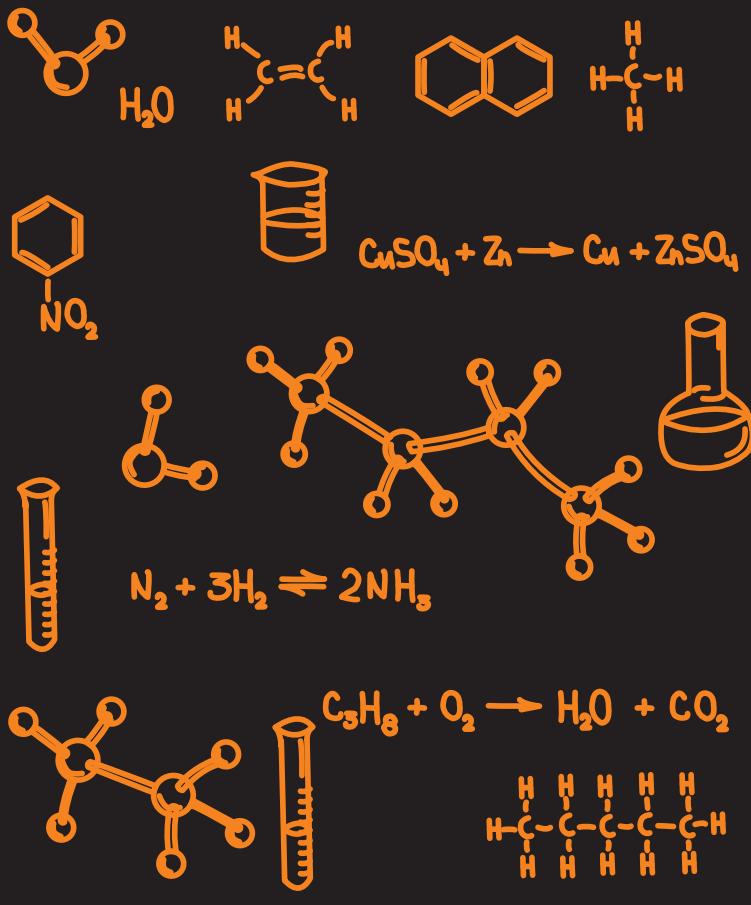
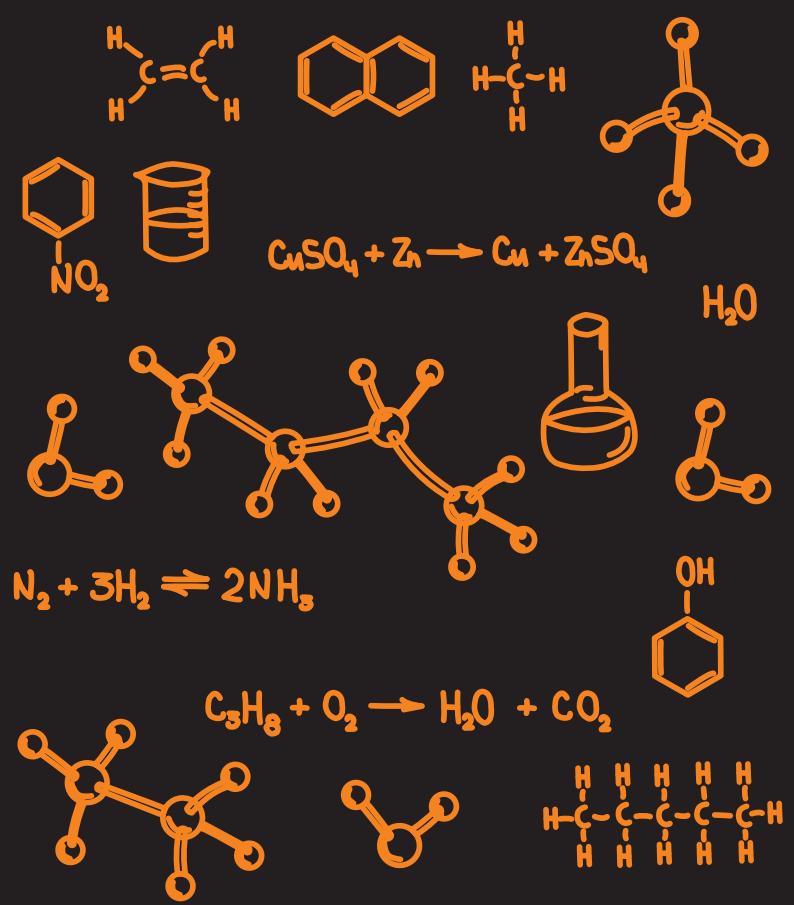


# 9 класс

# ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ УНИТЕХ ХИМИЯ





Дмитрий Иванович  
МЕНДЕЛЕЕВ

«Плоды моих трудов — прежде всего в научной известности, составляющей гордость — не одну мою личную, но и общую русскую. Лучшее время жизни и её главную силу взяло преподавательство. Из тысяч моих учеников много теперь повсюду видных деятелей, профессоров, администраторов, и, встречая их, всегда слышал, что доброе в них семя полагал, а не простую отбывал повинность. Третья служба моя Родине наименее видна, хотя заботила меня с юных лет по сих пор. Это служба по мере сил и возможности на пользу роста русской промышленности.»

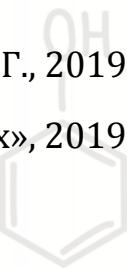
Д.И. Менделеев

УДК 541

Цифровая лаборатория Унитех «Химия»: пособие для проведения практических и лабораторных работ по химии за 9 класс. А.Г. Кагиров. Томск: изд. XXX, 2019. 57 с.

Данное пособие соответствует основным идеям совершенствования содержания образования и является руководством к проведению лабораторных опытов и практических работ в курсе химии на современном учебно-лабораторном оборудовании НПО Унитех. Методическая разработка предназначена в качестве учебного пособия по химии для учащихся 9 класса общеобразовательных учреждений.

© Кагиров А.Г., 2019  
© ООО «НПО Унитех», 2019



## Предисловие

Цифровые лаборатории Унитех по химии предназначены для проведения на современном уровне демонстрационных, лабораторных и практических работ по химии в общеобразовательных учебных учреждениях и учреждениях начального и среднего профессионального образования.

Оборудование компании ООО «НПО Унитех» позволит на качественно новом современном уровне проводить полный перечень демонстрационных и ученических химических экспериментов по курсу «Химия», рекомендованных Министерством образования и науки для общеобразовательных учебных учреждений и учреждений начального и среднего профессионального образования.

Цифровые лаборатории «Унитех» по химии способствуют повышению интенсивности процесса обучения, улучшению качества освоения теоретического материала и расширению практических навыков проведения физических и химических измерений.

Концепция предполагает возможность постепенного введения новых понятий и расширения экспериментальных возможностей комплекса по мере освоения школьной программы по химии с 8-го по 11-й классы. Использование цифровых лабораторий «Унитех» по химии будет способствовать:

- 1) приобретению учащимися опыта использования различных методов изучения веществ с помощью лабораторного оборудования;
- 2) увеличению наглядности и, соответственно, усвоения знаний учащимися о химических явлениях, свойствах веществ, их составе и строении;
- 3) пониманию связи между научными результатами и методами, которыми они получены;
- 4) повышению интереса учащихся к естественнонаучным дисциплинам, в общем, и к химии в частности, будет способствовать развитию познавательных интересов учащихся;
- 5) усилию мотивации учащихся к получению естественнонаучного образования, способствовать осознанному выбору профиля образования;
- 6) повышению среднего уровня знаний абитуриентов химического профиля и естественнонаучного направления в целом;
- 7) преодолению хемофобии.

Оборудование ООО «НПО Унитех» отличается от аналогов тем, что позволяет обеспечить проведение занятий как в рамках освоения базовых знаний по химии, а также может использоваться для углубленных, факультативных занятий и для выполнения учащимися научно-исследовательских и проектных работ.

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Практическая работа № 1.</b><br><b>Химическая активность металлов в растворах кислот .....</b>             | <b>6</b>  |
| <b>Практическая работа № 2.</b><br><b>Взаимодействие металлов с растворами солей .....</b>                    | <b>8</b>  |
| <b>Практическая работа № 3.</b><br><b>Свойства соединений металлов второй группы .....</b>                    | <b>10</b> |
| <b>Практическая работа № 4.</b><br><b>Исследование жесткости воды .....</b>                                   | <b>12</b> |
| <b>Практическая работа № 5.</b><br><b>Алюминий и его соединения .....</b>                                     | <b>14</b> |
| <b>Практическая работа № 6.</b><br><b>Физические и химические свойства железа .....</b>                       | <b>16</b> |
| <b>Практическая работа № 7.</b><br><b>Соединения железа .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Практическая работа № 8.</b><br><b>Свойства галогенов. Сравнение химической активности галогенов .....</b> | <b>20</b> |
| <b>Практическая работа № 9.</b><br><b>Свойства соляной кислоты .....</b>                                      | <b>22</b> |
| <b>Практическая работа № 10.</b><br><b>Решение экспериментальных задач по теме «Галогены» .....</b>           | <b>24</b> |
| <b>Практическая работа № 11.</b><br><b>Серная кислота .....</b>   | <b>26</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Практическая работа № 12.</b><br>Решение экспериментальных задач по химии серы.....                | <b>28</b> |
| <b>Практическая работа № 13.</b><br>Аммиак. Соли аммония .....  | <b>30</b> |
| <b>Практическая работа № 14.</b><br>Соединения фосфора .....  | <b>32</b> |
| <b>Практическая работа № 15.</b><br>Решение экспериментальных задач по химии азота и<br>фосфора ..... | <b>34</b> |
| <b>Практическая работа № 16.</b><br>Угольная кислота и ее соли .....                                  | <b>36</b> |
| <b>Практическая работа № 17.</b><br>Кремниевая кислота и ее соли .....                                | <b>38</b> |
| <b>Практическая работа № 18.</b><br>Качественные реакции на хлорид, сульфат, карбонат ионы            | <b>40</b> |
| <b>Практическая работа № 19.</b><br>Химические свойства неорганических веществ.....                   | <b>42</b> |
| <b>Практическая работа № 20.</b><br>Определение pH раствора .....                                     | <b>44</b> |
| <b>Практическая работа № 21.</b><br>Зависимость скорости реакции от условий её проведения ...         | <b>46</b> |
| <b>Практическая работа № 22.</b><br>Влияние условий на смещение химического равновесия.....           | <b>48</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Практическая работа № 23.</b><br>Реакции обмена между растворами электролитов ..... | <b>50</b> |
| <b>Практическая работа № 24.</b><br>Химические свойства амфотерных гидроксидов .....   | <b>52</b> |
| <b>Растворимость неорганических веществ в воде при 25°C.....</b>                       | <b>54</b> |
| <b>Ряд электрохимической активности металлов .....</b>                                 | <b>55</b> |
| <b>Важнейшие физико-химические постоянные .....</b>                                    | <b>55</b> |
| <b>Определитель веществ.....</b>   | <b>56</b> |

