

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
Витебский государственный технологический университет

**Химия (раздел «Неорганическая химия»)**

Рабочая тетрадь  
для студентов специальностей

1-50 01 01 «Производство текстильных материалов»,  
1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий»,  
1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация»  
направления специальности  
1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация  
(лёгкая промышленность)»



Витебск  
2020

УДК 677.027.(07)

Составители:

В.Ю.Сергеев, Н.Н.Ясинская

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 19.06.2020.

**Химия (раздел «Неорганическая химия»)** : рабочая тетрадь / сост. В. Ю. Сергеев, Н. Н. Ясинская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 33 с.

В рабочей тетради представлены методические рекомендации, необходимые для выполнения лабораторных занятий для студентов специальностей: 1-50 01 01 «Производство текстильных материалов», 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий», 1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация» направления специальности 1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (лёгкая промышленность)».

УДК 677.027.(07)

© УО «ВГТУ», 2020

## Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа 1. Определение эквивалента металла.....	5
Лабораторная работа 2. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.....	7
Лабораторная работа 3. Электролитическая диссоциация.....	11
Лабораторная работа 4. Гидролиз солей.....	15
Лабораторная работа 5. Окислительно-восстановительные реакции.....	18
Лабораторная работа 6. Гальванический элемент.....	20
Лабораторная работа 7. Коррозия металлов.....	22
Лабораторная работа 8. Электролиз.....	24
Лабораторная работа 9. Комплексные соединения.....	26
Лабораторная работа 10. Металлы 1–3 группы периодической системы и их соединения.....	29

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение основ неорганической химии является важнейшим этапом в подготовке инженеров-технологов лёгкой промышленности.

В технологических процессах используются различные неорганические соединения, позволяющие улучшить товарный вид и качество выпускаемых изделий. В технологических процессах используют ряд клеев-растворов, клеев-расплавов, клеевые плёнки, появился новый тип нанесения рисунка – переводная термопечать, радиационная обработка тканей и т. д. Для правильного понимания технологических процессов, связанных с увлажнением и сушкой, механическим растяжением и склеиванием, необходимы знания свойств неорганических соединений. Поэтому инженер лёгкой промышленности должен иметь хорошую подготовку в области неорганической химии.

Кроме того, знания неорганической химии необходимы при изучении таких дисциплин, как «Текстильное и обувное материаловедение», «Химизация технологических процессов».

Выполнение лабораторных работ позволяет закрепить теоретические знания, приобрести экспериментальные навыки, умения пользоваться приборами, соблюдать правила техники безопасности, составлять таблицы, строить графики и т. д.

Рабочая тетрадь по курсу «Химия (раздел «Неорганическая химия»)» содержит методики доступных и легко воспроизводимых опытов в химической лаборатории, которые позволяют ознакомиться с важнейшими классами неорганических веществ, способами их получения, свойствами и их применением. Целью курса является формирование системных знаний о закономерностях химического поведения важнейших классов неорганических соединений в зависимости от их строения и умение прогнозировать свойства отдельных представителей этих классов, необходимые для решения возникающих химических проблем в технологических процессах.

## Техника безопасности

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

1. Все лабораторные опыты проводить с малыми количествами химических веществ, строго соблюдая методику опыта, что снижает опасность работы.

2. Категорически запрещается пробовать любые химические вещества на вкус, брать их руками. Нюхать вещества нужно осторожно, направляя движением руки воздух от отверстия пробирки к носу.

3. Для опытов использовать только сухие чистые пробирки.

4. Нагревать пробирки следует постепенно, закрепив пробирку в держателе и держа её в наклонном положении. Не направлять отверстие пробирки на себя или в сторону соседа.

5. Все работы с концентрированными кислотами и щелочами проводить в вытяжном шкафу. Не допускать попадания их на кожу и слизистые оболочки во избежание ожога.

6. Опыты с легковоспламеняющимися и летучими жидкостями (эфир, бензол, высшие спирты, ацетон, этилацетат) проводить в вытяжном шкафу вдали от открытого огня и включенных электроплиток. Во избежание отравления не вдыхать пары летучих веществ.

7. Осторожно обращаться с токсичными веществами (бензол, толуол, фенол, анилин, бензальдегид, гидроксилламин). Не вдыхать их пары, избегать попадания на кожу.

8. Не выливать концентрированные кислоты, щелочи и реакционные смеси в раковину, собирать их в склянку для слива.

