иодная настойка	Раствор, содержащий 5 г $\text{I}_2$ , 2 г $\text{KI}$ , 50 мл 96%-ного раствора этилового спирта на каждые 50 мл воды
Купоросное масло	Концентрированный раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$
Ляпис	Смесь $\text{AgNO}_3$ и $\text{KNO}_3$
Олеум	Раствор $\text{SO}_3$ в $\text{H}_2\text{SO}_4$ (содержит $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ )
Пергидроль	30%-ный водный раствор $\text{H}_2\text{O}_2$
Плавиковая кислота	Концентрированный водный раствор $\text{HF}$
Свинцовый уксус	Водный раствор $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Серая известь	Неочищенный $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Сероводородная вода	Насыщенный водный раствор $\text{H}_2\text{S}$

Продолжение таблицы А.3

Техническое название	Состав
Синильная кислота	Водный раствор HCN
Соляная кислота	35 – 36% -ный водный раствор HCl
Термит	Смесь порошкообразных Al и Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Уксус	3 – 7% -ный водный раствор уксусной кислоты
Уксусная эссенция	80% -ный водный раствор CH <sub>3</sub> COOH
Формалин	37% -ный водный раствор формальдегида HCHO
Хлорная вода	Водный раствор Cl <sub>2</sub> (содержит HClO и HCl)
Хромовая смесь	Смесь концентрированной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1/2 объема) и насыщенного водного раствора K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (1/2 объема)
Царская водка	Смесь концентрированной HNO <sub>3</sub> (1/4 объема) и соляной кислоты (3/4 объема)

## Приложение Б

(справочное)

### Свойства некоторых кислот и оснований

Таблица Б.1 - Константы диссоциации ( $K_d$ ) кислот и оснований

Кислота	$K_d$	Основание	$K_d$
CH <sub>3</sub> COOH	$1,75 \cdot 10^{-5}$	NH <sub>4</sub> OH	$1,77 \cdot 10^{-5}$
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	Cu(OH) <sub>2</sub>	$3,4 \cdot 10^{-7}$
	K <sub>2</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub>	$1,5 \cdot 10^{-9}$
H <sub>2</sub> S	K <sub>1</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	$1,4 \cdot 10^{-9}$
	K <sub>2</sub>	Ni(OH) <sub>2</sub>	$2,5 \cdot 10^{-5}$
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>	$1,4 \cdot 10^{-12}$
	K <sub>2</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>	$1,3 \cdot 10^{-4}$
HCN	$5,0 \cdot 10^{-10}$	Ba(OH) <sub>2</sub>	$2,3 \cdot 10^{-1}$
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	Cd(OH) <sub>2</sub>	$5,0 \cdot 10^{-3}$
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	K <sub>1</sub>	Co(OH) <sub>2</sub>	$4,0 \cdot 10^{-5}$
	K <sub>2</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>	$2,5 \cdot 10^{-3}$
	K <sub>3</sub>	Mn(OH) <sub>2</sub>	$5,0 \cdot 10^{-4}$
HNO <sub>2</sub>	$4,0 \cdot 10^{-4}$	Pb(OH) <sub>2</sub>	$3,0 \cdot 10^{-8}$
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	AgOH	$5,0 \cdot 10^{-3}$
	K <sub>2</sub>	Be(OH) <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-11}$
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>1</sub>	Sr(OH) <sub>2</sub>	$1,5 \cdot 10^{-1}$
	K <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	$4,0 \cdot 10^{-2}$
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	K <sub>1</sub>	LiOH	$6,8 \cdot 10^{-1}$
HClO	$2,9 \cdot 10^{-8}$		
HClO <sub>2</sub>	$1,1 \cdot 10^{-2}$		
HJO <sub>3</sub>	$2,3 \cdot 10^{-11}$		