# Практическая работа № 1.

## Химическая активность металлов в растворах кислот

**Цель:**

Изучить химическую активность металлов по отношению к разбавленным растворам кислот.

**Химическая посуда:**

|  |          |   |
|--|----------|---|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ | Пинцет   | 1 |
|  | Пробирки | 6 |

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |

**Реактивы:**

|                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Zn                             | Цинк                               |
| Cu                             | Медь                               |
| Fe                             | Железо                             |
| HCl                            | Соляная кислота                    |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Серная кислота                     |
| H <sub>2</sub> O               | Дистиллированная вода (промывалка) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Исследование активности цинка

1. Поместите в две пронумерованные пробирки (№1 и №2) по одной грануле цинка.
2. В пробирку №1 прилейте примерно 2 мл разбавленного раствора серной кислоты, а в пробирку №2 — столько же разбавленного раствора соляной кислоты.
3. Зафиксируйте поочерёдно пробирки в лапке на лабораторном штативе и нагрейте в зоне нагрева лабораторного модуля.
4. После заметного ускорения химического взаимодействия отключите нагрев. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения протекающих реакций.

### Опыт 2. Исследование активности железа

1. Поместите в две пронумерованные пробирки (№3 и №4) немного железа.
2. В пробирку №3 прилейте примерно 2 мл разбавленного раствора серной кислоты, а в пробирку №4 — столько же разбавленного раствора соляной кислоты.
3. Зафиксируйте поочерёдно пробирки в лапке на лабораторном штативе и нагрейте в зоне нагрева лабораторного модуля.
4. После заметного ускорения химического взаимодействия отключите нагрев. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения протекающих реакций.

### Опыт 3. Исследование активности меди

1. Поместите в две пронумерованные пробирки (№5 и №6) немного меди.
2. В пробирку №5 прилейте примерно 2 мл разбавленного раствора серной кислоты, а в пробирку №6 — столько же разбавленного раствора соляной кислоты.
3. Зафиксируйте поочерёдно пробирки в лапке на лабораторном штативе и нагрейте в зоне нагрева лабораторного модуля.
4. После заметного ускорения химического взаимодействия отключите нагрев. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения протекающих реакций.

## Практическая работа № 2.

### Взаимодействие металлов с растворами солей

**Цель:**

Изучить химические свойства металлов при взаимодействии с растворами солей.

**Химическая посуда:**

|          |   |
|----------|---|
| Пинцет   | 1 |
| Пробирки | 2 |

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| Cu                | Медь                               |
| Fe                | Железо                             |
| AgNO <sub>3</sub> | Нитрат серебра                     |
| CuSO <sub>4</sub> | Сульфат меди                       |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промывалка) |



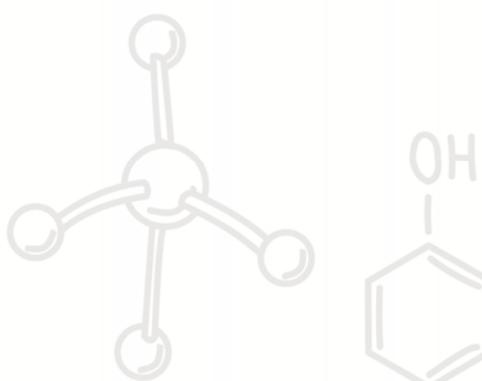
## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Исследование взаимодействия меди с нитратом серебра

1. Поместите в чистую пробирку немного металлической меди и прилейте примерно 2 мл раствора нитрата серебра.
2. Установите пробирку в подставке для пробирок. Наблюдайте за протеканием химической реакции.
3. Запишите свои наблюдения и уравнение протекающей реакции.

### Опыт 2. Исследование взаимодействия железа с сульфатом меди

1. Поместите в чистую пробирку немного металлического железа и прилейте примерно 2 мл раствора сульфата меди.
2. Установите пробирку в подставке для пробирок. Наблюдайте за протеканием химической реакции.
3. Запишите свои наблюдения и уравнение протекающей реакции.



## Практическая работа № 3.

### Свойства соединений металлов второй группы

Цель:

Изучить свойства соединений кальция, гидролиз солей металлов главной подгруппы II группы.

Химическая посуда:

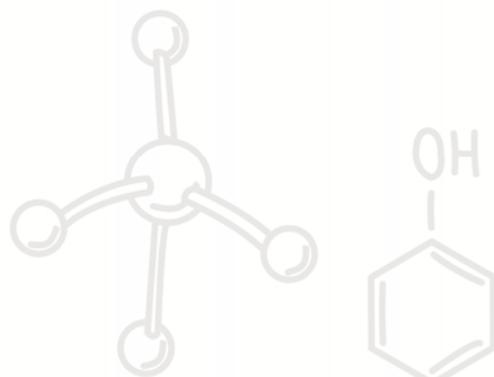
|   |          |   |
|---|----------|---|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пинцет   | 1 |
|   | Пробирки | 3 |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Силиконовая трубка                  | 1 |
| Пробка с газоотводной трубкой       | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| $\text{CaCO}_3$          | Карбонат кальция                   |
| $\text{HCl}$             | Соляная кислота                    |
| $\text{NaOH}$            | Гидроксид натрия                   |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | Гидроксид кальция                  |
| $\text{CaCl}_2$          | Хлорид кальция                     |
| $\text{MgCl}_2$          | Хлорид магния                      |
| $\text{BaCl}_2$          | Хлорид бария                       |
| $\text{H}_2\text{O}$     | Индикаторная бумага                |
|                          | Дистиллированная вода (промывалка) |



## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Свойства гидроксида кальция

1. Поместите в пробирку примерно 1 г карбоната кальция (небольшого кусочка мрамора). Зафиксируйте пробирку в лапке на лабораторном штативе.
2. Прилейте примерно 5 мл раствора соляной кислоты.
3. В отверстие пробирки вставьте пробку с газоотводной трубкой. Наденьте на газоотводную трубку силиконовую трубку.
4. В другую пробирку налейте 5 мл известковой воды.
5. Поместите конец газоотводной трубы в пробирку с известковой водой.
6. Пропустите углекислый газ через раствор известковой воды.
7. Наблюдайте за изменениями, происходящими в растворе.
8. Разделите раствор с известковой водой на две пробирки.
9. Нагрейте одну пробирку в зоне для нагрева лабораторного модуля до кипения и кипятите в течение нескольких минут.
10. Прилейте во вторую пробирку по каплям раствор гидроксида натрия.
11. Запишите свои наблюдения и дайте им объяснения. Запишите уравнения протекающих химических реакций.

### Опыт 2. Гидролиз солей металлов главной подгруппы II группы

1. Поместите на белый лист три полоски индикаторной бумаги.
2. Нанесите из капельницы по одной капле растворов хлорида магния, хлорида кальция, хлорида бария.
3. Запишите свои наблюдения и дайте им объяснение.

## Практическая работа № 4.

### Исследование жесткости воды

## Цель:

Исследовать жесткость различных вод, а также способы устранения жесткости.

## Химическая посуда:

Пробирки 12

## Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

## Реактивы:

|                          | Водопроводная вода (жесткая)    | Минеральная вода (мягкая) |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |                                 | Гидроксид кальция         |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$ |                                 | Карбонат натрия           |
| Мыло                     |                                 | Раствор мыла              |
| $\text{H}_2\text{O}$     | Дистиллированная вода (промыв.) |                           |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Поведение мыла в мягкой и жесткой воде

1. Налейте в три пробирки немного раствора мыла.
2. Добавьте в одну пробирку водопроводной воды, в другую — минеральной, в третью — дистиллированной.
3. Встряхните пробирки и поднесите их к зоне подсветки лабораторного модуля. Образуется ли пена?
4. Запишите свои наблюдения. Сделайте вывод о жесткости образцов воды.

### Опыт 2. Устранение жесткости воды кипячением

1. Налейте в две пробирки водопроводную и минеральную воду.
2. Поочередно нагрейте пробирки в зоне нагрева лабораторного модуля до кипения используя лапку и лабораторный штатив.
3. Запишите свои наблюдения.

### Опыт 3. Устранение жесткости воды раствором карбоната натрия

1. Налейте в две пробирки водопроводную и минеральную воду.
2. Прилейте в каждую из них раствор карбоната натрия.
3. Встряхните пробирки и поднесите их к зоне подсветки лабораторного модуля.
4. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций.

