

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

ХИМИЯ

Рабочая тетрадь для лабораторных работ
для студентов специальности
6-05-0772-05 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»
дневной формы обучения



Студента _____

Группы _____

Витебск
2026

УДК 54
Х 46

Составитель:

Е. П. Попко

Одобрено кафедрой «Экология и химические технологии»
УО «ВГТУ», протокол № 8 от 28.04.2026.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 8 от 28.04.2026.

Х 46 **Химия.** Рабочая тетрадь для лабораторных работ / сост. Е. П. Попко. –
Витебск : УО «ВГТУ», 2026. – 62 с.

Рабочая тетрадь содержит методику выполнения лабораторных работ, перечень требований по технике безопасности, правила оформления лабораторных работ для студентов специальностей специальности 6-05-0722-05 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» дневной формы обучения.

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

УДК 54
Х 46

© УО «ВГТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11	42
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12	47
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13	50
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14	54

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

«Определение грамм-эквивалента металла»

Цель работы: _____

Выполнение работы. Прибор для определения эквивалента металла (рис. 1) состоит из штатива (6), на котором с помощью держателя (7) закреплена бюретка (1), соединенной 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 уровня 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 см³ 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 ~45°, опустите навеску на внутреннюю сухую стенку пробирки.

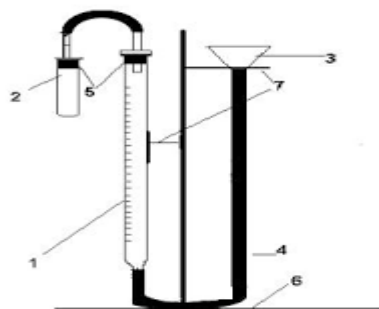


Рисунок 1 – Прибор для определения эквивалентной массы металла

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^3 _____

Уровень воды в бюретке после растворения металла, V_2 , см^3 _____

Объем выделившегося водорода, $V = V_2 - V_1$, см^3 _____

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

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

Атмосферное давление, P , мм.рт.ст. _____

Давление насыщенного пара при данной температуре, $P_{\text{H}_2\text{O}}$, мм.рт.ст.

(см. табл. 1) _____

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

Таблица 1 – 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:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{\text{H}_2} V}{T} \quad \text{отсюда,} \quad V_0 = \frac{P_{\text{H}_2} V T_0}{T P_0}$$

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

Исходя из закона эквивалентов, определите эквивалентную массу металла:

$$\frac{m}{m_{\text{э}}} = \frac{V}{V_{\text{э}}}$$

отсюда,

$$m_{\text{э}} = \frac{mV_{\text{э}}}{V}$$

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

После вычисления эквивалентной массы металла определите относительную ошибку опыта:

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

Вывод: _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.

«Определение интегральной теплоты растворения соли и определение теплоты гидратообразования»

Цель работы: _____

Опыт 1. *Определение теплоёмкости калориметрической системы.*

Теплоёмкостью калориметрической системы называется количество теплоты, необходимое для нагревания её на один градус. В приближённых измерениях её можно вычислить, зная, что теплоёмкость всей системы складывается из теплоёмкости калориметрической жидкости и соприкасающихся с ней частей калориметра. Теплоёмкость каждой части калориметра рассчитывают, умножая её удельную теплоёмкость на массу $C_i \cdot m_i$, а теплоёмкость системы $C_k = \sum C_i \cdot m_i$. Теплоёмкость погружённой в раствор нижней части термометра Бекмана C_T рассчитывают исходя из того, что равные объёмы ртути и стекла обладают примерно одинаковой теплоёмкостью, равной $1,92 \text{ Дж/см}^3 \cdot \text{град}$. Объём погружённой части термометра определяют погружением термометра в мерный цилиндр с водой на ту же глубину, что и в калориметре. Изменение уровня воды в цилиндре равно объёму погружённой части термометра. Если во внутреннем стеклянном стакане находится 100 см^3 воды или разбавленного раствора (удельная теплоёмкость воды равна $4,184 \text{ Дж/г} \cdot \text{град}$), масса стакана, контактающего с жидкостью, равна 37 г (уд. теплоёмкость стекла равна $0,79 \text{ Дж/г} \cdot \text{град}$), масса медной мешалки, погружённой в жидкость, равна 15 г (уд. теплоёмкость меди равна $0,389 \text{ Дж/г} \cdot \text{град}$), объём резервуара термометра, погружённого в жидкость, равен $4,2 \text{ см}^3$, то теплоёмкость системы равна:

$$C_k = 100 \cdot 4,184 + 37 \cdot 0,79 + 15 \cdot 0,389 + 4,2 \cdot 1,92 = 461,6 \text{ Дж/град.}$$

