

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

# ХИМИЯ

В двух частях

ЧАСТЬ 1

**ОБЩАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая тетрадь для студентов специальности  
1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»



Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Вариант \_\_\_\_\_

Витебск  
2022

УДК 54

Составители:

Н. Н. Ясинская, Е. П. Попко

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 02.03.2022.

**Химия:** рабочая тетрадь. В двух частях. Часть 1. Общая и аналитическая химия / сост. Н. Н. Ясинская, Е. П. Попко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2022. – 78 с.

Рабочая тетрадь содержит подробные указания по правилам работы с химической посудой, реактивами и приборами, перечень требований по технике безопасности, правила оформления лабораторных работ для студентов специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров».

Рабочая тетрадь составлена на основе учебной программы по курсу «Химия».

УДК 54

© УО «ВГТУ», 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 .....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 .....	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 .....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 .....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 .....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 .....	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 .....	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 .....	35
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 .....	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 .....	43
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 .....	46
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12 .....	50
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13 .....	54
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14 .....	61
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15 .....	69
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16 .....	71
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17 .....	74

## ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В лабораторных работах используются едкие, агрессивные и ядовитые вещества. Поэтому работа в химической лаборатории безопасна лишь при строгом соблюдении общих правил и требований техники безопасности.

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие общие правила:

1. Содержать рабочее место в чистоте и порядке.  
2. Приступать к выполнению опыта лишь тогда, когда уяснены его цель и задачи.

3. Опыты должны выполняться аккуратно, без торопливости, с соблюдением всех требований, содержащихся в лабораторном практикуме. Все опыты выполнять стоя.

4. В лаборатории необходимо соблюдать тишину, запрещается есть, пить и заниматься посторонними делами.

5. После использования реактива его необходимо сразу ставить на полку, чтобы не создавать беспорядка на рабочем месте.

6. Во избежание загрязнения взятое из склянки излишнее количество реактива (особенно жидкости) обратно не возвращать, не путать пробки со склянок. После пользования реактивом немедленно закрыть склянку пробкой.

7. Правильно пользуйтесь нагревательными приборами и строго соблюдайте правила безопасности при нагревании:

а) нельзя нагревать вещества в толстостенной посуде;

б) отверстие пробирки при нагревании направлять в сторону от себя и своих товарищей, не наклоняться над нагреваемой посудой;

в) в пробирке нагревать только небольшие количества вещества, жидкость должна занимать не более  $1/3$  объема пробирки;

г) пробирку с веществом сначала слегка прогреть всю, затем нагревать в нужном месте, не вынимая из пламени горелки. Нагревать пробирку необходимо ниже уровня жидкости. Между держателем и пробиркой должен быть небольшой зазор;

д) после нагревания немедленно погасить пламя.

8. Определять запах вещества следует, не вдыхая пары полной грудью, а направляя их к себе лёгким движением руки.

9. После окончания работы обязательно вымыть руки. После выполнения опытов содержимое пробирок вылить в раковину и промыть большим количеством воды.

10. Необходимо соблюдать экономию при расходовании реактивов, электроэнергии, дистиллированной воды, бережно относиться к химической посуде, лабораторному оборудованию, учебно-методическим материалам.

11. Работы с кислотами и щелочами проводить так, чтобы реактивы не попадали на одежду, лицо, руки. Наливая раствор в пробирку, её надо держать на некотором расстоянии от себя.

12. При обращении с неизвестными веществами необходимо проявлять повышенную осторожность. Ни при каких обстоятельствах нельзя пробовать вещество на вкус!

13. Необходимо немедленно убрать все пролитое, разбитое и просыпанное на столах или на полу в лаборатории. Если кислота прольется на стол или на пол, её следует нейтрализовать щелочью или содой.

14. Набор едких жидкостей в пипетки производить только при помощи резиновой груши.

15. Нельзя употреблять для опытов вещества из капельниц, колб, склянок и упаковок без этикеток и с неразборчивыми надписями.

16. При приготовлении растворов серной кислоты нужно лить её в воду, а не наоборот, так как вследствие сильного местного разогревания возможно разбрызгивание концентрированной кислоты. При этом надо пользоваться тонкостенной склянкой или фарфоровой посудой.

17. Никаких веществ из лаборатории нельзя брать домой.

18. Металлическая ртуть и ее пары – сильный яд. Поэтому при поломке термометров необходимо сразу сообщить преподавателю.

19. При порезах стеклом рану нужно продезинфицировать раствором перманганата калия или спиртом, обработать йодом и перевязать бинтом.

20. При ожоге кожи кислотой делать примочки (повязки) раствором пищевой соды (1 чайная ложка соды на стакан воды).

21. При ожоге кожи щелочью делать примочки (повязки) раствором борной кислоты (1 чайная ложка кислоты на стакан воды).

22. После оказания первой помощи пострадавшего направить к врачу.

23. В целях противопожарной безопасности химическая лаборатория снабжена огнетушителями, ящиками с песком, асбестовыми одеялами. Необходимо знать, где находятся противопожарные средства и порядок срочной эвакуации из лаборатории при пожаре.

24. Обо всех случаях отклонения от нормального хода лабораторного занятия немедленно сообщить преподавателю.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## «Определение эквивалентной массы металла»

**Цель работы:**

---

---

---

### *Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

---

---

---

---

---

**Задание 2.**

---

---

---

---

---

**Задание 3.**

---

---

---

---

---

**Выполнение работы.** Прибор для определения эквивалента металла (рис. 1) состоит из штатива (6), на котором с помощью держателя (7) закреплена бюретка (1), соединенная резиновым шлангом (4) с воронкой большого диаметра. Прибор заполнен водой. К бюретке присоединена пробирка (2).

Перед выполнением опыта убедитесь в герметичности прибора: плотно присоедините пустую пробирку к пробке (6), соединенной с бюреткой, воронку поднимите на 10-15 см и наблюдайте в течение 1-2 минут за положением уров-

ня воды в бюретке. Если уровень воды остается неизменным, следовательно, прибор герметичен, и можно приступать к выполнению работы.

В пробирку, держа ее наклонно, налейте 5-6 см<sup>3</sup> 10 %-й 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 ~45°, опустите навеску на внутреннюю сухую стенку пробирки.

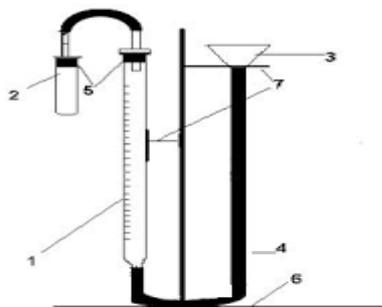


Рисунок 1 – Прибор для определения эквивалентной массы металла

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). Опустите 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  $V(\text{см}^3)$ . 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,  $V_1$ , см<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Уровень воды в бюретке после растворения металла,  $V_2$ , см<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Объем выделившегося водорода,  $V = V_2 - V_1$ , см<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Температура,  $t$ , °C \_\_\_\_\_

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

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

Давление насыщенного пара при данной температуре,  $P_{H_2O}$ , мм.рт.ст.