### Опыт 4. Устранение жесткости воды раствором гидроксида кальция

1. Налейте в две пробирки водопроводную и минеральную воду.
2. Прилейте в каждую пробирку гидроксид кальция.
3. Встряхните пробирки и поднесите их к зоне подсветки лабораторного модуля.
4. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций.
5. По результатам опытов №2, №3 и №4 сделайте вывод о способах устранения жесткости воды.

## Практическая работа № 5. Алюминий и его соединения

### Цель:

Изучить взаимодействие алюминия с растворами кислот и щелочей, изучить свойства гидроксида алюминия.

### Химическая посуда:

Пробирки 5

### Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |
| Зажигалка                           | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

### Реактивы:

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Al  | Алюминий                        |
| HCl   | Соляная кислота                 |
| NaOH  | Гидроксид натрия                |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | Сульфат алюминия                |
| H <sub>2</sub> O                                | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Взаимодействие алюминия с растворами щелочей

1. Поместите в пробирку немного алюминия.
2. Прилейте примерно 2 мл раствора гидроксида натрия.
3. Зафиксируйте пробирку на лапке в лабораторном штативе в зоне нагрева лабораторного модуля и включите нагрев на максимум.
4. Запишите свои наблюдения.
5. Докажите опытным путем, что выделяющийся газ — водород.
6. Составьте уравнение реакции.

### Опыт 2. Взаимодействие алюминия с растворами кислот

1. Поместите в две пробирки немного алюминия.
2. В одну пробирку прилейте примерно 2 мл раствора соляной кислоты, а в другую — столько же разбавленной серной кислоты.
3. Наблюдайте за реакцией. Сравните активность взаимодействия алюминия с кислотами.
4. Поочередно нагрейте содержимое пробирок в зоне для нагрева лабораторного модуля.
5. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций.

### Опыт 3. Получение гидроксида алюминия и исследование его свойств

1. Прилейте в пробирку к раствору сульфата алюминия по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
2. Полученный осадок разделите на две пробирки.
3. Прилейте к осадку в одной пробирке раствор соляной кислоты, а к осадку в другой пробирке — избыток раствора гидроксида натрия.
4. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций.
5. На какие свойства гидроксида алюминия указывает этот опыт?

## Практическая работа № 6. Физические и химические свойства железа

Цель:

Исследовать физические и химические свойства железа.

Химическая посуда:



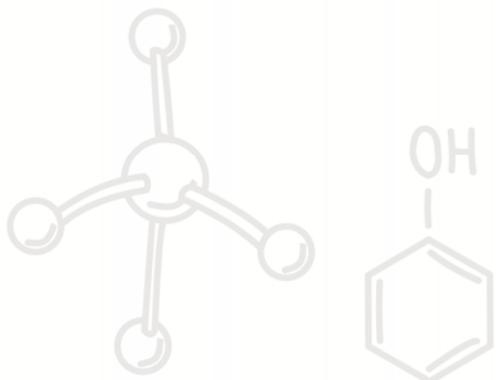
|          |    |
|----------|----|
| Пинцет   | 11 |
| Пробирки | 11 |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Fe                             | Железо                          |
| HCl                            | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Серная кислота                  |
| ZnCl <sub>2</sub>              | Хлорид цинка                    |
| CuSO <sub>4</sub>              | Сульфат меди                    |
| H <sub>2</sub> O               | Дистиллированная вода (промыв.) |



## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Физические свойства железа

1. Изучите образцы железа (гвоздь, проволоку, опилки), ответьте на следующие вопросы:
2. В каком агрегатном состоянии находится вещество при обычных условиях?
3. Какого цвета вещество? Имеет ли оно блеск?
4. Имеет ли вещество запах?
5. Запишите свои наблюдения.
6. Изучите физические параметры железа по справочнику. Запишите справочные данные.

### Опыт 2. Взаимодействие железа с растворами кислот

1. Поместите в две пробирки железные опилки.
2. В одну пробирку добавьте примерно 2 мл раствора соляной кислоты, в другую — столько же раствора серной кислоты.
3. Поочередно нагрейте пробирки в зоне нагрева лабораторного модуля, зафиксировав их на лапке лабораторного штатива.
4. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций.

### Опыт 3. Взаимодействие железа с растворами солей

1. Опустите в чистую пробирку два железных гвоздя аккуратно по стенке. Следите за тем, чтобы острое гвоздя не пробило дно пробирки.
2. Прилейте в пробирку примерно 5 мл раствора соляной кислоты.
3. Через 10 минут извлеките гвозди из раствора кислоты пинцетом и промойте дистиллированной водой.
4. Поместите гвозди в чистые пробирки и прилейте в одну пробирку примерно 2 мл раствора хлорида цинка, а в другую примерно 2 мл раствора сульфата меди.
5. Наблюдайте за происходящими явлениями в пробирках, используя подсветку лабораторного модуля.
6. Объясните наблюдаемые различия. Составьте уравнения протекающих реакций.

## Практическая работа № 7. Соединения железа

Цель:

Исследовать химические свойства соединений железа.

Химическая посуда:

|              |   |
|--------------|---|
| Микрошпатель | 1 |
| Пробирки     | 8 |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Fe                             | Железо                          |
| HCl                            | Соляная кислота                 |
| FeSO <sub>4</sub>              | Сульфат железа II               |
| KMnO <sub>4</sub>              | Перманганат калия               |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Серная кислота                  |
| KI                             | Иодид калия                     |
| NaOH                           | Гидроксид натрия                |
| FeCl <sub>3</sub>              | Хлорид железа III               |
|                                | Индикаторная бумага             |
| H <sub>2</sub> O               | Дистиллированная вода (промыв.) |

### Порядок выполнения работы

#### Опыт 1. Получение и свойства гидроксида железа (II)

- Поместите в пробирку один микрошпатель сульфата железа (II) и примерно 5 мл дистиллированной воды. Растворите соль перемешивая содержимое пробирки.
- Добавьте в пробирку раствор гидроксида натрия до выпадения осадка.
- Запишите уравнение реакции.
- Разделите полученный осадок на две пробирки.
- Добавьте в первую пробирку раствор серной кислоты, во вторую избыток гидроксида натрия.
- Составьте уравнения реакций. Какими свойствами обладает гидроксид железа (II)?

## Опыт 2. Восстановительные свойства ионов железа (II)

1. Поместите в пробирку один микрошпатель сульфата железа (II) и примерно 5 мл дистиллированной воды. Растворите соль перемешивая содержимое пробирки.
2. Разделите полученный раствор на две пробирки (одну пробирку сохраните для **опыта №5**).
3. Прилейте в пробирку примерно 1 мл раствора серной кислоты и примерно 1 мл раствора перманганата калия.
4. По каким признакам можно определить, что произошла химическая реакция? Составьте уравнение реакции.

## Опыт 3. Получение и свойства гидроксида железа (III)

1. Налейте в пробирку примерно 1 мл раствора хлорида железа (III).
2. Добавьте несколько капель раствора гидроксида натрия до выпадения осадка.
3. Разделите осадок на две пробирки.
4. В первую пробирку добавьте раствор серной кислоты, во вторую — избыток гидроксида натрия.
5. Составьте уравнения реакций. Какими свойствами обладает гидроксид железа (III)?

## Опыт 4. Окислительные свойства ионов железа (III)

1. Налейте в пробирку примерно 1 мл раствора хлорида железа (III).
2. Добавьте примерно 1 мл раствора иодида калия.
3. Объясните наблюдаемые изменения. Составьте уравнение реакции.

## Опыт 5. Гидролиз солей железа

1. Испытайте растворы солей железа (II) и железа (III) универсальным индикатором.
2. Отметьте изменение окраски индикатора.
3. Напишите уравнения гидролиза испытанных растворов солей.

## Практическая работа № 8.

### Общая характеристика галогенов. Сравнение химической активности галогенов

**Цель:**

Изучить качественные реакции на иод и галогенид-ионы.

**Химическая посуда:**

Пробирки 5

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| Крахмал           | Раствор крахмала                |
| I <sub>2</sub>    | Иодная вода                     |
| KCl               | Хлорид калия                    |
| KBr               | Бромид калия                    |
| KI                | Иодид калия                     |
| AgNO <sub>3</sub> | Нитрат серебра                  |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промыв.) |

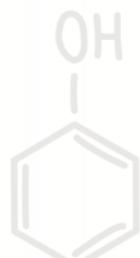
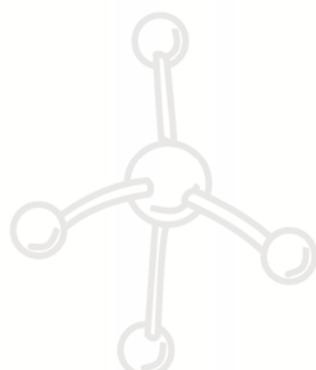
## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Действие крахмала на раствор иода

1. Налейте в две пробирки примерно по 3 мл раствора крахмала и добавьте в одну пробирку по каплям иодную воду, а в другую — иодид калия.
2. Поочередно поместите пробирки в зону нагрева лабораторного модуля. Включите нагрев, но не кипятите.
3. Запишите свои наблюдения.

### Опыт 2. Качественные реакции на галогенид-ионы

1. Налейте в три пробирки по 2 мл растворов: хлорида калия, бромида калия и иодида калия.
2. Добавьте в каждую пробирку по 2-3 капли раствора нитрата серебра.
3. Запишите наблюдения и составьте уравнения реакций.



## Практическая работа № 9. Свойства соляной кислоты

### Цель:

Изучить свойства соляной кислоты, познакомиться с качественной реакцией на соляную кислоту и ее соли.