Опыт 2. *Определение интегральной теплоты растворения безводной соли.*

Во внутренний стакан калориметра наливают 100 см^3 дистиллированной воды, закрывают крышкой, вставляют термометр и измеряют температуру воды в калориметре с точностью до $0,05 \text{ град}$. Затем, через отверстие в крышке пересыпают тщательно измельчённую навеску сульфата меди в дистиллированную воду, перемешивают, а отверстие крышки закрывают пробкой. Вклю-

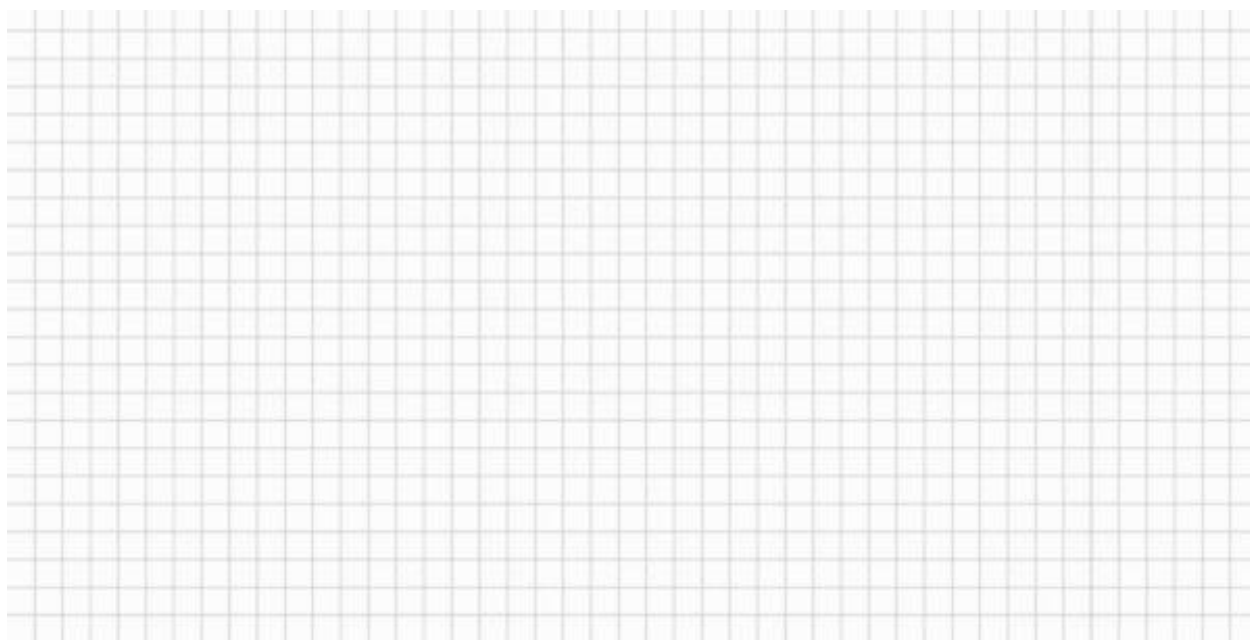
чают секундомер и через каждую минуту снимают показания термометра, данные заносят в таблицу:

Время, мин.							
Показания термометра, град.							

Измерения заканчивают после установившегося (после быстрого изменения) равномерного хода температуры. По данным таблицы на миллиметровой бумаге строят график температура – время .

Количество теплоты, выделившейся при растворении навески сульфата меди рассчитывают по формуле $\Delta h_1 = C_k \cdot \Delta T_1$, а молярную теплоту растворения – по уравнению:

$$(\Delta H_m)_1 = (\Delta h_1/m_1) \cdot M_1$$



Опыт 3. Определение теплоты растворения кристаллогидрата.