9. При несчастных случаях следует поставить в известность преподавателя, использовать аптечку первой помощи в лаборатории или обратиться к врачу.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТА МЕТАЛЛА**

Выполнение работы. Прибор для определения эквивалента металла состоит из бюретки, соединенной резиновым шлангом с воронкой большого диаметра. Прибор заполнен водой. К бюретке присоединена пробирка.

Перед выполнением опыта убедитесь в герметичности прибора: плотно присоедините пустую пробирку к пробке, соединенной с бюреткой, воронку поднимите на 10–15 см и наблюдайте в течение 3–5 минут за положением уровня воды в бюретке. Если уровень воды остается неизменным, следовательно, прибор герметичен, и можно приступить к выполнению работы.

В пробирку, держа ее наклонно, налейте 5–6 мл 10%-ной соляной кислоты так, чтобы одна из внутренних стенок пробирки оставалась сухой. Возьмите навеску металла, предварительно записав ее массу (масса указана в граммах), удалите лишнюю бумагу и, держа пробирку под углом  $\sim 45^\circ$ , опустите навеску на внутреннюю сухую стенку пробирки. С помощью стеклянной палочки подвиньте ее так, чтобы она была на 2–3 см ниже пробки и не касалась кислоты. Не меняя положения пробирки, аккуратно закройте ее пробкой, и еще раз убедитесь в герметичности прибора. Затем установите воронку так, чтобы уровни воды в воронке и бюретке совпали. Отметьте и запишите положение мениска в бюретке (для того чтобы правильно снять показания, глаз должен находиться на линии касательной к мениску). Отпустите пробирку, металл из упавшей навески быстро реагирует с кислотой, и выделяющийся водород вытесняет воду из бюретки. После растворения всего металла и остывания реакционной смеси приведите положение воды в бюретке и воронке к одному уровню и отметьте положение мениска в бюретке. Разность двух отсчетов дает объем выделившегося водорода  $V$  (мл). Отметьте и запишите показания термометра и барометра во время опыта.

Запись данных опыта и расчеты. Результаты измерений запишите по следующей форме:

Масса металла,  $m$ , г \_\_\_\_\_

Начальный уровень воды в бюретке,  $V_1$ , мл \_\_\_\_\_

Уровень воды в бюретке после растворения металла,  $V_2$ , мл \_\_\_\_\_

Объем выделившегося водорода,  $V = V_2 - V_1$ , мл \_\_\_\_\_

Температура,  $t$ ,  $^\circ\text{C}$  \_\_\_\_\_

Абсолютная температура,  $T = (t + 273)$ , К \_\_\_\_\_

Атмосферное давление,  $P$ , мм. рт. ст. \_\_\_\_\_

Парциальное давление водорода,  $P_{\text{H}_2} = P - P_{\text{H}_2\text{O}}$ , мм. рт. ст. \_\_\_\_\_

Давление насыщенного пара при различных температурах

Температура, $^\circ\text{C}$	Давление пара, мм. рт. ст.	Температура, $^\circ\text{C}$	Давление пара, мм. рт. ст.
10	9,2	20	17,53
15	12,79	21	18,65
16	13,63	22	19,83
17	14,53	23	21,09
18	15,48	24	22,38
19	16,48	25	23,75

Приведите объем выделившегося водорода к нормальным условиям по уравнению:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{H_2} V}{T}. \text{ Отсюда: } V_0 = \frac{P_{H_2} V T_0}{T P_0},$$

где  $T_0 = 273\text{K}$ ,  $P_0 = 760$  мм. рт. ст.

Исходя из закона эквивалентов, определите эквивалентную массу металла:

$$\frac{m}{m_{\text{Э}}} = \frac{V}{V_{\text{Э}}}. \text{ Отсюда: } m_{\text{Э}} = \frac{m V_{\text{Э}}}{V},$$

где  $V_{\text{Э}} = 11200$  мл – эквивалентный объем водорода.

После вычисления эквивалентной массы металла определите относительную ошибку опыта:

$$\Delta_{\text{отн.}} = \frac{|m_{\text{теор.}} - m_{\text{эксп.}}|}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

---

---

---

---

---

---

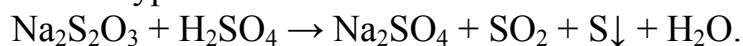
---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакции в гомогенной системе. Взаимодействие тиосульфата натрия с серной кислотой.