### Химическая посуда:

|   |              |    |
|---|--------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки     | 10 |
|   | Микрошпатель | 1  |

### Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 1 |
| Лапка                               | 1 |
| Муфта                               | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

### Реактивы:

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| HCl               | Соляная кислота                 |
| KCl               | Хлорид калия                    |
| NaOH              | Гидроксид натрия                |
| CuSO <sub>4</sub> | Сульфат меди                    |
| CaCl <sub>2</sub> | Хлорид кальция                  |
| AgNO <sub>3</sub> | Нитрат серебра                  |
| CaCO <sub>3</sub> | Карбонат кальция                |
| CuO               | Оксид меди                      |
| Cu                | Нитрат серебра                  |
| Zn                | Нитрат серебра                  |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Изучение свойств соляной кислоты

1. Налейте по 2 мл раствора соляной кислоты в шесть пробирок. И пронумеруйте.
2. Опустите в пробирку №1 универсальную индикаторную бумагу.
3. Поместите в пробирку №2 гранулу цинка.
4. Поместите в пробирку №3 кусочек меди.
5. Внесите в пробирку №4 микрошпатель оксида меди.
6. Зафиксируйте пробирку №4 на лапке в зоне нагрева лабораторного модуля и нагрейте.
7. Поместите в пробирку №5 карбонат кальция.
8. Добавьте в пробирку №6 свежеприготовленный гидроксид меди. Для получения гидроксида меди прилейте к 1 мл раствора сульфата меди 1 мл раствора гидроксида натрия.
9. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций.

### Опыт 2. Качественные реакции на соляную кислоту и ее соли

1. Налейте в три пробирки по 2 мл растворов, содержащих хлорид ионы: в первую пробирку — раствор соляной кислоты, во вторую пробирку — раствор хлорида натрия, в третью пробирку — раствор хлорида кальция.
2. Добавьте в каждую из трёх пробирок по 2–3 капли раствора нитрата серебра.
3. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций.

# Практическая работа № 10.

## Решение экспериментальных задач по теме «Галогены»

### Цель:

Научиться самостоятельно проводить опыты, используя предложенные реагенты, применять теоретические знания для решения экспериментальных задач, объяснять наблюдения и результаты проводимых опытов.

### Химическая посуда:

|              |    |
|--------------|----|
| Пробирки     | 10 |
| Микрошпатель | 1  |

### Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

### Реактивы:

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Zn                             | Цинк                            |
| Fe                             | Железо                          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Оксид железа                    |
| HCl                            | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Серная кислота                  |
| NaOH                           | Гидроксид натрия                |
| CuSO <sub>4</sub>              | Сульфат меди                    |
| BaCl <sub>2</sub>              | Хлорид бария                    |
| NaNO <sub>3</sub>              | Нитрат натрия                   |
| MgCl <sub>2</sub>              | Хлорид магния                   |
| KBr                            | Бромид калия                    |
| FeCl <sub>3</sub>              | Хлорид железа III               |
| ZnSO <sub>4</sub>              | Сульфат цинка                   |
| Лакмус                         | Лакмус                          |
| Фенолфталеин                   | Фенолфталеин                    |
| H <sub>2</sub> O               | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Рекомендации для учащихся:

1. Осмыслите содержание задачи:
  - 1.1. что в задаче известно и что нужно определить;
  - 1.2. применение каких знаний требуется для решения данной задачи.
2. Вспомните необходимый теоретический материал и предложите варианты решения данной задачи.
3. Выберите оптимальный вариант решения (используя таблицу «Определитель веществ» на последней странице данного методического пособия):
  - 3.1. проверьте целесообразность последовательности действий;
  - 3.2. убедитесь в простоте и минимальном количестве операций.
4. Запишите уравнения реакций.
5. Выполните необходимые опыты, при необходимости пользуясь комплектующими цифровой лаборатории.
6. Проверьте правильность решения и составьте отчет.

## Экспериментальные задачи

### Вариант 1.

1. Докажите на опыте качественный состав соляной кислоты.
2. Получите раствор хлорида меди (II) двумя способами.

### Вариант 2.

1. Определите, содержит ли раствор нитрата натрия примесь хлорида натрия.
2. Получите раствор хлорида железа (III) двумя способами.

### Вариант 3.

1. Определите выданные растворы веществ: хлорид натрия, соляная кислота, гидроксид натрия.
2. Докажите, что выданный хлорид магния содержит примесь бромида.

# Практическая работа № 11.

## Серная кислота

Цель:

Изучить свойства серной кислоты, познакомиться с качественной реакцией на серную кислоту и ее соли.

Химическая посуда:

|              |    |
|--------------|----|
| Пробирки     | 10 |
| Микрошпатель | 1  |
| Пинцет       | 1  |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Zn                              | Цинк                            |
| Cu                              | Медь                            |
| MgO                             | Оксид магния                    |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | Серная кислота                  |
| NaOH                            | Гидроксид натрия                |
| AlCl <sub>3</sub>               | Хлорид алюминия                 |
| BaCl <sub>2</sub>               | Хлорид бария                    |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Сульфат натрия                  |
| CuSO <sub>4</sub>               | Сульфат меди                    |
| CaCl <sub>2</sub>               | Хлорид кальция                  |
| Лакмус                          | Лакмус                          |
| H <sub>2</sub> O                | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Свойства серной кислоты

1. Поместите в четыре пробирки по 1 мл раствора серной кислоты.
2. Добавьте в пробирку №1 лакмус
3. Добавьте в пробирку №2 оксид магния.
4. Приготовьте гидроксид меди (II). Для этого к 5 мл сульфата меди прилейте 1 мл гидроксида натрия.
5. Поместите в пробирку №3 свежеприготовленный гидроксид меди. Для получения гидроксида меди прилейте к 1 мл раствора сульфата меди 1 мл раствора гидроксида натрия.
6. Поместите в пробирку №4 свежеприготовленный гидроксид алюминия. Для получения гидроксида алюминия прилейте к 1 мл раствора хлорида алюминия 1 мл раствора гидроксида натрия
7. Запишите результаты своих наблюдений, составьте уравнения реакций, сделайте вывод о свойствах серной кислоты.

### Опыт 2. Окислительные свойства серной кислоты

1. Поместите в две пробирки по 2 мл раствора серной кислоты.
2. Внесите в одну пробирку гранулу цинка, во вторую — кусочек медной проволоки.
3. Поочередно зафиксируйте пробирки на лапке лабораторного штатива в зоне нагрева лабораторного модуля и нагрейте.
4. Наблюдайте за ходом реакции.
5. Запишите результаты своих наблюдений, напишите уравнения реакций, используя данные таблицы стандартных электродных потенциалов.

### Опыт 3. Распознавание сульфат ионов в растворе

1. Пользуясь таблицей растворимости солей, установите, какие катионы могут являться реагентами на сульфат ион.
2. Проведите соответствующие реакции, отметьте цвет и вид осадков.
3. Составьте уравнения реакций.

## Практическая работа № 12. Решение экспериментальных задач по химии серы

### Цель:

Научиться самостоятельно проводить опыты, используя предложенные реагенты, применять теоретические знания для решения экспериментальных задач, объяснять наблюдения и результаты проводимых опытов.

### Химическая посуда:

|              |    |
|--------------|----|
| Пробирки     | 20 |
| Микрошпатель | 1  |
| Зажигалка    | 1  |
| Воронка      | 1  |
| Пинцет       | 1  |

### Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

### Реактивы:

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub>               | Цинк                            |
| Fe                              | Железо                          |
| Zn                              | Цинк                            |
| Cu                              | Медь                            |
| SiO <sub>2</sub>                | Оксид кремния                   |
| CuO                             | Оксид меди                      |
| HCl                             | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | Серная кислота                  |
| NaOH                            | Гидроксид натрия                |
| CuSO <sub>4</sub>               | Сульфат меди                    |
| BaCl <sub>2</sub>               | Хлорид бария                    |
| NaNO <sub>3</sub>               | Нитрат натрия                   |
| MgCl <sub>2</sub>               | Хлорид магния                   |
| FeCl <sub>3</sub>               | Хлорид железа III               |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Сульфат натрия                  |
| Лакмус                          | Лакмус                          |
| Фенолфталеин                    | Фенолфталеин                    |
| H <sub>2</sub> O                | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Экспериментальные задачи

### Задача 1.

Определите каждый из трех растворов веществ, находящихся в склянках без этикеток: сульфат натрия, хлорид натрия, серная кислота. Запишите соответствующие уравнения химических реакций.

### Задача 2.

Подтвердите качественно состав серной кислоты, несколькими способами.

### Задача 3.

Составьте план получения соли в соответствии с приведенной схемой.

*Вариант 1.*  $\text{CuSO}_4(\text{тв}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{тв})$ .

*Вариант 2.*  $\text{CuCl}_2(\text{тв}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{тв})$ .

Отметьте признаки и условия химических реакций. Перечислите оборудование, которое потребуется для выполнения этого задания. Проведите данный эксперимент.

### Задача 4.

С какими из веществ, перечисленных ниже, может взаимодействовать разбавленная серная кислота: медь, железо, хлорид бария, оксид меди (II), нитрат натрия, оксид кремния, гидроксид магния, гидроксид железа (III)? По выбору проведите два опыта.

Запишите уравнения реакций, отметьте признаки и условия протекания реакций.

### Задача 5.

Опустите лучинку в пробирку с серной кислотой, а затем слегка подсушите ее над пламенем зажигалки. Что произошло с лучинкой? Почему?

### Задача 6.

Какие реагенты потребуются для проведения химических реакций, соответствующих приведенным схемам?