Во внутренний стакан калориметра помещают 100 дм³ дистиллированной воды и повторяют последовательность операций, описанную в опыте 2, только

вместо безводной соли в жидкость внутреннего стакана калориметра помещают навеску кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Время, мин.							
Показания термометра, град.							



Количество теплоты рассчитывают по формуле:

$$\Delta h_2 = C_{\text{к}} \cdot \Delta T_2,$$

а молярную теплоту растворения кристаллогидрата:

$$(\Delta H_{\text{м}})_2 = \Delta h_2 / m_2 \cdot M_2$$

Тепловой эффект гидратообразования $(\Delta H_{\text{м}})_3$, согласно закону Гесса рассчитывается как

$$(\Delta H_{\text{м}})_3 = (\Delta H_{\text{м}})_1 - (\Delta H_{\text{м}})_2 .$$

При расчёте учесть, что $(\Delta H_{\text{м}})_1 < 0$, а $(\Delta H_{\text{м}})_2 > 0$

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.
«Скорость химических реакций. Химическое равновесие»

Цель работы: _____

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 см³ 0,15М Na₂S₂O₃ и 2 см³ 0,5н H₂SO₄. 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.

После добавления поочередно в каждую из трех пробирок по 1 см³ серной кислоты, отметить по секундомеру время от момента добавления кислоты до помутнения раствора.

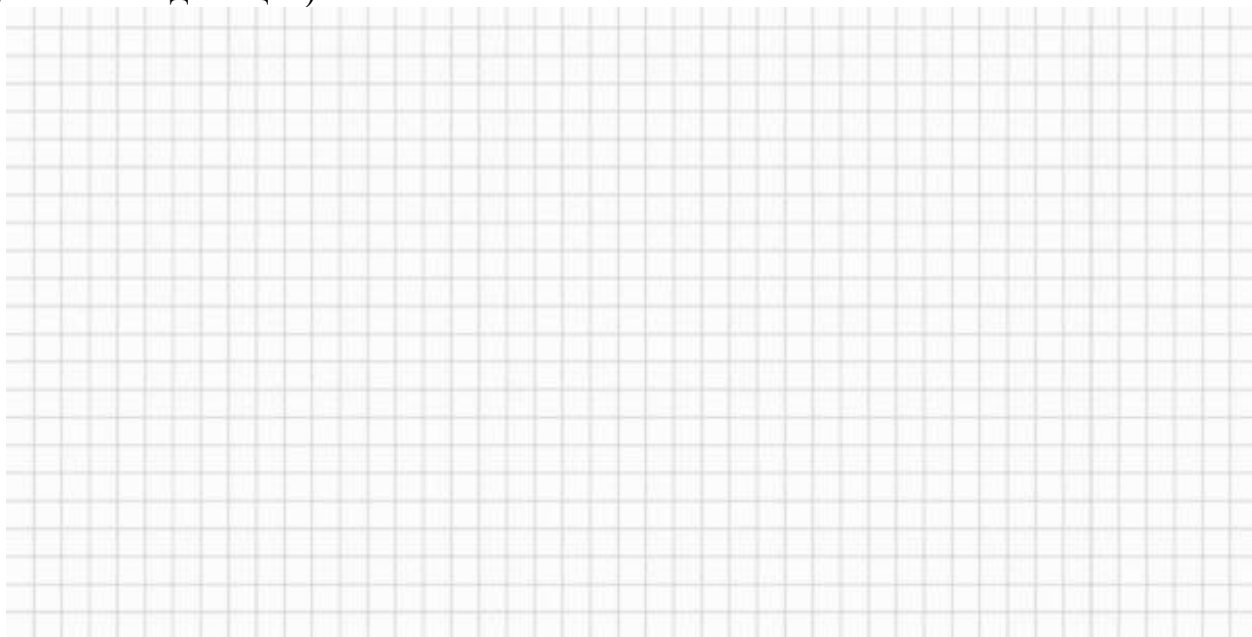
Запись данных опыта. Данные опыта занесите в таблицу. Рассчитайте скорость реакции.