Выполнение опыта. Реакция тиосульфата натрия с серной кислотой протекает по уравнению:



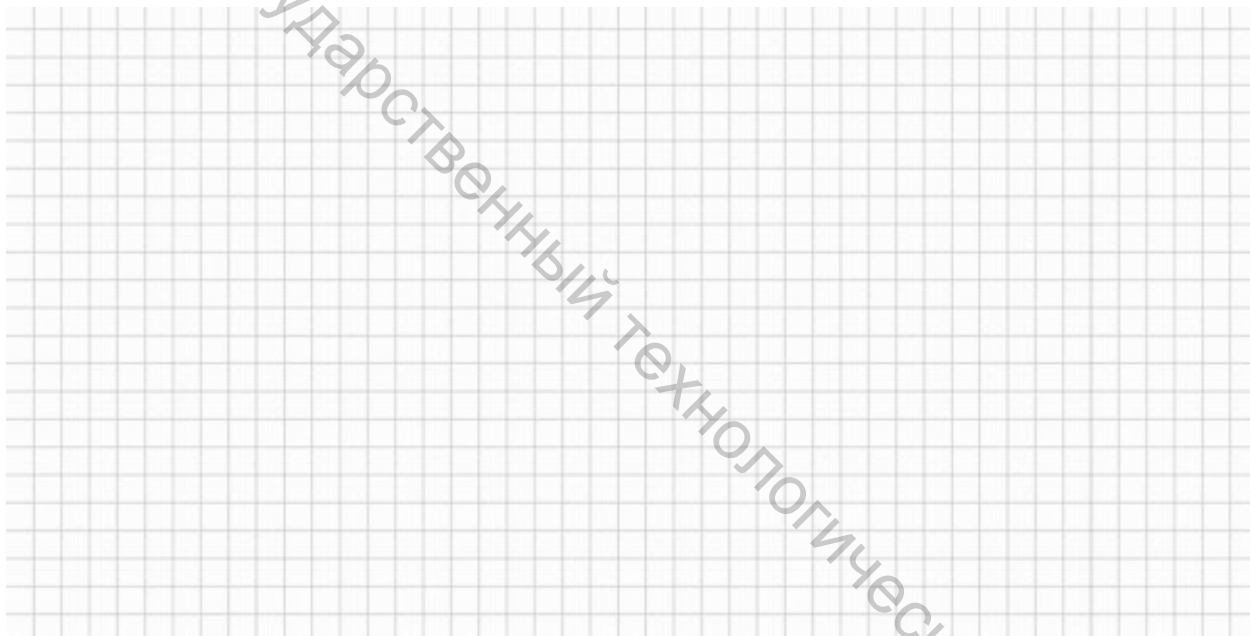
Предварительно проделайте качественный опыт, для чего в пробирку внесите 2 мл 0,15М  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и 2 мл 0,5н  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Наблюдайте появление слабой опалесценции и дальнейшее помутнение раствора от выпавшей в осадок свободной серы.

Для проведения опыта приготовьте в трех пробирках равные объемы растворов тиосульфата натрия различной концентрации, добавив в две пробирки воду, как указано в таблице.

№ проб.	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Объем $\text{H}_2\text{O}$ , мл	Объем раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	Условная концентрация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Время течения реакции, с	Скорость реакции $\frac{1}{t}$ , у. е.
1	1	2	1	C		
2	2	1	1	2C		
3	3	-	1	3C		

После приливания поочередно в каждую из трех пробирок по 1 мл серной кислоты отметить по секундомеру время от момента добавления кислоты до помутнения раствора.

Запись данных опыта. Данные опыта занесите в таблицу. Начертите график зависимости скорости реакции от концентрации тиосульфата натрия. Для этого на оси абсцисс отложите относительные концентрации тиосульфата натрия, а на оси ординат – отвечающие им скорости (в условных единицах).



Запишите выражение закона действия масс для исследуемой реакции.

---



---



---

Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

---



---



---



---



---



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

Выполнение опыта. Проведите реакцию взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой при трех различных температурах: 1) при комнатной температуре; 2) при температуре на  $10^{\circ}$  выше комнатной; 3) при температуре на  $20^{\circ}$  выше комнатной. Для этого необходимо взять шесть пробирок: в первые три налить по 2 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а во вторые – по 2 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и разделить их на три пары так, чтобы в каждой паре была пробирка с тиосульфатом натрия и серной кислотой. Слейте вместе растворы первой пары пробирок и по секундомеру отметьте время от момента сливания до момента появления мути. Вторую пару пробирок поместите в химический стакан с водой, подогретой до температуры на  $10^{\circ}$  выше комнатной. Через 5 мин содержимое пробирок слейте вместе и отметьте время появления мути. Аналогично проведите опыт с третьей парой пробирок при температуре на  $20^{\circ}$  выше комнатной.