*Вариант 1.*  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

*Вариант 2.*  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

Проделайте эти опыты и отфильтруйте осадки.

Запишите уравнения химических реакций.

## Практическая работа № 13. Аммиак. Соли аммония

Цель:

Получить аммиак и исследовать его свойства.

Химическая посуда:

|   |                               |    |
|---|-------------------------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки                      | 10 |
|   | Пробка с газоотводной трубкой | 1  |
|   | Пробка                        | 1  |
|   | Микрошпатель                  | 1  |
|   | Химический стакан 400 мл      | 1  |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| $\text{NH}_4\text{OH}$   | Гидроксид аммония               |
| $\text{CuSO}_4$          | Сульфат меди                    |
| $\text{AlCl}_3$          | Хлорид алюминия                 |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$   | Хлорид аммония                  |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | Гидроксид кальция               |
| Лакмус                   | Индикаторная бумага             |
| $\text{H}_2\text{O}$     | Лакмус                          |
|                          | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Получение аммиака и его свойства

1. Поместите пробирку с раствором смеси хлорида аммония и гидроксида кальция, закрытую пробкой с газоотводной трубкой, в зону нагрева лабораторного модуля.
2. Введите газоотводную трубку в сухую, перевернутую вверх дном пробирку, закрепленную в лапке штатива.
3. Нагрейте пробирку со смесью гидроксида кальция и хлорида аммония.
4. Определите наполнение пробирки, закрепленной в штативе, аммиаком с помощью универсальной индикаторной бумаги, смоченной дистиллированной водой. Когда пробирка для сбора аммиака наполнится, закройте отверстие пробирки пробкой и осторожно высвободите ее из штатива.
5. Опустите пробирку с аммиаком вертикально вверх дном в стакан с дистиллированной водой и несколькими каплями раствора фенолфталеина. Извлеките под водой пробку из пробирки. Почему вода поднялась в пробирку?
6. Когда вода перестанет подниматься, закройте отверстие пробирки под водой пробкой и извлеките ее из воды.
7. Какой вывод можно сделать о растворимости аммиака в воде? Как объяснить изменение окраски индикатора?
8. Наберите пипеткой в пробирку 2–3 мл водного раствора аммиака из стакана.
9. Отметьте цвет раствора.
10. Нагрейте пробирку с раствором в зоне нагрева лабораторного модуля.
11. Как изменился цвет раствора? Почему?
12. Составьте уравнения проведенных реакций.

### Опыт 2. Получение гидроксидов металлов с использованием водного раствора аммиака

1. Прилейте в чистую пробирку 1 мл раствора хлорида алюминия и добавьте к нему 1 мл водного раствора аммиака.
2. Объясните наблюдаемое явление, составьте уравнение реакции.

### Опыт 3. Получение комплексного соединения меди

1. Прилейте в чистую пробирку 1 мл раствора сульфата меди и добавьте к нему 1 мл водного раствора аммиака.
2. Объясните наблюдаемое явление, составьте уравнение реакции.

## Практическая работа № 14. Соединения фосфора

Цель:

Изучить свойства соединений фосфора.

Химическая посуда:

|   |                         |    |
|---|-------------------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки                | 10 |
|   | Химический стакан 50 мл | 1  |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Магнитный мешальник                 | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$  | Гидроксид аммония               |
| $\text{H}_3\text{PO}_4$   | Фосфорная кислота               |
| $\text{Na}_3\text{PO}_4$  | Фосфат натрия                   |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ | Гидрофосфат натрия              |
| $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ | Дигидрофосфат натрия            |
| $\text{AgNO}_3$           | Нитрат серебра                  |
|                           | Индикаторная бумага             |
| $\text{H}_2\text{O}$      | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Образование среднего и кислого фосфата кальция

1. Налейте в химический стакан примерно 10 мл гидроксида кальция, опустите в него магнитный мешальник и поместите стакан в зону перемешивания лабораторного модуля.
2. Включите магнитную мешалку.
3. Прибавляйте по каплям к гидроксиду кальция раствор фосфорной кислоты.
4. Отметьте изменения, происходящие в растворе. Объясните их, составьте уравнения реакций.

### Опыт 2. Гидролиз солей фосфорной кислоты

1. Положите на белый лист полоску универсальной индикаторной бумаги.
2. Нанесите на индикаторную бумагу по капле растворов фосфата натрия, гидрофосфата натрия, дигидрофосфата натрия.
3. Запишите свои наблюдения и дайте им объяснения.

### Опыт 3. Качественная реакция на соли фосфорной кислоты

1. Налейте в две пробирки по 1 мл фосфата натрия и дигидрофосфата натрия.
2. Добавьте в каждую пробирку по каплям раствор нитрата серебра.
3. Запишите свои наблюдения и дайте им объяснения.
4. Сделайте выводы.

## Практическая работа № 15.

### Решение экспериментальных задач по химии азота и фосфора

**Цель:**

Изучить свойства соединений фосфора.

**Химическая посуда:**

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Пробирки                      | 10 |
| Пробка с газоотводной трубкой | 1  |
| Пробка                        | 1  |

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Магнитный мешальник                 | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Ca(OH) <sub>2</sub>              | Гидроксид аммония               |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>   | Фосфорная кислота               |
| Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | Фосфат натрия                   |
| Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | Гидрофосфат натрия              |
| NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | Дигидрофосфат натрия            |
| AgNO <sub>3</sub>                | Нитрат серебра                  |
| NH <sub>4</sub> OH               | Индикаторная бумага             |
| CuSO <sub>4</sub>                | Гидроксид аммония               |
| BaCl <sub>2</sub>                | Сульфат меди                    |
| NH <sub>4</sub> Cl               | Хлорид бария                    |
| H <sub>2</sub> O                 | Хлорид аммония                  |
|                                  | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Рекомендации для учащихся:

1. Осмыслите содержание задачи:
  - 1.1. что в задаче известно и что нужно определить;
  - 1.2. применение каких знаний требуется для решения данной задачи.
2. Вспомните необходимый теоретический материал и предложите варианты решения данной задачи.
3. Выберите оптимальный вариант решения (используя таблицу «Определитель веществ» на последней странице данного методического пособия):
  - 3.1. проверьте целесообразность последовательности действий;
  - 3.2. убедитесь в простоте и минимальном количестве операций.
4. Запишите уравнения реакций.
5. Выполните необходимые опыты, при необходимости пользуясь комплектующими цифровой лаборатории.
6. Проверьте правильность решения и составьте отчет.

## Экспериментальные задачи

### Вариант 1.

1. Как распознать соли: сульфат аммония, хлорид натрия, фосфат натрия?
2. Получите аммиак и докажите наличие данного газа.

### Вариант 2.

1. Определите каждое из выданных кристаллических веществ: нитрат натрия, фосфат натрия, нитрат аммония.
2. Докажите опытным путем качественный состав сульфата аммония.

### Вариант 3.

1. Определите каждый из выданных растворов веществ: хлорид натрия, фосфат натрия, нитрат натрия.
2. Докажите опытным путем наличие иона аммония и хлорид иона в хлориде аммония.

# Практическая работа № 16.

## Угольная кислота и ее соли

Цель:

Получить оксид углерода (IV) и исследовать его свойства.

Химическая посуда:

|   |                               |    |
|---|-------------------------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки                      | 10 |
|   | Пробка с газоотводной трубкой | 1  |
|   | Силиконовая трубка            | 1  |
|   | Пинцет                        | 1  |

Оборудование:

|  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
|  | Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
|  | Штатив                              | 2 |
|  | Лапка                               | 2 |
|  | Муфта                               | 2 |
|  | Подставка для пробирок              | 1 |

Реактивы:

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| $\text{HCl}$             | Соляная кислота                 |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$  | Серная кислота                  |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | Карбонат натрия                 |
| $\text{CaCl}_2$          | Хлорид кальция                  |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | Гидроксид кальция               |
| $\text{CaCO}_3$          | Карбонат кальция                |
| Лакмус                   | Лакмус                          |
| $\text{H}_2\text{O}$     | Дистиллированная вода (промыв.) |

Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Получение оксида углерода (IV) и раствора угольной кислоты

- Поместите в пробирку 2–3 кусочка мрамора.
- Добавьте в пробирку 3 мл раствора соляной кислоты.
- Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
- На конец газоотводной трубки наденьте силиконовую трубку.
- Опустите конец силиконовой трубки в пробирку с дистиллированной водой, установленную в подставке для пробирок на рабочем столе.

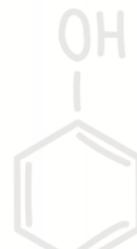
6. Пропустите углекислый газ (оксид углерода (IV)) через дистиллированную воду в течение 5 минут.
7. Извлеките газоотводную трубку из пробирки с полученным раствором и добавьте к раствору несколько капель лакмуса.
8. Запишите свои наблюдения, составьте уравнение реакции, сделайте вывод.

## Опыт 2. Взаимодействие оксида углерода (IV) с раствором гидроксида кальция

1. Налейте в пробирку 2-3 мл известковой воды и установите в штатив для пробирок.
2. Получите углекислый газ с помощью установки из **опыта №1** и пропускайте газ через известковую воду в течение 5 минут.
3. Какие происходят изменения?
4. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.

## Опыт 3. Качественная реакция на карбонат-ион

1. Поместите в одну пробирку кусочек мрамора, в другую — раствор карбоната натрия. Добавьте в обе пробирки по 1 мл раствора соляной кислоты. Какие происходят изменения?
2. Поместите в одну пробирку кусочек мрамора, в другую — раствор карбоната натрия. Добавьте в обе пробирки по 1 мл раствора серной кислоты. Какие происходят изменения?
3. Поместите в две пробирки раствор карбоната натрия. Добавьте в одну пробирку раствор известковой воды, в другую пробирку добавьте раствор хлорида кальция. Какие происходят изменения?
4. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.