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

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° выше комнатной; 3) при температуре на 20° выше комнатной.

Для этого необходимо взять шесть пробирок: в первые три налить по 2 см^3 раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, а во вторые три – по 2 см^3 раствора H_2SO_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° 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° выше комнатной.

Запись данных опыта. Данные опыта занести в таблицу.

№ проб	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, см^3	Объем раствора H_2SO_4 , см^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.

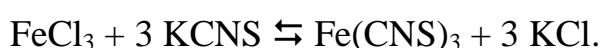
Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства реакций? _____

Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от температуры.

Опыт 3. Влияние концентрации веществ на состояние равновесия

Выполнение опыта. В небольшой колбе смешайте по 10 см³ 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.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. «Электролитическая диссоциация»

Цель работы: _____

Опыт 1. Электропроводность растворов

Выполнение опыта. Угольные электроды опустите в стакан емкостью 100 см³ 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 см³ 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, NH₄OH, H₂SO₄, CH₃COOH, раствора 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 см³ 0,1н раствора уксусной кислоты и по 1–2 капли метилоранжа. Добавьте в одну пробирку не-

много кристаллического ацетата натрия CH_3COONa . Содержимое пробирки перемешайте. Сравните цвет и интенсивность окраски в пробирках.

2. Налейте в две пробирки по $1-2 \text{ см}^3$ $0,1\text{N}$ 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^3 : в первую – CuSO_4 , во вторую – ZnSO_4 в третью – 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. 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.

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.

«Изучение влияния рН на набухание, определение изоэлектрической точки желатина»

Цель работы: _____

Выполнение опыта. В пять мерных пробирок поместить по 1 г сухого желатина и прилить 0,1N растворы уксусной кислоты CH_3COOH и ацетата натрия CH_3COONa в объемах, указанных в таблице. Содержимое пробирок тщательно перемешать и измерить линейкой высоту слоя желатина в каждой пробирке до набухания (h_0) и оставить на двадцать минут.

№ пробирки	Объем раствора кислоты $V_k, \text{см}^3$	Объем раствора соли $V_c, \text{см}^3$	pH	h_0	h	$h - h_0$	α
1	9	1					
2	7,5	2,5					
3	5	5					
4	2,5	7,5					
5	1	9					

По прошествии этого времени измерить в каждой пробирке высоту набухшего желатина (h).

pH буферного раствора рассчитывают по формуле:

$$pH = 4,76 - \lg \frac{V_k}{V_c},$$

Степень набухания:

$$\alpha = \frac{h - h_0}{h_0},$$

т. к. масса желатина пропорциональна высоте его слоя.

Запись данных опыта. Результаты эксперимента и расчетов занесите в таблицу.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. «Гидролиз солей»

Цель работы:

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 сделайте вывод о реакции среды в растворе.

Запись данных опыта. Полученные результаты свести в таблицу:

№ пробирки	Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды	РН раствора (рН < 7, рН = 7, рН > 7)
1	H ₂ O	фиолетовый	нейтральная	
2	HCl	красный	кислая	
3	NaOH	синий	щелочная	
4	CH ₃ COONa			
5	Al(NO ₃) ₃			
6	KCl			
7	(NH ₄) ₂ CO ₃			

Какие из исследуемых солей подверглись гидролизу? Сделайте общие выводы о реакции среды в растворах солей, образованных: а) сильным основанием и слабой кислотой; б) слабым основанием и сильной кислотой; в) слабым основанием и слабой кислотой; г) сильным основанием и сильной кислотой.

Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций их гидролиза.

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1/2 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^- 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 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. 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 OH^- более высокая?

Степень гидролиза какой соли больше? Почему?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

До какой степени окисления восстанавливается KMnO_4 в растворах с $\text{pH} < 7$, $\text{pH} = 7$, $\text{pH} > 7$? (соединения марганца в различных степенях имеют различные окраски: ион MnO_4^- – имеет фиолетовую окраску, ион MnO_4^{2-} – зеленую, ион Mn^{2+} – в слабо концентрированных растворах практически бесцветен, MnO_2 и $\text{Mn}(\text{OH})_2$ являются трудно растворимыми веществами бурого цвета).