Запись данных опыта. Данные опыта занести в таблицу.

№ проб.	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Объем раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	Температура опыта, $^{\circ}\text{C}$	Время течения реакции, с	Скорость реакции $\frac{1}{t}$ , у. е.
1	2	2			
2	2	2			
3	2	2			

Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от температуры.

---

---

---

Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства химических реакций и каково его значение для изученной реакции?

---

---

---

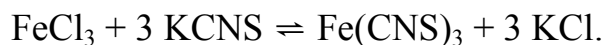
---

## Опыт 3. Химическое равновесие и его смещение.

Выполнение опыта. В небольшой колбе смешайте по 10 мл разбавленных растворов хлорида железа (III) и роданида калия. Полученный раствор разлить в четыре пробирки, находящиеся в штативе. Одну пробирку сохранить в

качестве контрольной для сравнения результатов опыта. В одну из пробирок добавьте насыщенный раствор хлорида железа, в другую – кристаллы роданида калия, в третью – кристаллы хлорида калия. Размешайте растворы во всех пробирках и отметьте изменение интенсивности окраски в каждом случае (сравните с раствором в контрольной пробирке).

Запись данных опыта. В растворе протекает обратимая реакция:



Роданид железа придает раствору красную окраску. По изменению интенсивности окраски можно судить об изменении концентрации роданида железа, т. е. о смещении равновесия в ту или иную сторону. Запишите свои наблюдения.

---

---

---

---

---

---

---

---

Напишите выражение константы равновесия данной реакции.

---

---

---

---

---

---

---

---

В каком направлении смещается равновесие в каждой пробирке?

---

---

---

---

---

---

---

---

Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

---

---

---

---

---

---

---

---

Сделайте вывод о влиянии концентрации реагирующих веществ на смещение химического равновесия.

---

---

---

---

---

---

---

---

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ

#### Опыт 1. Электропроводность растворов.

Выполнение опыта. Угольные электроды опустите в стакан емкостью 100 мл и включите их в цепь последовательно с электрической лампочкой. Об электропроводности раствора можно судить по яркости свечения лампочки: чем ярче светит лампочка, тем больше электропроводность раствора.

В стакан с электродами налейте 30–50 мл дистиллированной воды. Включите ток. Загорится ли лампочка?

Проводит ли вода электрический ток? \_\_\_\_\_

На дно стакана насыпьте сухую поваренную соль. Опустите в нее электроды. Проводит ли ток сухая соль?

Аналогичный опыт проведите с раствором NaCl.

Объясните, почему чистая вода и сухая поваренная соль не проводят ток, а раствор соли является проводником тока.

Затем погрузите электроды поочередно в растворы: NaOH, NH<sub>4</sub>OH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, раствор сахара, в сахар кристаллический. Во время опыта следите за накалом лампочки, и по степени ее накала сделайте качественный вывод о силе исследуемых кислот и оснований.

Запись данных опыта. Ответьте на все поставленные вопросы. Сделайте вывод, какие из предложенных веществ являются сильными электролитами, какие – слабыми, а какие – неэлектролитами. Напишите уравнения диссоциации электролитов в молекулярном и ионном виде.

Опыт 2. Влияние разбавления на степень электролитической диссоциации.

Выполнение опыта. В стакан с концентрированной уксусной кислотой опустите графитовые электроды. Включите ток. Хорошо ли проводит ток концентрированная уксусная кислота?

Добавляйте постепенно в раствор дистиллированную воду. Что наблюдаете?

Запись данных опыта. Объясните результаты опыта. Напишите выражение для константы диссоциации уксусной кислоты. Как зависит степень диссоциации уксусной кислоты от разбавления раствора?

Опыт 3. Смещение ионного равновесия.

Выполнение опыта. 1. Налейте в две пробирки по 2–3 мл 0,1н раствора уксусной кислоты и по 2–3 капли метилоранжа. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Содержимое пробирки перемешайте. Сравните интенсивность окраски в пробирках.