(см. табл. 1) \_\_\_\_\_

Парциальное давление водорода,  $P_{H_2} = P - P_{H_2O}$ , мм.рт.ст

Таблица 1 – Давление насыщенного пара при различных температурах

Температура, °С	Давление пара, мм.рт.ст.	Температура, °С	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:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{H_2} V}{T} \quad \text{отсюда,} \quad V_0 = \frac{P_{H_2} V T_0}{T P_0}$$

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

Исходя из закона эквивалентов, определите эквивалентную массу металла:

$$\frac{m}{m_{\text{Э}}} = \frac{V}{V_{\text{Э}}} \quad \text{отсюда,} \quad m_{\text{Э}} = \frac{m V_{\text{Э}}}{V}$$

где  $V_{\text{Э}} = 11200 \text{ см}^3$  – эквивалентный объем водорода.

После вычисления эквивалентной массы металла определите относительную ошибку опыта:

$$\Delta_{\text{отн.}} = \frac{|m_{\text{Этеор.}} - m_{\text{Ээксп.}}|}{m_{\text{Этеор.}}} \times 100\%$$

---

---

Вывод: \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**  
**«Скорость химических реакций»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

*Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

**Задание 2.**

---

---

---

**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 см<sup>3</sup> 0,15М Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 2 см<sup>3</sup> 0,5н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 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.

№ пробы	Объем раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , см <sup>3</sup>	Объем H <sub>2</sub> O, см <sup>3</sup>	Объем раствора H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , см <sup>3</sup>	Условная концентрация раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Время течения реакции, с	Скорость реакции 1/t, у. е.
1	1	2	1	C		
2	2	1	1	2C		
3	3	-	1	3C		

После добавления поочередно в каждую из трех пробирок по 1 см<sup>3</sup> серной кислоты, отметить по секундомеру время от момента добавления кислоты до помутнения раствора.

**Запись данных опыта.** Данные опыта занесите в таблицу. Рассчитайте скорость реакции.

Сформулируйте закон действующих масс \_\_\_\_\_

---

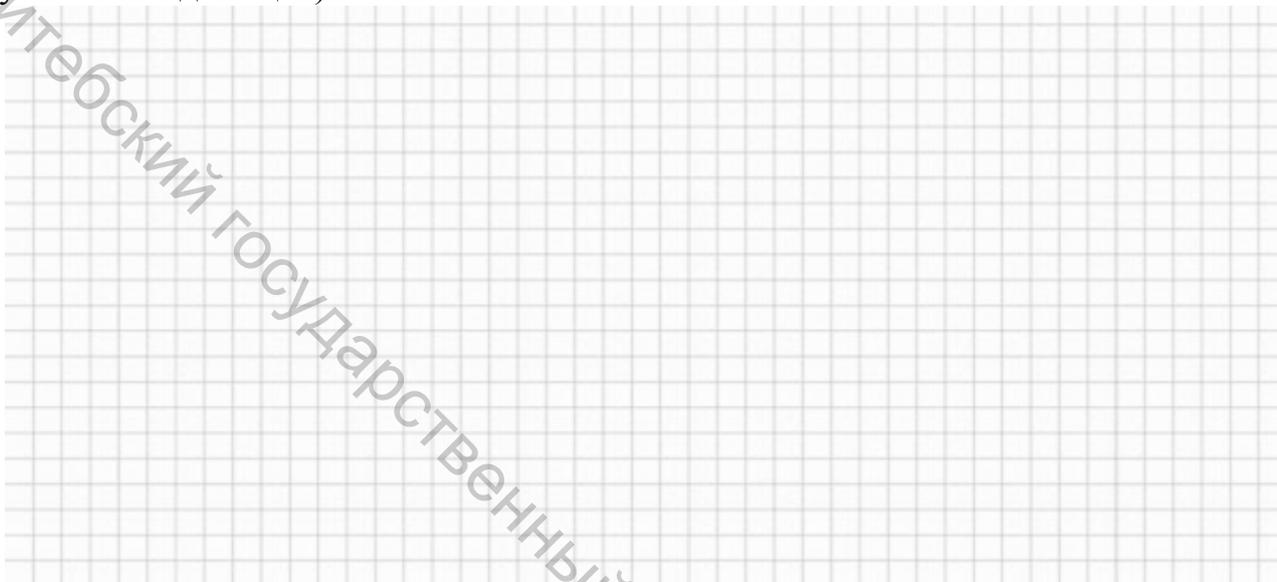
---

---

Запишите выражение закона действующих масс для исследуемой реакции

---

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).



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  $2 \text{ см}^3$  раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а во вторые три – по  $2 \text{ см}^3$  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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , $\text{cm}^3$	Объем раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{cm}^3$	Температура опыта, $^{\circ}\text{C}$	Время течения реакции, с	Скорость реакции $1/t$ , у. е.
1	2	2			
2	2	2			
3	2	2			

Рассчитайте значение температурного коэффициента для изученной реакции.

---

---

---

Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства реакций? \_\_\_\_\_

Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от температуры.

---

---

---

**Опыт 3. Влияние природы реагирующих веществ на скорость реакции.**

Изучение влияния природы кислоты

В одну пробирку налейте 2-3 мл 2н соляной кислоты, а в другую – столько же 2н уксусной кислоты. Одновременно поместите в них по грануле цинка. В обеих пробирках протекает реакция замещения с выделением водорода.

**Запись данных опыта.**

Что вы наблюдаете? \_\_\_\_\_

Напишите уравнения протекающих реакций.

---

---

---

В какой пробирке водород выделяется с меньшей скоростью?

---

---

---

---

Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от природы кислоты

**Опыт 4. Влияние катализатора на скорость реакции.**

**Выполнение опыта.** Налейте в пробирку 3 мл 3%-го раствора перекиси водорода. Пероксид водорода – очень непрочное вещество и легко разлагается на воду и кислород:  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ .

При обычных условиях реакция разложения пероксида водорода протекает медленно, признаков реакции (т.е. выделения пузырьков газа) не наблюдается. Добавьте в пробирку с перекисью водорода  $\frac{1}{2}$  микрошпателя черного порошка оксида марганца (IV).

**Запись данных опыта.**

Что вы наблюдаете при добавлении оксида марганца?

---

---

Чем является оксид марганца в данной реакции? \_\_\_\_\_

Что с ним происходит? \_\_\_\_\_

Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от катализатора.

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**  
**«Химическое равновесие и условия его смещения»**

**Цель работы:**

*Задания предлабораторного контроля*

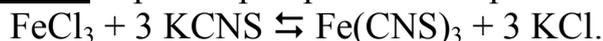
**Задание 1.**

**Задание 2.**

**Опыт 1. Влияние концентрации веществ на состояние равновесия.**

**Выполнение опыта.** В небольшой колбе смешайте по 10 см<sup>3</sup> 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 сторону прямой или обратной реакции.

Запишите свои наблюдения в форме таблицы.

Номер пробирки	Добавленное вещество	Изменение интенсивности окраски (ослабление, усиление)	Направление смещения равновесия (→, ←, ↔)
1			
2			
3			

Напишите выражение константы равновесия данной реакции через константы скорости прямой и обратной реакции и через равновесные концентрации продуктов и исходных веществ.