## Практическая работа № 17. Кремниевая кислота и ее соли

**Цель:**

Получить кремниевую кислоту и исследовать свойства ее солей.

**Химическая посуда:**

|   |                               |    |
|---|-------------------------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки                      | 10 |
|   | Пробка с газоотводной трубкой | 1  |
|   | Силиконовая трубка            | 1  |
|   | Пинцет                        | 1  |

**Оборудование:**

|  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
|  | Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
|  | Штатив                              | 2 |
|  | Лапка                               | 2 |
|  | Муфта                               | 2 |
|  | Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | Силикат натрия                  |
| $\text{HCl}$              | Соляная кислота                 |
| $\text{FeCl}_3$           | Хлорид железа III               |
| $\text{CoSO}_4$           | Сульфат кобальта                |
| $\text{NiCl}_2$           | Хлорид никеля                   |
| $\text{CaCO}_3$           | Карбонат кальция                |
| Фенолфталеин              | Фенолфталеин                    |
| Лакмус                    | Лакмус                          |
| $\text{H}_2\text{O}$      | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Получение кремниевой кислоты

1. Поместите в пробирку 3–4 капли раствора силиката натрия.
1. Добавьте 2–3 капли разбавленного раствора соляной кислоты.
2. Какие происходят изменения?
3. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.

### Опыт 2. Гидролиз силиката натрия

1. Поместите в две пробирки по 1–2 мл силиката натрия.
2. Добавьте в одну пробирку несколько капель лакмуса, в другую — фенолфталеина.
3. Какие происходят изменения?
4. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.

### Опыт 3. Получение малорастворимых солей кремниевой кислоты

1. Поместите в стакан с раствором силиката натрия кристаллы следующих солей: хлорида железа, сульфата кобальта, хлорида никеля.
2. Какие происходят изменения?
3. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.

### Опыт 4. Сравнение силы угольной и кремниевой кислот

1. Поместите в пробирку несколько микрощепателей измельченного мрамора (карбоната кальция).
2. Добавьте в пробирку 3 мл раствора соляной кислоты.
3. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
4. Опустите газоотводную трубку в пробирку с раствором силиката натрия, установленную в штативе для пробирок.
5. Пропустите углекислый газ (оксид углерода (IV)) через раствор силиката натрия в течение 5 минут.
6. Какие происходят изменения?
7. Запишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций, сделайте вывод.

## Практическая работа № 18.

### Качественные реакции на хлорид-, сульфат-, карбонат-ионы

#### Цель:

Обобщить полученные теоретические знания по распознанию хлорид, сульфат и карбонат ионов, самостоятельно провести опыты, используя предложенные растворы, и объяснить результаты проводимых опытов.

#### Химическая посуда:

Пробирки 6

#### Оборудование:

Учебно-лабораторный модуль «Унитех» 1  
Подставка для пробирок 1

#### Реактивы:

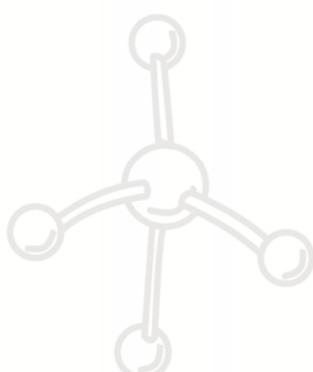
|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| NaCl                            | Хлорид натрия                   |
| HCl                             | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | Серная кислота                  |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Сульфат натрия                  |
| BaCl <sub>2</sub>               | Хлорид бария                    |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | Карбонат кальция                |
| CaCl <sub>2</sub>               | Хлорид кальция                  |
| AgNO <sub>3</sub>               | Нитрат серебра                  |
| H <sub>2</sub> O                | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

- Налейте в пробирки №1 и №2 соответственно 1–2 мл растворов хлорида натрия и соляной кислоты, добавьте в обе пробирки несколько капель нитрата серебра. Какие происходят изменения?
- Налейте в пробирки №3 и №4 соответственно 1–2 мл растворов сульфата натрия и серной кислоты, добавьте в обе пробирки несколько капель хлорида бария. Какие происходят изменения?
- Налейте в пробирки №5 и №6 по 1–2 мл раствора карбоната натрия. Добавьте несколько капель соляной кислоты в пробирку №5 и несколько капель хлорида кальция в пробирку №6. Какие происходят изменения?
- Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций. Сделайте выводы.

Оформление отчета возможно в виде таблицы:

| Исследуемое вещество            | Реактив           | Наблюдения | Уравнение реакции |
|---------------------------------|-------------------|------------|-------------------|
| NaCl                            | AgNO <sub>3</sub> |            |                   |
| HCl                             | AgNO <sub>3</sub> |            |                   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | BaCl <sub>2</sub> |            |                   |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | BaCl <sub>2</sub> |            |                   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | HCl               |            |                   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | CaCl <sub>2</sub> |            |                   |



## Практическая работа № 19. Химические свойства неорганических веществ

### Цель:

Научиться применять теоретические знания для решения экспериментальных задач, самостоятельно проводить опыты, используя предложенные растворы, и объяснять результаты проводимых опытов.

### Химическая посуда:

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробка с газоотводной трубкой | 1 |
|   | Силиконовая трубка            | 1 |
|   | Фильтровальная бумага         | 1 |
|   | Воронка                       | 1 |
|   | Микрошпатель                  | 1 |
|   | Пробирки                      | 6 |

### Оборудование:

|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
| $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ | Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
|   | Штатив                              | 2 |
|   | Лапка                               | 2 |
|   | Муфта                               | 2 |
|   | Подставка для пробирок              | 1 |

### Реактивы:

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| HCl                            | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Серная кислота                  |
| NaOH                           | Гидроксид натрия                |
| CaCO <sub>3</sub>              | Карбонат кальция                |
| Ca(OH) <sub>2</sub>            | Гидроксид кальция               |
| NaCl                           | Хлорид натрия                   |
| AgNO <sub>3</sub>              | Нитрат серебра                  |
| CuO                            | Оксид меди                      |
| Cu                             | Медь                            |
| Fe                             | Железо                          |
| CuSO <sub>4</sub>              | Сульфат меди                    |
| FeCl <sub>3</sub>              | Хлорид железа III               |
| Лакмус                         | Лакмус                          |
| H <sub>2</sub> O               | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Экспериментальные задачи

### Вариант 1.

1. Определите, в какой из трех пробирок находятся вода, серная кислота, известковая вода.
2. Докажите опытным путем, что оксид меди (II) — основной оксид.

### Вариант 2.

1. Выделите химическим путем медь из смеси медных опилок с железными.
2. Получите оксид меди (II) из гидроксида меди (II).

### Вариант 3.

1. Получите из меди оксид меди (II), а затем сульфат меди (II).
2. Докажите, что известковая вода имеет основные свойства двумя способами.

### Вариант 4.

1. Получите оксид углерода (IV) из предложенных реагентов и докажите, что это кислотный оксид.
2. Докажите, не применяя индикатор, что выданный раствор — кислота.

### Вариант 5.

1. Как на практике очистить железный гвоздь от ржавчины химическим путем, если в состав ее входит оксид железа (III)?
2. Исходя из гидроксида натрия, получите сульфат натрия.

### Вариант 6.

1. Исходя из гидроксида железа (III), получите сульфат железа (III).
2. Определите, в каких из выданных пробирок, находятся растворы хлорида натрия, соляной кислоты, гидроксида натрия.

## Практическая работа № 20.

### Определение pH раствора

Цель:

Определить pH раствора с помощью универсальной индикаторной бумаги и с помощью pH-метра.

Химическая посуда:

|  |              |   |
|--|--------------|---|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ | Стакан 50 мл | 3 |
|  | Микрошпатель | 1 |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |
| Подставка для пробирок              | 1 |
| Соединительный провод к датчику     | 1 |
| pH-электрод                         | 1 |
| pH-метр                             | 1 |
| Магнитный мешальник                 | 3 |

Реактивы:

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| HCl              | Соляная кислота     |
| NaOH             | Гидроксид натрия    |
| H <sub>2</sub> O | Индикаторная бумага |

Дистиллированная вода (промыв.)

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Определение pH раствора с помощью универсальной индикаторной бумаги

1. Налейте в один чистый стакан примерно 1 мл соляной кислоты, а во второй стакан 1 мл гидроксида натрия. Прилейте к каждому стакану по 50 мл дистиллированной воды. В третий стакан налейте только дистиллированную воду объёмом примерно 50 мл. Микрошпателем перенесите по капле каждого исследуемого раствора на универсальную индикаторную бумагу.
2. Определите приближенное значение pH исследуемых растворов, сравнив окраску еще влажного пятна на индикаторной бумаге с цветовой шкалой. Запишите приближенное значение pH исследуемых растворов.

### Опыт 2. Определение pH раствора с помощью pH-метра

1. Для более точного измерения pH растворов используют pH-метры.
2. Используйте стаканы с дистиллированной водой, раствором соляной кислоты и раствором гидроксида калия из предыдущего опыта. Определите с помощью pH-метра лабораторного модуля значения pH дистиллированной воды, раствора соляной кислоты и раствора гидроксида калия.
3. Запишите измеренные значения pH исследуемых растворов.

# Практическая работа № 21.

## Зависимость скорости реакции от условий её проведения

Цель:

Исследовать влияние различных условий на скорость химической реакции.