2. Налейте в две пробирки по 2–3 мл 0,1н раствора гидроксида аммония и по 2–3 капли фенолфталеина. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического хлорида аммония и хорошо перемешайте. Сравните интенсивность окраски в пробирках.

Объясните причину изменения окраски раствора.

Запись данных опыта. Напишите уравнение диссоциации уксусной кислоты.

---

---

---

А изменение концентрации каких ионов указывает изменение окраски индикатора?

---

---

---

Объясните, как смещается равновесие уксусной кислоты при добавлении к ней ацетата натрия.

---

---

---

Как меняется при этом степень диссоциации кислоты?

---

---

---

Напишите уравнение диссоциации гидроксида аммония. Объясните, как смещается равновесие в растворе гидроксида аммония при добавлении к нему хлорида аммония. Как меняется при этом степень диссоциации основания?

---

---

---

Сделайте вывод о смещении ионного равновесия при увеличении концентрации одноименных ионов (анионов или катионов).

---

---

---

Опыт 4. Получение гидроксидов и установление их характера.

Выполнение опыта. В четыре пробирки налейте по 2–3 мл раствора: в первую –  $\text{CuSO}_4$ , во вторую –  $\text{ZnSO}_4$  в третью –  $\text{MnSO}_4$ , в четвертую –  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . В каждую пробирку добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадков. Отметьте цвет осадков. Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

### Опыт 1. Реакция среды в растворах различных солей.

Выполнение опыта. В семь пробирок до 1/3 их объема налейте: в первую – дистиллированную воду, во вторую – раствор соляной кислоты, в третью – раствор гидроксида натрия, в четвертую – раствор ацетата натрия, в пятую – раствор нитрата алюминия, в шестую – раствор хлорида калия, в седьмую – раствор карбоната аммония. В каждую пробирку добавьте по 2–3 капли лакмуса. Первые три пробирки используйте в качестве контрольных.

По изменению окраски лакмуса сделать вывод о реакции среды в каждой соли.

Запись данных опыта. Полученные результаты свести в таблицу:

№ пробирки	Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды	РН раствора (рН < 7, рН = 7, рН > 7)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Какие из исследуемых солей подверглись гидролизу? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций их гидролиза.





---

---

---

---

---

Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза соли.

---

---

---

---

Опыт 4. Влияние силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза.

Выполнение опыта. В две пробирки до 1/2 их объема налейте дистиллированной воды. В одну внесите 1–2 микрошпателя кристаллов сульфата натрия, а в другую – столько же кристаллов карбоната натрия. В каждую пробирку добавьте по 2–3 капли фенолфталеина. В растворе какой соли окраска фенолфталеина более интенсивна?

---

---

Запись данных опыта. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза каждой соли (по первой ступени).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

В растворе какой соли концентрация ионов  $\text{OH}^-$  более высокая?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Степень гидролиза какой соли больше? Почему?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Сделайте вывод о влиянии силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ**

### Опыт 1. Окислительные свойства $\text{KMnO}_4$ .

**Выполнение опыта.** В три пробирки внести по 2–3 мл перманганата калия. В одну пробирку добавить 1–2 мл 2н раствора серной кислоты, во вторую – столько же 2н раствора гидроксида натрия, в третью – такое же количество воды. Во все три пробирки внести по два микрошпателя кристаллического сульфата натрия и перемешать растворы до полного растворения кристаллов. Отметить изменение окраски во всех трех случаях.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций восстановления перманганата калия в кислой, щелочной и нейтральной средах. До какой степени окисления восстанавливается перманганат калия в растворах с  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{pH} > 7$ ? (Учесть, что соединения марганца в различных степенях имеют различные окраски: ион  $\text{MnO}_4^-$  имеет фиолетовую окраску, ион  $\text{MnO}_4^{2-}$  – зеленую, ион  $\text{Mn}^{2+}$  – в слабо концентрированных растворах практически бесцветен,  $\text{MnO}_2$  и  $\text{Mn(OH)}_2$  являются трудно растворимыми веществами бурого цвета).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Сделать вывод, чем является в окислительно-восстановительных реакциях  $\text{KMnO}_4$  и почему?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Опыт 2. Влияние кислотности среды на скорость окисления.

**Выполнение опыта.** В две пробирки налейте по 2–3 мл раствора  $\text{NaI}$ . В первую пробирку прилейте 1–2 мл 2н раствора серной кислоты, а во вторую –

1–2 мл 2н раствора уксусной кислоты. В обе пробирки добавьте 2–3 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Отметьте, в какой пробирке быстрее исчезает окраска  $\text{KMnO}_4$ .