---

---

---

Зависит ли численное значение константы равновесия от концентрации реагирующих веществ? \_\_\_\_\_

В каком направлении смещается равновесие при добавлении исходных веществ и продуктов реакции? Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

---

---

---

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

---

---

**Опыт 2. Влияние температуры на состояние равновесия.**

**Выполнение опыта.** При взаимодействии йода с крахмалом образуется вещество сложного состава – йодокрахмал, имеющее синее окрашивание. Реакцию можно представить схемой:



В пробирку налейте 4-5 мл раствора крахмала и добавьте несколько капель 0,1н раствора  $I_2$  до появления синего окрашивания. Разделите содержимое пробирки на две. Нагрейте одну пробирку с раствором, поместив её в стакан с горячей водой. Затем охладите её до комнатной температуры (под проточной водой), наблюдая в обоих случаях за изменением окраски растворов и сравнения её с контрольной.

**Запись данных опыта.** Запишите свои наблюдения.

---

---

---

Сделайте вывод о влиянии температуры на состояние химического равновесия.

---

---

Как изменится численное значение константы равновесия данной реакции при повышении температуры?

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**  
**«Приготовление растворов заданной концентрации»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

***Задания предлабораторного контроля***

**Задание 1.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Опыт 1. Приготовление раствора из навески твердого вещества, не содержащего кристаллизационной воды.**

**Выполнение опыта.** Приготовить раствор в соответствии с номером варианта по данным, указанным в таблице 2.

1. Рассчитаем массу раствора.

Плотность указанного раствора находим по таблице 3.

\_\_\_\_\_

2. Рассчитаем массу растворённого вещества из уравнения:

$$m(\text{вещества}) = \frac{m(\text{раствора}) \cdot w}{100}$$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Рассчитаем массу и объём воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{в-ва})$$

---

$$V(\text{воды}) = \frac{m(\text{воды})}{\rho(\text{воды})}$$

---

**Приготовление раствора:**

1. Взвесить рассчитанную навеску соли в химическом стакане на технических весах.
2. Отмерить мерным цилиндром рассчитанный объём дистиллированной воды.
3. Воду перелить в стакан с солью и размешать стеклянной палочкой до полного растворения соли.

**Опыт 2. Приготовление раствора из кристаллогидрата.**

**Выполнение опыта.** Приготовить раствор в соответствии с номером варианта по данным, указанным в таблице 2.

1. Рассчитаем массу раствора.

Плотность заданного раствора находим по таблице 3.

$$m(p-ra) = V(p-ra) \cdot \rho = \underline{\hspace{10em}}$$

2. Из уравнения рассчитаем массу безводной соли, содержащейся в заданном растворе:

$$m(\text{безводной соли}) = \frac{m(p-ra) \cdot w}{100}$$

---

---

3. Рассчитаем массу кристаллогидрата, в которой содержится количество безводной соли:
- 
- 

4. Рассчитаем массу и объём воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(p-ra) - m(\text{кристаллогидрата}) = \underline{\hspace{10em}}$$

---

Приготовление раствора: см. опыт №1.

**Опыт 3. Приготовление раствора серной кислоты из более концентрированного раствора.**

**Выполнение опыта.** Из имеющегося 20%-го раствора серной кислоты приготовить раствор в соответствии с номером варианта по данным, указанным в таблице 2.

1. Рассчитаем массу раствора  $H_2SO_4$ , который необходимо приготовить.

Плотность заданного раствора находим по таблице 4.

$$m(p-pa) = V(p-pa) \cdot \rho = \underline{\hspace{10cm}}$$

2. Рассчитаем массу безводной серной кислоты в этом растворе

$$m(\text{безводной } H_2SO_4) = \frac{m(p-pa) \cdot w}{100}$$

3. Определим массу концентрированного 20%-го раствора  $H_2SO_4$ , в которой содержится количество безводной  $H_2SO_4$  (масса безводной серной кислоты в концентрированном и разбавленном растворах равны):

$$m(20\% p-pa) = \frac{m(e-ea) \cdot 100\%}{w}$$

4. Объем концентрированного 20 %-го раствора  $H_2SO_4$  равен:

5. Рассчитаем массу и объем воды:

**Приготовление раствора:** Налить в мерный цилиндр рассчитанный объем воды, добавить рассчитанный объем 20%-го раствора  $H_2SO_4$  и перемешать. **Кислоту вливаем в воду!!!**

Таблица 2 – Задания для опытов

№ варианта	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
1	2	3	4
1	100 мл 3% NaCl	75 мл 2% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	80 мл 6% раствора
2	85 мл 6% NH <sub>4</sub> Cl	90 мл 4% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	85 мл 9% раствора
3	90 мл 3% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	80 мл 4% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	90 мл 10% раствора
4	95 мл 6% KBr	100 мл 6% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	95 мл 9% раствора
5	90 мл 8% NaCl	90 мл 2% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	75 мл 2% раствора
6	80 мл 2% NH <sub>4</sub> Cl	80 мл 4% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	60 мл 3% раствора
7	95 мл 5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100 мл 4% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	85 мл 4% раствора
8	90 мл 4% KBr	85 мл 2% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	70 мл 12% раствора
9	80 мл 8% NaCl	95 мл 3% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	35 мл 9% раствора
10	85 мл 4% NH <sub>4</sub> Cl	100 мл 3% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	80 мл 1% раствора
11	90 мл 8% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	85 мл 5% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	100 мл 4% раствора
12	95 мл 6% KBr	95 мл 6% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	70 мл 5% раствора
13	100 мл 9% NaCl	85 мл 4% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	80 мл 7% раствора
14	75 мл 4% NH <sub>4</sub> Cl	95 мл 7% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	80 мл 8% раствора
15	85 мл 4% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	75 мл 2% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	60 мл 10% раствора
16	100 мл 8% KBr	100 мл 4% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	90 мл 6% раствора
17	70 мл 5% NaCl	100 мл 6% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	100 мл 2% раствора
18	100 мл 3% NaCl	100 мл 4% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	80 мл 6% раствора
19	100 мл 3% NaCl	75 мл 2% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	95 мл 9% раствора
20	85 мл 6% NH <sub>4</sub> Cl	85 мл 4% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	75 мл 2% раствора
21	90 мл 3% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	95 мл 3% раствора CuSO <sub>4</sub> из CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	60 мл 3% раствора
22	95 мл 6% KBr	80 мл 4% раствора BaCl <sub>2</sub> из BaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	85 мл 4% раствора

Таблица 3 – Плотности водных растворах некоторых неорганических соединений при 20 °С

Массовая доля, %	NaCl	NH <sub>4</sub> Cl	KBr	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BaCl <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub>
1	2	3	4	5	6	7
1	1,005	1,001	1,005	1,007	1,007	1,009
2	1,013	1,005	1,013	1,016	1,016	1,019
3	1,020	1,008	1,020	1,025	1,025	1,030
4	1,027	1,011	1,028	1,034	1,034	1,040
5	1,034	1,014	1,035	1,043	1,043	1,051
6	1,041	1,017	1,043	1,053	1,053	1,062
7	1,049	1,020	1,050	1,062	1,062	1,073
8	1,056	1,023	1,058	1,071	1,072	1,084
9	1,063	1,026	1,066	1,080	1,082	1,096
10	1,071	1,029	1,074	1,091	1,092	1,107

Таблица 4 – Плотности водных растворов серной кислоты при 20 °С

Массовая доля, %	Плотность раствора, г/см <sup>3</sup>
16	1,109
18	1,124
20	1,139
22	1,155
24	1,170
26	1,186
28	1,202

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**  
**«Электролитическая диссоциация»**

**Цель работы:**

---



---



---



---



---

---

---

---

**Опыт 1. Электропроводность растворов.**

**Выполнение опыта.** Угольные электроды опустите в стакан емкостью  $100\text{ см}^3$  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  $30\text{-}50\text{ см}^3$  дистиллированной воды. Включите ток. Загорится ли лампочка?