Химическая посуда:

|  |              |    |
|--|--------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ | Пробирки     | 10 |
|  | Микрошпатель | 1  |

Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |

Реактивы:

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| HCl               | Соляная кислота                 |
| CaCO <sub>3</sub> | Карбонат кальция                |
| Zn                | Цинк                            |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Влияние температуры на скорость химической реакции

1. Прилейте в две пробирки по 3–4 мл 10 %-го раствора соляной кислоты. Установите одну пробирку в штатив для пробирок, а другую — на лапке штатива в зоне нагрева лабораторного модуля и нагрейте ее.
2. Запустите таймер лабораторного модуля на 5 минут.
3. После сигнала таймера в обе пробирки аккуратно по стенке опустите по 2–3 гранулы цинка.
4. Наблюдайте появление первых видимых признаков реакции в пробирках.
5. Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ.

### Опыт 2. Влияние концентрации на скорость химической реакции

1. В две пробирки аккуратно по стенке опустите по 2–3 гранулы цинка, следя за тем, чтобы гранулы не пробили дно пробирок.
2. Прилейте в одну пробирку 3–4 мл 3 %-го раствора соляной кислоты, а во вторую — 3–4 мл 10 %-го раствора соляной кислоты.
3. Установите пробирки в штатив для пробирок.
4. Наблюдайте появление первых видимых признаков реакции в пробирках.
5. Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ.

### Опыт 3. Влияние площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химической реакции

1. Поместите в одну пробирку небольшой кусочек мрамора, а в другую — столько же по массе порошка мрамора.
2. Прилейте в обе пробирки по 2 мл раствора соляной кислоты.
3. Установите пробирки в штатив для пробирок.
4. Наблюдайте появление первых видимых признаков реакции в пробирках.
5. Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ.

## Практическая работа № 22. Влияние условий на смещение химического равновесия

### Цель:

Исследовать влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на смещение химического равновесия.

### Химическая посуда:

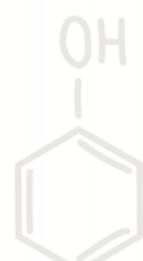
|  |              |    |
|--|--------------|----|
| $\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ | Пробирки     | 10 |
|  | Микрошпатель | 1  |

### Оборудование:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |
| Штатив                              | 2 |
| Лапка                               | 2 |
| Муфта                               | 2 |

### Реактивы:

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| FeCl <sub>3</sub> | Хлорид железа III               |
| KSCN              | Роданид калия                   |
| KI+I <sub>2</sub> | Люголь                          |
| KCl               | Хлорид калия                    |
| Крахмал           | Крахмал                         |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промыв.) |



## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на смещение химического равновесия

1. Прилейте 5 мл разбавленного раствора роданида калия к 5 мл разбавленного раствора хлорида железа (III).
2. Полученный раствор разделите поровну на четыре пробирки. Пробирку №1 оставьте для сравнения, в пробирку №2 добавьте 2–3 капли концентрированного раствора хлорида железа (III), в пробирку №3 — 2–3 капли концентрированного раствора роданида калия, а в пробирку №4 — микрошпатель кристаллического хлорида калия. Содержимое пробирок перемешайте стеклянными палочками.
3. Сравните интенсивность окраски полученных растворов с интенсивностью окраски в контрольной пробирке, объясните изменение окраски во второй, третьей и четвертой пробирках.

### Опыт 2. Влияние температуры на смещение химического равновесия

1. Прилейте в две пробирки по 2–3 мл раствора крахмала.
2. Добавьте в каждую пробирку по 2–3 капли раствора Люголя.
3. Установите одну пробирку в подставку для пробирок, а другую — нагрейте на лабораторном модуле.
4. Какие изменения происходят в пробирках?
5. Переместите нагретую пробирку в подставку для пробирок.
6. Какие изменения происходят при охлаждении пробирки?
7. Сделайте вывод о влиянии нагревания и охлаждения на равновесие данной системы.

# Практическая работа № 23.

## Реакции обмена между растворами электролитов

**Цель:**

Изучить реакции ионного обмена между растворами электролитов.

**Химическая посуда:**

|   |          |   |
|---|----------|---|
| $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ | Пробирки | 6 |
|---|----------|---|

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| $\text{CuSO}_4$          | Сульфат меди                    |
| $\text{CaCl}_2$          | Хлорид кальция                  |
| $\text{AlCl}_3$          | Хлорид алюминия                 |
| $\text{NaOH}$            | Гидроксид натрия                |
| $\text{Na}_3\text{PO}_4$ | Фосфат натрия                   |
| $\text{BaCl}_2$          | Хлорид бария                    |
| $\text{Na}_2\text{SO}_3$ | Сульфит натрия                  |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | Карбонат натрия                 |
| $\text{HCl}$             | Соляная кислота                 |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$  | Серная кислота                  |
| Фенолфталеин             | Фенолфталеин                    |
| $\text{H}_2\text{O}$     | Дистиллированная вода (промыв.) |

## Порядок выполнения работы

### Опыт 1. Реакции, идущие с образованием осадка

1. Налейте в три пробирки по 2 мл следующих веществ: в пробирку №1 раствор сульфата меди, в пробирку №2 — раствор хлорида кальция, а в пробирку №3 — раствор сульфата алюминия.
2. Добавьте в пробирку №1 несколько капель раствора гидроксида натрия, в пробирку №2 — раствор ортофосфата натрия, а в пробирку №3 — раствор нитрата бария.
3. Какие изменения происходят? Запишите свои наблюдения.
4. Составьте уравнения реакций.

### Опыт 2. Реакции, идущие с выделением газа

1. Налейте в пробирку №1 2 мл раствора сульфита натрия, в пробирку №2 — 2 мл раствора карбоната натрия.
2. Добавьте в обе пробирки по 2 мл раствора серной кислоты.
3. Какие изменения происходят? Запишите свои наблюдения.
4. Составьте уравнения реакций.

### Опыт 3. Реакции, идущие с образованием малодиссоциирующего вещества

1. Налейте в пробирку 2 мл раствора гидроксида натрия.
2. Добавьте 2 капли фенолфталеина.
3. Прилейте в пробирку раствор соляной кислоты.
4. Какие изменения происходят? Запишите свои наблюдения.
5. Составьте уравнения реакций.

# Практическая работа № 24.

## Химические свойства амфотерных гидроксидов

**Цель:**

Изучить свойства амфотерных гидроксидов; закрепить навыки экспериментальной работы.

**Химическая посуда:**

Пробирки 4

**Оборудование:**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Учебно-лабораторный модуль «Унитех» | 1 |
| Подставка для пробирок              | 1 |

**Реактивы:**

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| ZnSO <sub>4</sub> | Сульфат цинка                   |
| AlCl <sub>3</sub> | Хлорид алюминия                 |
| NaOH              | Гидроксид натрия                |
| HCl               | Соляная кислота                 |
| H <sub>2</sub> O  | Дистиллированная вода (промыв.) |

### Порядок выполнения работы

1. В пробирки №1 и №2 налейте по 5 капель раствора сульфата цинка, а в пробирки №3 и №4 — по 5 капель раствора хлорида алюминия.
2. Добавьте во все пробирки очень аккуратно, по каплям, раствор гидроксида натрия до появления осадка.
3. Добавьте в пробирки №1, №3 по 2–3 капли раствора соляной кислоты, в пробирки №2, №4 — избыточное количество раствора гидроксида натрия.
4. Какие изменения происходят?
5. Запишите свои наблюдения. Составьте уравнения реакций.

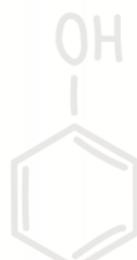
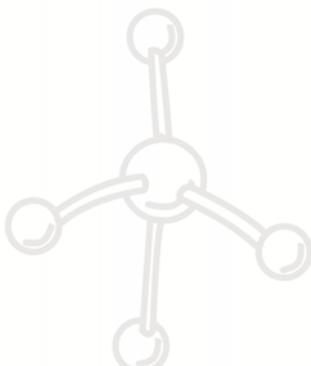
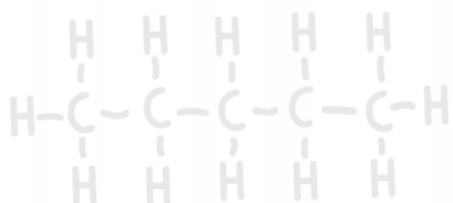
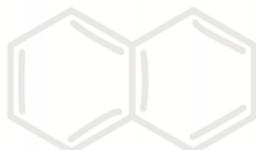
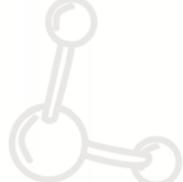
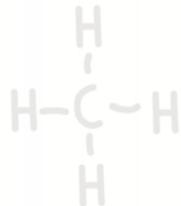
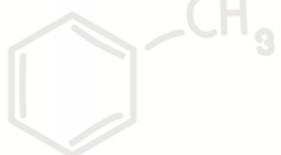


Таблица 1. Растворимость веществ в воде при температуре 25°C.