Запись данных опыта. Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций.

Сделайте вывод о влиянии силы кислоты на скорость реакции.

Опыт 3. Окислительные свойства  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Выполнение опыта. К 2–3 мл раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  прилейте 1–2 мл 2н раствора серной кислоты и прибавьте немного кристаллического сульфата натрия. Как изменилась окраска раствора?

Запись данных опыта. Напишите соответствующее окислительно-восстановительное уравнение реакции. Укажите, что является восстановителем и окислителем и почему?

Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства солей азотистой кислоты.

Выполнение опыта. 1. К 2–3 мл раствора KI, подкисленному серной кислотой, прилейте 1–2 мл раствора KNO<sub>2</sub>. Отметьте происходящие изменения.

2. К 2–3 мл раствора KMnO<sub>4</sub>, подкисленному серной кислотой, прилейте 1–2 мл раствора KNO<sub>2</sub>. Отметьте происходящие изменения.

Запись данных опыта. Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций. Укажите, что является восстановителем и окислителем. Сделайте вывод, почему нитрит калия обладает окислительно-восстановительной двойственностью?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ**

Опыт 1. Приготовление гальванического элемента.

Выполнение опыта. В один стакан, доверху наполненный 1М раствором сульфата меди, опустите медную пластинку, а во второй, наполненный 1М раствором сульфата цинка, – цинковую пластинку. Оба раствора соедините между собой с помощью электролитного мостика. С помощью проводников присоедините пластинки к вольтметру. Наблюдайте отклонение стрелки вольтметра.

Запись данных опыта. Составьте схему гальванического элемента. Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах?

Напишите молекулярное и ионное уравнения реакции, протекающей при работе гальванического элемента, вычислите его э. д. с. В каком направлении перемещаются электроны во внешней цепи?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Опыт 2. Составление концентрационного гальванического элемента.

Выполнение опыта. В два стакана с 1М и 0,01М растворами сульфата меди опустите в каждый медную пластинку, соедините оба раствора между собой электролитным мостиком. С помощью проводников подсоедините медные пластинки к гальванометру. Отклоняется ли стрелка гальванометра?

Запись данных опыта. Составьте схему концентрационного гальванического элемента. Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах? Вычислите электродный потенциал каждого электрода, рассчитайте э. д. с. концентрационного гальванического элемента. В каком направлении перемещаются электроны во внешней цепи?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Опыт 3. Значение гальванических пар при растворении металлов в кислоте.

Выполнение опыта. В пробирку с 2н серной кислотой опустите гранулу цинка. Что наблюдаете? Коснитесь медной проволокой кусочка цинка в пробирке. Как изменяется интенсивность выделения водорода, и на каком из металлов он выделяется? Что происходит при нарушении контакта между металлами?

Запись данных опыта. Опишите наблюдаемые явления и объясните их. Составьте схему образовавшегося микрогальванического элемента. Указать направление перехода электронов в паре медь-цинк.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

### Опыт 1. Электрохимическая коррозия железа.

Выполнение опыта. В пробирку налейте 5 мл дистиллированной воды, прибавьте по 1 мл раствора сульфата железа (II) и гексацианоферрата (III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Гексацианоферрат (III) калия является чувствительным реактивом на ионы  $Fe^{2+}$ , с которым дает синее окрашивание за счет образования осадка турбулевого сини  $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ . Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

В две пробирки налейте по 5 мл дистиллированной воды и добавьте по 1 мл раствора серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия. Возьмите две железные скрепки – одну с цинком, а другую – с оловом, и опустите их в приготовленные растворы. Через несколько минут наблюдайте посинение раствора с парой металлов железо-олово. Объясните появление ионов  $Fe^{2+}$  в растворе. Почему в растворе с парой железо-цинк синее окрашивание не появляется?

---

---

---

---

---

---

---

Запись данных опыта. Опишите наблюдаемые явления и ответьте на поставленные вопросы. Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии в обоих случаях. Почему оцинкованное железо более устойчиво к коррозии, чем луженое?

Опыт 2. Активирующее действие ионов хлора на коррозию алюминия.