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,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 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.

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

Проводит ли ток сухая соль? Почему? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Сделайте вывод, какие из предложенных веществ являются сильными электролитами, какие – слабыми, а какие – неэлектролитами.

---

---

---

---

Напишите уравнения диссоциации электролитов.

---

---

---

---

---

---

**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.** Что наблюдаете при добавлении в концентрированную уксусную кислоту воды?

---

---

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 1-2 см<sup>3</sup> 0,1н раствора уксусной кислоты и по 1-2 капли метилоранжа. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического ацетата натрия CH<sub>3</sub>COONa. Содержимое пробирки перемешайте. Сравните цвет и интенсивность окраски в пробирках.

2. Налейте в две пробирки по 1-2 см<sup>3</sup> 0,1н раствора гидроксида аммония и по 1-2 капли фенолфталеина. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического хлорида аммония и хорошо перемешайте. Сравните цвет и интенсивность окраски в пробирках. Объясните причину изменения окраски раствора.

**Запись данных опыта.**

Напишите уравнение диссоциации уксусной кислоты.

---

На 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 металлов и установление их характера.**

**Выполнение опыта.** В четыре пробирки налейте по 2 см<sup>3</sup>: в первую – CuSO<sub>4</sub>, во вторую – ZnSO<sub>4</sub> в третью – MnSO<sub>4</sub>, в четвертую – Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. В каждую пробирку добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадков. Отметьте цвет осадков. Каждый из полученных осадков разделите на две части. На одну часть подействуйте соляной кислотой, а на другую – раствором щелочи.

**Запись данных опыта.** Полученные данные занести в таблицу.

Формула взятой соли	Формула полученного гидроксида	Растворимость гидроксида		Заключение о характере гидроксида
		в кислоте	в щелочи	
CuSO <sub>4</sub>				
ZnSO <sub>4</sub>				
MnSO <sub>4</sub>				
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>				

Напишите уравнения реакций получения гидроксидов в молекулярной и ионно-молекулярной форме.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_









**Опыт 2. Совместный гидролиз двух солей.**

**Выполнение опыта.** В пробирку налейте 2-3 см<sup>3</sup> раствора нитрата алюминия. Добавьте такое же количество раствора карбоната натрия. Что наблюдается?

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции совместного гидролиза двух солей, приведшее к образованию гидроксида алюминия, в ионной и молекулярной форме.

---

---

---

---

Почему не образовалось карбоната алюминия?

**Опыт 3. Факторы, влияющие на степень гидролиза.**

*А. Влияние температуры на степень гидролиза соли.*

**Выполнение опыта.** Налейте в пробирку ½ ее объема дистиллированной воды и внесите 1-2 микрошпателя ацетата натрия. Туда же добавьте 2-3 капли фенолфталеина и нагрейте раствор до кипения. Наблюдайте, как меняется окраска фенолфталеина в растворе.

**Запись данных опыта.**

На основании изменения окраски фенолфталеина сделайте вывод, как изменилась концентрация ионов OH<sup>-</sup> в растворе?

---

---

В каком направлении смещается равновесие гидролиза?

---

---

Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза соли.

*Б. Влияние силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза.*

**Выполнение опыта.** В две пробирки до ½ их объема налейте дистиллированной воды. В одну внесите 1-2 микрошпателя кристаллов сульфита натрия, а в другую – столько же кристаллов карбоната натрия.

В каждую пробирку добавьте по 2-3 капли фенолфталеина. Отметьте, 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.

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7**  
**«Окислительно-восстановительные реакции»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

До какой степени окисления восстанавливается  $\text{KMnO}_4$  в растворах с  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{pH} > 7$ ? (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  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  являются трудно растворимыми веществами бурого цвета).

---

---

---

---

Сделайте вывод, чем является  $\text{KMnO}_4$  в ОВР и почему?

---

---

---

**Опыт 2. Восстановительные свойства иодида калия.**

**Выполнение опыта.** В пробирку налейте  $2 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KI}$ , прилейте  $1-2 \text{ см}^3$   $2 \text{ н}$  раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и добавьте  $1-2 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$ . Отметьте исчезновение окраски раствора  $\text{KMnO}_4$ .

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции.

---

---

---

---

Сделайте вывод, чем является KI в ОВР и почему?

---

---

**Опыт 3. Окислительные свойства  $K_2Cr_2O_7$ .**

**Выполнение опыта.** К 2 см<sup>3</sup> раствора  $K_2Cr_2O_7$  прилейте 1-2 см<sup>3</sup> 2н раствора  $H_2SO_4$  и прибавьте немного кристаллического сульфита натрия ( $Na_2SO_3$ ). Как изменилась окраска раствора?

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

---

---

---

---

---

**Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства солей азотистой кислоты.**

**Выполнение опыта.** 1. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора KI прилейте 1-2 см<sup>3</sup> 2н раствора  $H_2SO_4$ , добавьте несколько капель раствора  $KNO_2$ . Отметьте изменения.

2. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора  $KMnO_4$  прилейте 1-2 см<sup>3</sup> 2н раствора серной кислоты и 1-2 см<sup>3</sup> раствора  $KNO_2$ . Отметьте происходящие изменения.

**Запись данных опыта.** Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций. Укажите, что является восстановителем и окислителем.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Сделайте вывод, почему  $\text{KNO}_2$  обладает окислительно-восстановительной двойственностью?

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8**  
**«Гальванический элемент»**

**Цель работы:**

---

---

---

*Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 1. Приготовление гальванического элемента.**

**Выполнение опыта.** В один стакан, доверху заполненный 1М раствором сульфата меди, опустите медную пластинку, а во второй, заполненный 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.** Рассчитайте значения электродного потенциала по преобразованному уравнению Нернста для каждого из электродов, определите анод и катод.

---

---

---

---

---

Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах, напишите схемы? Напишите ионное и молекулярное уравнения реакции, протекающей при работе гальванического элемента.

---

---

---

---

---

---

Составьте схему 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.** Вычислите электродный потенциал каждого электрода, определите анод и катод.

---

---

---

---

---

---

---

Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах, запишите их?

---

---

---

---

---

Составьте схему гальванического элемента, вычислите его э.д.с. 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 ме-

таллов он выделяется? Что происходит при нарушении контакта между металлами?