| Ионы                             | H <sup>+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Be <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Cd <sup>2+</sup> | Cr <sup>3+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | Li <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | Rb <sup>+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | Tl <sup>+</sup> | Zn <sup>2+</sup> |
|----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| OH <sup>-</sup>                  | -              | H               | P                | H                | M                | H                | H                | P                | H                | H                | H                | H                | -                | P              | P               | H                | H                | P                            | H               | H                | P                | H               | M                | P                | H               |                  |
| F <sup>-</sup>                   | P              | P               | M                | M                | P                | H                | P                | M                | P                | P                | M                | H                | +                | P              | H               | P                | P                | P                            | M               | P                | M                | P               | H                | P                |                 |                  |
| Cl <sup>-</sup>                  | P              | H               | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P              | P               | P                | P                | P                            | M               | P                | P                | +               | P                | M                | P               |                  |
| Br <sup>-</sup>                  | P              | H               | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | M                | P              | P               | P                | P                | P                            | M               | P                | P                | +               | P                | M                | P               |                  |
| I <sup>-</sup>                   | P              | H               | P                | P                | P                | P                | H                | P                | P                | P                | H                | P                | -                | H              | P               | P                | P                | P                            | M               | P                | M                | P               | H                | P                |                 |                  |
| CN <sup>-</sup>                  | H              | ?               | P                | ?                | P                | M                | H                | H                | P                | H                | H                | H                | -                | P              | P               | H                | P                | P                            | +               | P                | +                | P               | -                | H                | P               |                  |
| S <sup>2-</sup>                  | M              | H               | +                | P                | +                | M                | H                | H                | +                | P                | H                | H                | -                | H              | P               | P                | H                | H                            | +               | P                | H                | H               | P                | H                | H               |                  |
| SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>   | H              | ?               | H                | ?                | H                | ?                | ?                | ?                | H                | ?                | ?                | H                | ?                | P              | ?               | H                | ?                | P                            | ?               | H                | ?                | P               | ?                | H                | ?               |                  |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>    | -              | H               | -                | H                | +                | H                | +                | +                | -                | P                | +                | +                | -                | -              | P               | P                | M                | +                            | P               | +                | P                | +               | P                | -                | H               | P                |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>     | P              | M               | ?                | P                | ?                | P                | ?                | M                | ?                | P                | ?                | ?                | ?                | P              | P               | P                | P                | P                            | ?               | P                | ?                | P               | ?                | P                | ?               |                  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>     | P              | P               | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | +              | P               | P                | P                | P                            | P               | P                | P                | P               | +                | P                | P               |                  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>    | P              | H               | H                | H                | H                | H                | P                | H                | H                | H                | H                | H                | P                | M              | H               | H                | -                | P                            | H               | H                | P                | H               | M                | H                |                 |                  |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>    | P              | H               | ?                | H                | ?                | H                | ?                | ?                | -                | ?                | ?                | H                | ?                | H              | P               | ?                | H                | ?                            | P               | P                | ?                | H               | ?                | ?                | H               |                  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>    | P              | M               | P                | H                | P                | M                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | +                | P              | P               | P                | P                | P                            | P               | P                | P                | H               | P                | M                | P               |                  |
| CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | H              | -               | H                | ?                | M                | ?                | ?                | P                | ?                | H                | -                | -                | H                | P              | P               | H                | P                | P                            | ?               | H                | ?                | -               | M                | ?                | H               |                  |
| HCOO <sup>-</sup>                | P              | P               | P                | ?                | P                | ?                | P                | ?                | P                | P                | P                | P                | ?                | P              | P               | P                | P                | P                            | P               | P                | P                | ?               | P                | ?                | P               |                  |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> | M              | +               | P                | +                | P                | P                | P                | +                | P                | P                | P                | -                | P                | P              | P               | P                | P                | P                            | P               | P                | P                | +               | P                | P                | P               |                  |

Пояснения к таблице растворимости:

|   |  |
|---|--|
| P | хорошо растворимо (более 1 г в 100 г воды)     |
| M | мало растворимо (от 0.001 до 1 г в 100 г воды) |
| N | трудно растворимо (менее 0.001 г в 100 г воды) |
| + | взаимодействует с водой                        |
| - | не существует                                  |
| ? | данные о растворимости не указаны              |

**Таблица 2. Ряд электрохимической активности металлов**

| Ме | Ме <sup>n+</sup> | φ°, В | Ме | Ме <sup>n+</sup> | φ°, В | Ме                   | Ме <sup>n+</sup>      | φ°, В       |
|----|------------------|-------|----|------------------|-------|----------------------|-----------------------|-------------|
| Li | Li <sup>+</sup>  | -3,04 | Ti | Ti <sup>3+</sup> | -1,21 | Sn                   | Sn <sup>2+</sup>      | -0,14       |
| K  | K <sup>+</sup>   | -2,92 | Mn | Mn <sup>2+</sup> | -1,18 | Pb                   | Pb <sup>2+</sup>      | -0,13       |
| Ba | Ba <sup>2+</sup> | -2,91 | Zn | Zn <sup>2+</sup> | -0,76 | <b>H<sub>2</sub></b> | <b>2H<sup>+</sup></b> | <b>0,00</b> |
| Ca | Ca <sup>2+</sup> | -2,87 | Cr | Cr <sup>3+</sup> | -0,71 | Cu                   | Cu <sup>2+</sup>      | +0,34       |
| Na | Na <sup>+</sup>  | -2,71 | Fe | Fe <sup>2+</sup> | -0,44 | Ag                   | Ag <sup>+</sup>       | +0,80       |
| Mg | Mg <sup>2+</sup> | -2,36 | Cd | Cd <sup>2+</sup> | -0,40 | Pt                   | Pt <sup>2+</sup>      | +1,20       |
| Al | Al <sup>3+</sup> | -1,66 | Ni | Ni <sup>2+</sup> | -0,25 | Au                   | Au <sup>3+</sup>      | +1,50       |

**Таблица 3. Важнейшие физико-химические постоянные**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Атомная единица массы            | 1 а.е.м. = $1.66 \times 10^{-27}$ кг            |
| Постоянная Авогадро              | $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ моль <sup>-1</sup> |
| Молярная газовая постоянная      | $R = 8.3144$ Дж/(моль×К)                        |
| Мольный объем идеального газа    | $V_M = 22.41383$ л/моль                         |
| Элементарный электрический заряд | $e^- = 1.602 \times 10^{-19}$ Кл                |
| Масса электрона                  | $m_{e^-} = 9.11 \times 10^{-31}$ кг             |
| Масса протона                    | $m_p = 1.673 \times 10^{-27}$ кг                |
| Масса нейтрона                   | $m_n = 1.675 \times 10^{-27}$ кг                |
| Постоянная Фарадея               | $F = 96484.56$ Кл/моль                          |
| Постоянная Планка                | $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Дж×с                |



# ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВЕЩЕСТВ

| Распознаваемые ионы и вещества | Реактивы  | Признаки  |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Катионы</b>                 |   |   |
| $\text{H}^+$                   | Индикаторы:   |   |
|                                | Лакмус  | Красное окрашивание   |
|                                | Метилоранж  | Красное окрашивание   |
|                                | Фенолфталеин  | Бесцветный раствор  |
| $\text{NH}_4^+$                | Щелочь при нагревании                               | Бесцветный газ с резким запахом, вызывающий посинение лакмуса |
| $\text{Ag}^+$                  | $\text{Cl}^-$                                       | Белый творожистый осадок                                      |
| $\text{Na}^+$                  | Пламя   | Желтое окрашивание  |
| $\text{K}^+$                   | Пламя   | Фиолетовое окрашивание  |
| $\text{Ca}^{2+}$               | Пламя   | Кирпично-красное окрашивание                                  |
| $\text{Ba}^{2+}$               | $\text{H}_2\text{SO}_4$ и $\text{SO}_4^{2-}$ (соль) | Белый осадок, нерастворимый в воде и кислотах                 |
| $\text{Cu}^{2+}$               | Щелочь  | Голубой осадок  |
| $\text{Zn}^{2+}$               | Щелочь  | Бесцветный осадок, растворимый в щелочи                       |
| $\text{Fe}^{2+}$               | Щелочь  | Бледно-зеленый осадок   |
| $\text{Fe}^{3+}$               | Красная кровяная соль                               | Синий осадок  |
| $\text{Fe}^{3+}$               | Щелочь  | Бурый осадок  |
| $\text{Fe}^{3+}$               | $\text{CNS}^-$                                      | Кроваво-красное окрашивание                                   |
| $\text{Fe}^{3+}$               | Желтая кровяная соль                                | Синее окрашивание   |
| $\text{Al}^{3+}$               | Щелочь  | Белый осадок, растворимый в избытке щелочи                    |
| $\text{Cr}^{3+}$               | Щелочь  | Серо-зеленый осадок, растворимый в щелочи                     |

# ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВЕЩЕСТВ



| Распознаваемые ионы и вещества | Реактивы   | Признаки   |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Анионы</b>                  |  |  |
| $\text{OH}^-$                  | Индикаторы:  |  |
|                                | Лакмус   | Синее окрашивание  |
|                                | Метилоранж   | Желтое окрашивание   |
|                                | Фенолфталеин   | Малиновое окрашивание  |
| $\text{Cl}^-$                  | $\text{Ag}^+$  | Белый творожистый осадок, нерастворимый в кислотах           |
| $\text{NO}_3^-$                | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) и $\text{Cu}$ при нагревании | Бурый газ с запахом  |
| $\text{S}^{2-}$                | $\text{Pb}^{2+}$   | Черный осадок  |
| $\text{SO}_4^{2-}$             | $\text{Ba}^{2+}$   | Белый осадок   |
| $\text{SO}_3^{2-}$             | Сильные кислоты  | Бесцветный газ с резким запахом, помутнение известковой воды |
| $\text{CO}_3^{2-}$             | Сильные кислоты  | Бесцветный газ без запаха, помутнение известковой воды       |
| $\text{SiO}_3^{2-}$            | Сильные кислоты  | Студенистый осадок   |
| $\text{PO}_4^{3-}$             | $\text{Ag}^+$  | Желтый осадок, растворимый в сильных кислотах                |
| <b>Вещества</b>                |  |  |
| $\text{I}_2$                   | Крахмал  | Синее окрашивание  |
| $\text{Cl}_2$                  | Иодкрахмальная бумага  | Синее окрашивание  |