Выполнение опыта. В две пробирки налейте по 2–3 мл 30%-ного раствора сульфата меди, добавьте по 2–3 капли раствора серной кислоты и опустите в каждую гранулу алюминия. Затем в первую пробирку прилейте 1 мл раствора хлорида натрия. Отметьте различный результат в обоих случаях: в то время как в первой пробирке алюминий быстро покрывается налетом меди, то во второй пробирке он остается практически без изменения.

Запись данных опыта. Объясните наблюдаемые явления. Составьте уравнения анодного и катодного процессов, протекающих при коррозии алюминия. Влияет ли присутствие ионов хлора на коррозию алюминия?





Опыт 2. Электролиз водного раствора медного купороса.

Выполнение опыта. Заполните электролизер 30%-ным раствором медного купороса и опустите графитовые электроды, соединенные с электросетью через трансформатор и выпрямитель. Включите ток и наблюдайте за процессом электролиза. Отметьте на катоде красный налет меди.

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди. Какой газ выделяется на аноде?

---

---

---

---

---

---

Опыт 3. Электролиз водного раствора иодида калия.

Выполнение опыта. Заполните электролизер 1М раствором иодида калия. В оба колена добавьте по 3–4 капли фенолфталеина и опустите графитовые электроды. Включите постоянный ток и наблюдайте за процессом электролиза. Отметьте изменение цвета у катода и анода.

---

---

---

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе иодида калия. Какие вещества выделяются на катоде и аноде? Объясните, почему окрасились растворы в катодном и анодном пространствах?

---

---

---

---

---

---

---

Опыт 4. Электролиз водного раствора медного купороса с растворимым анодом.

Выполнение опыта. Заполните электролизер 30%-ным раствором медного купороса, опустите графитовые электроды и пропускайте постоянный

электрический ток. Через 5 мин прекратите электролиз и отметьте на катоде красный налет меди. Отключив электролизер от источника тока, поменяйте полюса электродов, вследствие чего электрод, покрывшийся вначале медью, окажется анодом. Опять пропускайте постоянный электрический ток. Что происходит с медью на аноде?

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди с медным анодом. Какое вещество выделяется на катоде?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

### Опыт 1. Получение комплексных соединений.

Выполнение опыта. 1. Налейте в пробирку 2–3 мл раствора медного купороса и прибавьте по каплям раствор гидроксида аммония до образования голубого осадка гидроксида меди. Затем прилейте в пробирку концентрированного раствора аммиака. Наблюдайте растворение осадка и изменение окраски раствора вследствие образования комплексного иона тетраамминмеди (II).

2. В три пробирки налейте по 2–3 мл растворов сульфата цинка, сульфата хрома, нитрата алюминия. В каждую пробирку добавьте по каплям раствор гидроксида натрия. Вначале происходит выпадение осадков, но при дальнейшем добавлении щелочи осадки растворяются с образованием комплексных анионов:  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ .

Запись данных опыта. Напишите уравнения проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. К какому типу комплексных соединений относятся полученные комплексные соединения? Назовите эти соединения.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Опыт 2. Различие между простыми и комплексными ионами трехвалентного железа.

Выполнение опыта. 1. В три пробирки налейте по 2–3 мл раствора  $\text{FeCl}_3$ . В одну пробирку добавьте раствор сульфида натрия, в другую – гидроксида натрия, в третью – роданида калия. Наблюдайте выпадение черного осадка  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  в первой пробирке, во второй – бурого осадка  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , в третьей – темно-красного раствора  $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ .

2. Прделайте аналогичные опыты, взяв вместо  $\text{FeCl}_3$  раствор  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Убедитесь в том, что ион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  не дает реакций, характерных для иона  $\text{Fe}^{3+}$ .

3. Налейте в одну пробирку 2–3 мл раствора  $\text{FeCl}_3$ , а в другую –  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , и добавьте в каждую пробирку одинаковое количество раствора  $\text{FeSO}_4$ . Наблюдайте отсутствие изменений в первой пробирке и образование осадка турнбулевой сини  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  во второй.

Запись данных опыта. Напишите уравнения всех проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. Почему комплексные ионы трехвалентного железа не дают качественных реакций на  $\text{Fe}^{3+}$ ?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Опыт 3. Комплексные соединения никеля.

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2–3 мл раствора сульфата никеля и прибавьте такой же объем гидроксида натрия. К полученному осадку гидроксида никеля (II) добавьте 2–3 мл концентрированного раствора аммиака. Наблюдайте растворение осадка. Как изменяется окраска раствора?