**Запись данных опыта.** Опишите наблюдаемые явления и объясните их.

---

---

---

Составьте схему образовавшегося микрогальванического элемента и напишите процессы, протекающие при его работе. Укажите направление перехода электронов в паре медь-цинк.

---

---

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9**  
**«Коррозия металлов»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

---

---

***Задания предлабораторного контроля***

**Задание 1.**

---

---



Электрохимическая коррозия в нейтральной среде – атмосферная коррозия

$\text{Fe}|\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}|\text{Zn}$  и  $\text{Fe}|\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}|\text{Sn}$  (разберите теоретически)

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение качественной реакции на ионы  $\text{Fe}^{2+}$ : в молекулярном и ионном виде.

---

---

---

Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии в обоих случаях в кислой среде.

---

---

---

---

---

---

---

Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии в обоих случаях в нейтральной среде.

---

---

---

---

---

---

---

Почему оцинкованное железо более устойчиво к коррозии, чем луженое?

---

---

**Опыт 2. Влияние ингибитора и стимулятора на скорость разрушения алюминия.**

*Ингибиторы* – это вещества, которые при введении их в незначительном количестве в коррозионную среду заметно снижают скорость электрохимической коррозии металла или сплава. По механизму заменяющего действия ингибиторы подразделяются на анодные и катодные. Используемый в опыте ингибитор уротропин относится к катодным. Ингибиторы такого вида, адсорбируясь на катодных участках поверхности корродирующего металла, повышают перенапряжение выделения водорода.

**Выполнение опыта.**

Налейте в три пробирки до 1/2 их объема 0,5н раствора сульфата меди (II)  $\text{CuSO}_4$ . Слегка подкислите растворы, добавив одинаковое количество (5–10 капель) 0,2н раствора серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Первую пробирку оставьте контрольной, во вторую микрошпателем добавьте немного кристаллов хлорида натрия  $\text{NaCl}$ , а в третью – кристаллы уротропина и слегка взболтайте растворы.

Одновременно в три пробирки поместите кусочки алюминиевой проволоки, предварительно зачистив их наждачной бумагой.

Что вы наблюдаете? Сделайте выводы об интенсивности разрушения алюминия по величине слоя меди, выделившейся на алюминиевой проволоке, и количеству выделяющихся пузырьков газа.

**Запись данных опыта.**

Отметьте, в какой из пробирок ускоряется течение реакции и в какой замедляется по сравнению с контрольной.

---

Какое из веществ является активатором, а какое – ингибитором коррозии?

---

---

Напишите уравнения реакций, отражающих работу образовавшегося алюминиево-медного коррозионного гальванического элемента в кислой среде.

---

---

---

Запишите уравнение возможного процесса взаимодействия алюминия с разбавленной серной кислотой, расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

---

---

---

---

---

**Опыт 3. Определение коррозионной стойкости стали и защитных покрытий на ней.**

**Выполнение опыта.**

Для испытания применяется капельный метод Г. В. Акимова. Данный метод позволяет быстро, на качественном уровне оценить коррозионную стойкость стали различных марок, а также эффективность разных защитных покрытий.

Каплю раствора, содержащего 40 см<sup>3</sup> 0,4М раствора сульфата меди (II), 20 см<sup>3</sup> 10%-го раствора NaCl и 0,8 см<sup>3</sup> 0,1М раствора соляной кислоты, нанесите на поверхность стали, оцинкованного и луженого железа.

Отметьте время до изменения цвета капли от сине-голубого до красного (или черного). Продолжительность времени в минутах, между моментом нанесения капли и изменением ее цвета, служит характеристикой коррозионной стойкости металла и покрытия. Время (5 минут) является показателем хорошей коррозионной устойчивости.

Опыт повторите 2-3 раза.

**Запись данных опыта.**

Результаты опыта занесите в таблицу:

Исследуемая поверхность	Время, мин			Среднее значение, мин
	1	2	3	

Сделайте вывод о коррозионной устойчивости металла и его покрытий.

---

---

Какое покрытие более устойчиво к коррозии?

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 «Электролиз растворов»

Цель работы:

---

---

### *Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 1. Электролиз водного раствора сульфата натрия.**

**Выполнение опыта.** Заполните электролизер 1М раствором сульфата натрия. В оба колена добавьте по 3-4 капли метилоранжа и опустите графитовые электроды, соединенные с электросетью через трансформатор и выпрямитель. Включите ток и наблюдайте за процессом электролиза. Как изменяется окраска метилоранжа в обоих коленах электролизера?

**Запись результатов опыта.** Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата натрия.

---

---

---

---

---

---

---

---

Какие вещества выделяются на катоде и аноде?

---

---

Объясните изменение окраски в прикатодном и прианодном пространствах.

**Опыт 2. Электролиз водного раствора медного купороса.**

**Выполнение опыта.** Заполните электролизер 30%-м 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  $CuSO_4$  с растворимым анодом.**

**Выполнение опыта.** Заполните электролизер 30%-м раствором медного купороса и опустите графитовые электроды, 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?

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

## «Комплексные соединения»

**Цель работы:**

*Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

**Задание 2.**

**Опыт 1. Получение комплексных соединений.**

**Выполнение опыта.** 1. Налейте в пробирку 1-2 см<sup>3</sup> раствора медного купороса и прибавьте по каплям раствор гидроксида натрия 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).







**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12**  
**«Металлы I-III групп периодической системы и их соединения»**

**Цель работы:**

*Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

**Задание 2.**

**Задание 3.**





Витебский государственный университет

**Опыт 3. 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?

---

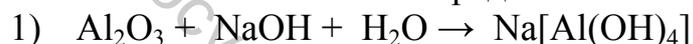
---

---

**Опыт 4. 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.

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13**  
**«Железо, хром, марганец и их соединения»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

---

---

---

**Задания предлабораторного контроля**

**Задание 1.**

---

---

---

Витебский государственный технологический университет

**Задание 2.**

**Задание 3.**

**Задание 4.**

**Задание 5.**

**Опыт 1. Действие кислот на железо.**

**Выполнение опыта.** Налейте в одну пробирку 1-2 см<sup>3</sup> разбавленной соляной кислоты, в другую – 1-2 см<sup>3</sup> разбавленной серной кислоты, в третью – 1-2 см<sup>3</sup> концентрированной соляной, в четвертую – 1-2 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты. В каждую пробирку опустите по кусочку железа. Какой газ выделяется в первых трех пробирках? Четвертую пробирку слегка нагрейте. Какой газ выделяется при нагревании?

**Запись данных опыта.** Составьте уравнения реакций растворения железа: в соляной кислоте, в разбавленной и концентрированной серной кислоте.

---

---

---

---

---

**Опыт 2. Получение гидроксида железа (II).**

**Выполнение опыта.** Налейте в пробирку 1-2 см<sup>3</sup> свежеприготовленного раствора FeSO<sub>4</sub> и добавьте такой же объем щелочи. Наблюдайте образование почти белого осадка Fe(OH)<sub>2</sub>. Почему его окраска быстро меняется на воздухе от почти белой до красно-бурой?

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций получения гидроксида железа (II) и его окисления на воздухе.

---

---

---

---

---

**Опыт 3. Получение и свойства оксида хрома (III).**

**Выполнение опыта.** В сухую пробирку на 1/3 объема насыпьте кристаллический бихромат аммония. Закрепите пробирку в держателе и, держа ее наклонно, направляя отверстие пробирки в сторону от себя и других работающих, осторожно нагрейте верхний слой до начала реакции, после чего нагревание прекратите. Объясните происходящие явления. На полученный зеленый порошок оксида хрома подействуйте водой и разбавленной серной кислотой. Растворяется ли оксид хрома в воде и разбавленных кислотах?

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции разложения, учитывая, что образуется азот и вода. Укажите окислитель и восстановитель.

---

---

---

---

---

---

---

К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится данная реакция?

---

**Опыт 4. Получение и свойства гидроксида хрома (III).**

**Выполнение опыта.** В пробирку с раствором сульфата хрома по каплям прибавьте 2н NaOH до образования серо-зеленого осадка гидроксида хрома (III). Полученный осадок разделите на две пробирки. В одну из них прибавьте разбавленную соляную кислоту, а в другую – избыток щелочи до растворения осадка (раствор во второй пробирке сохраните до следующего опыта).

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций: а) получения гидроксида хрома (III); б) взаимодействия гидроксида хрома (III) с кислотой и со щелочью. Сделайте вывод о химическом характере гидроксида хрома (III).

---

---

---

---

**Опыт 5. Восстановительные свойства солей хрома (III).**

**Выполнение опыта.** К полученному в опыте 2 раствору  $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$  добавьте 1 см<sup>3</sup> щелочи и немного бромной воды. Нагрейте смесь на водяной бане до образования в растворе хромата натрия, на что указывает переход зеленой окраски в желтую.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции окисления  $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$  в  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ . Укажите окислитель и восстановитель.

---

---

---

---

**Опыт 6. Окислительные свойства солей хрома (VI).**

**Выполнение опыта.**

1. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , подкисленному серной кислотой, добавьте 1-2 см<sup>3</sup> раствора  $\text{KNO}_2$ . Наблюдайте изменение окраски от оранжевой, обусловленной ионом  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , до зеленой, обусловленной ионом  $\text{Cr}^{3+}$ .

2. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, подкисленному серной кислотой, добавьте 1-2 см<sup>3</sup> раствора сульфида натрия. Наблюдайте образование серо-зеленого осадка гидроксида хрома (III).

**Запись данных опыта.** Напишите соответствующие уравнения реакций. Укажите окислитель и восстановитель. Чем (окислителем или восстановителем) в данных реакциях выступает K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и почему?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 7. *Переход хромата калия в бихромат и обратно.***

**Выполнение опыта.** 1. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> прибавьте 1-2 см<sup>3</sup> разбавленной серной кислоты. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

2. К 1-2 см<sup>3</sup> раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> прилейте 1-2 см<sup>3</sup> раствора щелочи. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

**Запись данных опыта.** Напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 8. *Получение и свойства гидроксида марганца (II).***

**Выполнение опыта.** К 1-2 см<sup>3</sup> раствора сульфата марганца по каплям прибавьте раствор гидроксида натрия. Образуется белый осадок гидроксида



**Опыт 10. Восстановительные свойства солей марганца (II).**

**Выполнение опыта.** К 1-2 см<sup>3</sup> раствора сульфата марганца прилейте 1-2 см<sup>3</sup> раствора едкого натра. К образовавшемуся осадку добавьте и 1-2 см<sup>3</sup> бромной воды. Отметьте изменение цвета осадка.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции, учитывая, что Mn (II) переходит в Mn (IV). Укажите окислитель и восстановитель.

---

---

---

---

**Опыт 11. Разложение перманганата калия при нагревании.**

**Выполнение опыта.** На дно сухой пробирки поместите немного кристалликов перманганата калия. Пробирку закрепите в держателе и, держа ее горизонтально, нагрейте до полного разложения перманганата на диоксид марганца, манганат калия и кислород. (Выделение кислорода и полноту разложения перманганата установите с помощью тлеющей лучинки). После охлаждения пробирки к сухому остатку прибавить 1 см<sup>3</sup> воды. Отметьте цвет полученного раствора. Какое вещество находится в растворе, а какое – в осадке?

**Запись данных опыта.** Напишите уравнение реакции разложения перманганата калия. Укажите окислитель и восстановитель. К какому типу относится данная окислительно-восстановительная реакция?

---

---

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

### «Качественный анализ»

Цель работы:

---

---

**Опыт 1. Окрашивание пламени катионами первой и второй аналитических групп.**

**Выполнение опыта.** Подержать некоторое время нихромовую проволоку в концентрированной соляной кислоте и прокалить в пламени горелки, затем опустить в насыщенный раствор соли натрия, внести в пламя горелки. Отметить цвет пламени. Опыт повторить с насыщенными растворами солей лития, калия, кальция, стронция, бария. Перед каждым опытом проволоку следует очищать, погружая её в концентрированную соляную кислоту и прокаливая в пламени горелки. Чистая проволока не должна окрашивать пламя.

**Запись данных опыта.** Напишите, в какой цвет окрашивают пламя перечисленные ионы.

---

---

---

**Опыт 2. Реакции катионов аммония.**

**Выполнение опыта.** 1. В пробирку поместить 2-3 мл раствора соли аммония и 1-2 мл раствора щёлочи. Слегка нагреть. Обнаружить выделяющийся аммиак можно с помощью красной лакмусовой бумажки или фенолфталеиновой.

2. К 1 капле раствора, содержащего ионы аммония на часовом стекле, добавляют 2-3 капли реактива Несслера (смесь  $K_2[HgI_4]$  и KOH), образуется оранжевый осадок. Выполняя реакцию, обязательно действуйте избытком реактива.

**Запись данных опыта.** Напишите молекулярные и ионные уравнения реакции.

---

---

---

---







Витебский государственный технологический университет

**Опыт 6. Реакции катионов марганца.**

**Выполнение опыта.** 1. Реакция с сульфидом аммония. К 2-3 мл раствора сульфата марганца прибавить равный объём раствора сульфида аммония. К полученному осадку добавить по каплям соляную кислоту до растворения осадка. Написать уравнения реакций.

2. Реакция с едкими щелочами. К 2-3 мл раствора сульфата марганца прибавить равный объём щёлочи. Наблюдать изменение цвета осадка от белого до тёмно-бурого. Объяснить наблюдаемое явление. Напишите уравнения реакций.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

---

---

---

---

---

---

**Опыт 7. Реакция катиона кобальта.**

**Выполнение опыта.** К 4-5 каплям раствора соли  $\text{Co}^{2+}$  прибавьте 1 каплю раствора гидроксида натрия. Образуется синий осадок основной соли. При действии избытка щелочи синий осадок переходит в розовый  $\text{Co}(\text{OH})_2$ . Кислород воздуха постепенно окисляет его до темно-бурого гидроксида кобальта (III).

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 8. Реакции аниона  $\text{SO}_3^{2-}$ .**

**Выполнение опыта.** 1. Реакция с хлоридом бария. К 2-3 мл сульфита натрия прибавить равный объём раствора хлорида бария. Испытать растворимость осадка в соляной кислоте.