Запись данных опыта. Напишите уравнения проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. Напишите уравнение диссоциации образовавшегося комплексного основания (координационное число никеля принять равным шести), выражение для константы нестойкости комплексного иона.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. МЕТАЛЛЫ 1–3 ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

### Опыт 1. Открытие ионов щелочных металлов по окрашиванию пламени.

Выполнение опыта. Подержите некоторое время нихромовую проволоку в концентрированной соляной кислоте и прокалите в пламени горелки до обесцвечивания пламени. Окуните проволоку в склянку с насыщенным раствором соли лития и опять внесите в пламя горелки. Отметьте цвет пламени. Опыт повторите с насыщенными растворами солей натрия и калия. Перед каждым опытом проволоку следует очищать, погружая ее в концентрированную соляную кислоту и прокаливая в пламени горелки.

Запись данных опыта. Запишите, в какой цвет окрашивают пламя ионы лития, калия, натрия.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Опыт 2. Получение и свойства гидроксида меди (II).

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 2–3 мл 30%-ного раствора медного купороса и добавьте такой же объем раствора гидроксида натрия. Что наблюдаете? Осторожно нагрейте содержимое пробирки. Как изменяется цвет осадка?

Запись данных опыта. Напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод о термической устойчивости гидроксида меди (II).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Опыт 3. Окрашивание пламени солями щелочноземельных металлов.

Выполнение опыта. Погрузите нихромовую проволоку в концентрированную соляную кислоту, затем прокалите ее в пламени спиртовки, окуните проволоку в насыщенный раствор соли кальция и внесите ее пламя горелки. Отметьте цвет пламени. Опыт повторите с насыщенными растворами солей бария и стронция. Перед каждым опытом проволоку следует очищать, погружая ее в концентрированную соляную кислоту и прокаливая в пламени горелки.

Запись данных опыта. Запишите, в какой цвет окрашивают пламя ионы кальция, стронция и бария.

---

---

---

---

---

Опыт 4. Соли щелочноземельных металлов.

Выполнение опыта. В три пробирки налейте по 2–3 мл раствора хлорида кальция. Затем в первую пробирку добавьте раствор карбоната натрия, во вторую – раствор фосфата калия, в третью – раствор сульфата натрия. Отметьте изменения в пробирках. Аналогично проведите опыты с растворами солей стронция и бария.

Запись данных опыта. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод о растворимости карбонатов, фосфатов, сульфатов кальция, стронция и бария.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Опыт 5. Взаимодействие алюминия с кислотами.

Выполнение опыта. В три пробирки налейте растворы 2н кислот: в одну – соляной, в другую – серной, в третью – азотной. Опустите в каждую пробирку гранулу алюминия. Во всех ли случаях протекают реакции? Как протекают реакции без нагревания? Нагрейте пробирки на водяной бане. Что наблюдаете? \_\_\_\_\_

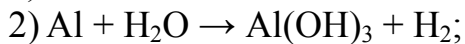
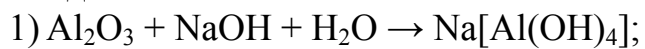
Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите молекулярные и электронные уравнения реакций. Какой газ выделяется при взаимодействии алюминия с разбавленной азотной кислотой? С разбавленными серной и соляной?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Опыт 6. Взаимодействие алюминия со щелочами.

Выполнение опыта. Внесите в пробирку гранулу алюминия и добавьте 2–3 мл дистиллированной воды. Нагрейте пробирку на водяной бане. Наблюдается ли выделение водорода? Добавьте в пробирку 2–3 мл 2н раствора гидроксида натрия. Отметьте интенсивное выделение газа.

Запись данных опыта. Запишите результаты опыта. Отсутствие реакции алюминия с водой объясняется наличием на его поверхности плотной оксидной пленки, которая легко растворяется в щелочи с образованием гидроксиалюмината, после чего алюминий непосредственно вступает в реакцию с водой:



Подберите коэффициенты к данным реакциям.

Витебский государственный технологический университет



Учебное издание

**ХИМИЯ (РАЗДЕЛ «НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»)**

Рабочая тетрадь

Составители:

Сергеев Вячеслав Юрьевич  
Ясинская Наталья Николаевна

Редактор *Т.А. Осипова*  
Корректор *Т.А. Осипова*  
Компьютерная верстка *В.Ю. Сергеев*

---

Подписано к печати 08.07.2020. Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. листов 2,0.  
Уч.-изд. листов 2,6. Тираж 40 экз. Заказ № 190.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.