2. Реакция с иодидом. К 2-3 мл раствора сульфита натрия прибавить 1 мл 2н  $\text{HCl}$  и приливать по каплям раствор иода. Наблюдать обесцвечивание раствора. Чтобы убедиться в образовании сульфатов, прибавить к полученному раствору ещё 1 мл  $\text{HCl}$  и 1 мл раствора хлорида бария. Выпадает белый кристаллический осадок сульфата бария.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Опыт 9. Реакции аниона  $Cl^-$ .**

**Выполнение опыта.** 1. Реакция с нитратом серебра. К 1-2 мл раствора нитрата серебра прилить 2-3 мл раствора  $HCl$ . К полученному осадку прибавить несколько капель концентрированного раствора аммиака. Наблюдать растворение осадка. К полученному аммиакату серебра добавить несколько капель раствора азотной кислоты. Наблюдать выпадение осадка хлорида серебра. Растворение  $AgCl$  в  $NH_4OH$  используется в ходе анализа для отделения катионов серебра от катионов одновалентной ртути, а действие  $HNO_3$  на полученную комплексную соль серебра – для обнаружения иона серебра.

2. Реакция с оксидом марганца (IV). Поместить в пробирку 2-3 мл  $MnO_2$ , 1-2 мл раствора хлорида натрия и столько же концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно нагреть под тягой. Выделяющийся хлор можно обнаружить по цвету, запаху и по посинению иодкрахмальной бумаги, помещённой у отверстия пробирки.

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

---

---

---

---

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Опыт 10. Реакция аниона  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .**

**Выполнение опыта.** 1. Реакция с серной кислотой. К 2-3 мл раствора ацетата натрия прибавить 6-7 капель разбавленной серной кислоты. Смесь слегка нагреть. Уксусная кислота узнаётся по её характерному острому запаху.

2. Реакция с  $\text{FeCl}_3$ . К 2-3 мл раствора ацетата натрия прибавить 2-3 капли раствора  $\text{FeCl}_3$ . К смеси добавить равное количество воды и прокипятить. Наблюдается выпадение осадка основной соли железа (III).

**Запись данных опыта.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15 «Определение жесткости воды»

**Цель работы:**

---

---

---

---

### *Задания предлабораторного контроля*

**Задание 1.**

---

---

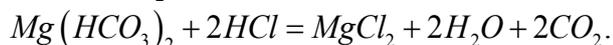
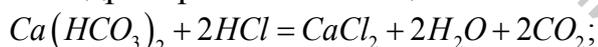
---

---

**Опыт 1. Определение карбонатной («временной») жесткости воды.**

**Выполнение опыта.** В большой химический стакан налить воду из водопроводного крана, дать отстояться 10 минут.

В три колбочки налить по 50 мл исследуемой воды, прибавить в каждую по три капли индикатора метилоранж. Проводить титрование 0,1н раствором соляной кислоты до тех пор, пока бледно-желтый цвет раствора не перейдет в светло-оранжевый от прибавления только одной капли соляной кислоты. При этом кислота нейтрализует гидрокарбонаты кальция и магния



**Запись данных опыта.** Внесите результаты титрования в таблицу.

№ п/п	Объем 0,1н р-ра HCl $V(HCl)$ , мл	Средний объем HCl $V_{cp}(HCl)$ , мл
1		
2		
3		

Вычислите временную жесткость воды.

**Опыт 2. Определение общей жесткости.**

**Выполнение опыта.** Общую жесткость воды определяют комплексонометрическим титрованием с применением реактива ЭДТА (сокращённое название органического соединения этилендиаминтетрауксусной кислоты).

Заполнить бюретку раствором ЭДТА (0,1н). Отмерить пипеткой 50 мл анализируемой воды и перенести её в коническую колбу для титрования. Добавить 5 мл буферного раствора  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$  (для поддержания рН в интервале 9-10) и 3-5 капель индикатора эриохрома черного, при котором раствор окрасится в фиолетовый цвет.

Перемешать раствор и сразу титровать из бюретки раствором ЭДТА до перехода фиолетовой окраски в синюю.

Титрование повторить три раза, как в предыдущем опыте.

**Запись данных опыта.** Внесите результаты титрования в таблицу.

№ п/п	Объем 0,1н р-ра трилона Б, $V$ (трилона Б), мл	Средний объем трилона Б, $V_{\text{ср}}$ (трилона Б), мл
1		
2		
3		

Рассчитайте общую жесткость воды:

Рассчитайте постоянную жесткость воды:

---

---

Укажите характеристику жесткости воды:

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16**  
**«Определение кристаллизационной воды в хлориде бария»**

**Цель работы:**

---

---

***Задания предлабораторного контроля***

**Задание 1.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Задание 2.

**Выполнение опыта.** 1. Взятие навески. Тщательно вымытый и высушенный бюкс взвесьте вместе с крышкой на аналитических весах. Поместите в него около 1,5 г  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  и, закрыв крышкой, снова взвесьте.

2. Высушивание. Сняв с бюкса крышку, поместите его на полку сушильного шкафа. Крышку положите в шкафу рядом с бюксом.

Под бюкс необходимо подложить листок бумаги с указанием своей фамилии. Установите температуру в сушильном шкафу 125 °С и время сушки – 1,5-2 часа.

По окончании времени сушки, закройте бюкс и перенесите его тигельными щипцами в эксикатор, расположенный около сушильного шкафа. Выдержите бюкс в эксикаторе 30 минут. Затем снова взвесьте бюкс с крышкой.

Проведите повторную сушку (30 мин) и охлаждение бюкса (30 мин) и снова взвесьте его.

Если второе взвешивание дало тот же самый результат, что и первое, или отличается от него не более чем на 0,0002 г, кристаллизационную воду можно считать удалённой полностью.

Результаты всех взвешиваний обязательно записывайте в тетрадь.

Если работу приходится прерывать, оставляйте бюкс в эксикаторе. Высушивание вещества будет продолжаться в нём вследствие поглощения водяных паров хлоридом кальция. Высушивание в эксикаторе будет происходить только в том случае, если шлиф его хорошо смазан.

**Запись данных опыта.** Результаты взвешиваний внесите в таблицу:

вес бюкса с веществом	вес пустого бюкса	навеска $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	вес бюкса с веществом после высушивания
			1.
			2.
			3.

Найдите количество кристаллизационной воды в навеске.

---

Вычислите процент кристаллизационной воды:

---

---

---

---

---

Проверьте точность определения. Для проверки найденную величину сравните с теоретически вычисленным значением процентного содержания воды в  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .

---

---

---

---

Рассчитайте относительную ошибку:

---

---

---

---

К какому методу количественного анализа относится определение кристаллизационной воды?

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17**  
**«Определение содержания щелочи в растворе»**

**Цель работы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

***Задания предлабораторного контроля***

**Задание 1.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Задание 2.**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

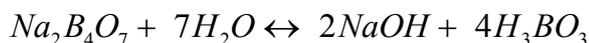
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

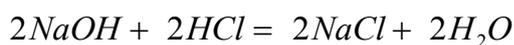
**Опыт 1. Определение титра раствора соляной кислоты.**

**Выполнение опыта.** 1. *Приготовление раствора буры.*

Титр раствора соляной кислоты устанавливают, пользуясь в качестве исходного вещества бурой  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ . Бура достаточно устойчива, и её эквивалент имеет большую величину (190,7). При растворении в воде бура гидролизуется:



Так как образующаяся ортоборная кислота является слабой кислотой, а  $NaOH$  – сильное основание, раствор буры имеет сильнощелочную реакцию и может достаточно точно титроваться кислотами:



Суммируя оба уравнения, получим общее уравнение:



Раствор в точке эквивалентности представляет собой смесь  $NaCl$  с борной кислотой. Величина  $pH$  раствора определяется присутствием борной кислоты. Пренебрегая изменением объёма при титровании и учитывая, что  $pK$  борной кислоты равен 9,24, находим:

$$pH = \frac{1}{2} PK_{кисл.} - \frac{1}{2} \lg C_{кисл.} = 9,24/2 + 0,5 = 5,1$$

Следовательно, буру можно титровать с метиловым оранжевым, т.к. его показатель титрования ( $pT=4$ ) не выходит за пределы скачка на кривой титрования ( $pT=4,0-6,2$ ). С фенолфталеином ( $pT=9$ ) или лакмусом ( $pT=7$ ) это титрование проводить нельзя.

Пользуясь мерной колбой ёмкостью 250 мл или 200 мл, приготовьте титрованный раствор буры.

Рассчитайте сначала массу навески. Так как моль (381,4 г) буры реагирует с двумя молями соляной кислоты, эквивалент буры равен:  $381,4 : 2 = 190,7$ .

Для получения 1 л 0,1н раствора потребуется 19,07 г, а для 250 мл –  $19,07 : 4 = 4,7875$  г буры. Стараться отвесить в точности вычисленное количество её не нужно – это не даст никаких преимуществ, а времени отнимет больше. Поэтому, поместив в бюкс предварительно отвешенное на технических весах количество буры (4-5 г), точно взвесьте бюкс с бурой на аналитических весах. Затем осторожно пересыпьте буру через сухую воронку в мерную колбу. После этого бюкс с оставшимися в нём крупинками буры снова точно взвесьте и по разности найдите вес буры, насыпанной в колбу.

Дистиллированной водой тщательно смойте буру из воронки в колбу. Добавьте в колбу столько горячей дистиллированной воды (в холодной бура плохо растворяется), чтобы она была на  $2/3$  объёма, выньте воронку и, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями, добейтесь, чтобы вся бура растворилась. После этого охладите раствор до комнатной температуры и разбавьте его до метки дистиллированной водой. Тщательно перемешайте содержимое колбы, предварительно закрыв её пробкой и много раз перевёртывая и встряхивая колбу.

Затем вычислите титр и нормальность раствора. Для нахождения титра нужно массу навески поделить на объём раствора. Например, если навеска буры равнялась 4,6812 г, то  $T = 4,6812 / 250,0 = 0,01873$  г/мл.

Чтобы перейти к нормальности, умножаем на 1000 (для расчёта на 1 л) и делим на величину эквивалента:

$$N = 0,01873 \cdot 1000 / 190,7 = 0,09822 \text{ н.}$$

2. *Приготовление раствора HCl.* Один литр 0,1н соляной кислоты содержит 3,646 г или приблизительно 3,6 г HCl. Вычислим, в каком объёме концентрированной соляной кислоты (уд. вес 1,19 г/мл) содержится такое количество HCl. Концентрированная соляная кислота содержит 38% HCl.

$$100 \text{ г} - 38 \text{ г}$$

$$X - 3,6 \text{ г}$$

$$X = 100 \cdot 3,6 / 38 = 9,5 \text{ г} \quad V = 9,5 / 1,19 = 7,98 \text{ мл}$$

Отмерив приблизительно вычисленный объём (7-8 мл) концентрированной соляной кислоты при помощи маленькой мензурки, разбавьте её дистиллированной водой до 1 л, пользуясь большим мерным цилиндром. Полученный раствор тщательно перемешайте.

3. *Титрование.* Заполните чистую бюретку почти доверху приготовленным раствором HCl, затем, подставив под неё колбу или стакан и приоткрыв зажим, заполните бюретку так, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха и установите уровень раствора HCl в бюретке на нуле.

Затем в чистую коническую колбу пипеткой ёмкостью 25,00 мл отберите 25 мл раствора буры, предварительно ополоснув пипетку этим раствором. Последнюю оставшуюся в пипетке каплю жидкости не выдувайте, а снимите (насколько возможно) прикосновением кончика пипетки к стенке колбы. В раствор буры добавьте 2 капли метилоранжа. В другой колбе приготовьте свидетель. Для этого отмерьте мензуркой 50 мл дистиллированной воды, добавьте 2 капли метилоранжа и 1 каплю кислоты из бюретки, чтобы появилось слабое порозовение раствора. Затем установите уровень раствора в бюретке на нуле.

Поставьте колбу с раствором буры на лист белой бумаги под бюретку и понемногу приливайте из бюретки раствор соляной кислоты, всё перемешивая плавными круговыми движениями колбы. Нужно заметить, когда от одной капли соляной кислоты жёлтый раствор приобретёт розовый оттенок, как у приготовленного свидетеля. Точно это заметить при первом титровании трудно. Титрование необходимо повторить ещё 1-2 раза. Добившись перемены окраски раствора от одной капли соляной кислоты, сделайте отсчёт по бюретке и запишите его. Если возникнет сомнение, переменилась ли окраска раствора, добавьте ещё каплю соляной кислоты. Если перемена окраски действительно произошла, то прибавленная капля вызовет сильное порозовение раствора. Принимать во внимание эту лишнюю каплю не следует.

При всех отсчётах необходимо следить за тем, чтобы глаз был на уровне мениска.

**Запись данных опыта.** Внесите результаты титрования в таблицу.

№ п/п	V(HCl) , мл	V <sub>ср</sub> (HCl) , мл
1		
2		
3		

Рассчитайте нормальность раствора HCl.

---

---

---

Титр соляной кислоты равен:

---

---

---

**Опыт 2. Определение содержания щёлочи в растворе.**

**Выполнение опыта.** Из колбы, где находится исследуемый раствор NaOH, отберите пипеткой 25,00 мл и оттитруйте три таких порции раствором соляной кислоты в присутствии 2 капель метилоранжа, поступая так же, как при установке титра HCl.

**Запись данных опыта.** Внесите результаты титрования в таблицу.

№ п/п	Объем р-ра HCl, мл	Средний объем HCl, мл
1		
2		
3		

Рассчитайте нормальность раствора NaOH.

---

---

---

Титр щелочи равен:

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

Учебное издание

# ХИМИЯ

В двух частях

ЧАСТЬ 1

**ОБЩАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая тетрадь

Составители:

Ясинская Наталья Николаевна

Попко Елена Павловна

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *Л.А. Коваленко*

---

Подписано к печати 11.03.2022. Формат 60x90x<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. листов 4,9.

Уч.-изд. листов 6,1. Тираж 30 экз. Заказ № 83.

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

210038, г. Витебск, Московский пр-т, 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.