Сделайте вывод, чем является KMnO_4 в ОВР и почему?

Опыт 2. Восстановительные свойства иодида калия

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2 см³ раствора KI, прилейте 1–2 см³ 2н раствора H_2SO_4 и добавьте 1–2 см³ раствора KMnO_4 . Отметьте исчезновение окраски раствора KMnO_4 .

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции.

Сделайте вывод, чем является KI в ОВР и почему?

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

Выполнение опыта. К 2 см³ раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ прилейте 1–2 см³ 2н раствора H_2SO_4 и прибавьте немного кристаллического сульфита натрия (Na_2SO_3). Как изменилась окраска раствора?

Сделайте вывод, почему KNO_2 обладает окислительно-восстановительной двойственностью?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8.
«Гальванический элемент. Коррозия металлов»

Цель работы.

Опыт 1. Приготовление гальванического элемента

Выполнение опыта. В один стакан, доверху заполненный 1 М раствором сульфата меди, опустите медную пластинку, а во второй, заполненный 1 М 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 1 М и 0,01 М 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 2 н 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 и напишите процессы, протекающие при его работе. Укажите направление перехода электронов в паре медь-цинк.

Опыт 4. Электрохимическая коррозия железа

Выполнение опыта.

Качественная реакция на ионы Fe^{2+} : в пробирку налейте 5 см³ дистиллированной воды, прибавьте по 1 см³ 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 турнбулевой сини $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$.

Электрохимическая коррозия в кислой среде



В две пробирки налейте по 5 см³ дистиллированной воды и добавьте по 1 см³ 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?

Электрохимическая коррозия в нейтральной среде – атмосферная коррозия



Запись данных опыта. Напишите уравнение качественной реакции на ионы 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 5. Активирующее действие ионов хлора на коррозию алюминия

Выполнение опыта. В две пробирки налейте по 2–3 см³ 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 см³ 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?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. «Электролиз растворов»

Цель работы.

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%-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 1 М 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%-ным раствором медного купороса и опустите графитовые электроды, пропускайте постоянный электрический ток. Через 5 минут 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 10. «Комплексные соединения»

Цель работы. _____

Опыт 1. Получение комплексных соединений

Выполнение опыта. 1. Налейте в пробирку 1–2 см³ 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).

2. В три пробирки налейте по 1–2 см³ 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: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^{3-}$.

Запись данных опыта. Напишите уравнения проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. Назовите комплексные соединения.

К какому типу комплексных соединений относятся полученные соединения?

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

Выполнение опыта. 1. В три пробирки налейте по 1–2 см³ раствора FeCl₃. В одну пробирку добавьте раствор сульфида натрия, в другую – гидроксида натрия, в третью – роданида калия. Наблюдайте выпадение черного осадка Fe₂S₃ в первой пробирке, во второй – бурого осадка Fe(OH)₃, в третьей – темно-красного раствора Fe(CNS)₃.

2. Проведите аналогичные опыты, взяв вместо FeCl₃ раствор K₃[Fe(CN)₆]. Убедитесь в том, что ион [Fe(CN)₆]³⁻ не дает реакций, характерных для иона Fe³⁺.

3. Налейте в одну пробирку 1–2 см³ раствора FeCl₃, а в другую – K₃[Fe(CN)₆] и добавьте в каждую пробирку одинаковое количество раствора FeSO₄. Наблюдайте отсутствие изменений в первой пробирке и образование осадка турнбулевой сини Fe₃[Fe(CN)₆]₂ – во второй.

Запись данных опыта. Напишите уравнения всех проделанных реакций в молекулярном и ионном виде.

Напишите уравнение диссоциации образовавшегося комплексного основания, выражение для константы нестойкости комплексного иона.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11. «Металлы I–III групп»

Цель работы: _____

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 1–2 см³ 30 % 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 см³ 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.



Подберите коэффициенты к данным реакциям.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12.
«Азот и его соединения»

Цель работы: _____

Опыт 1. Получение и свойства азота.

Выполнение опыта. В пробирку положите 2 г измельченного NaNO_2 , прилейте 8–10 см³ насыщенного раствора хлорида аммония, закройте пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагрейте. Через 2–3 мин конец газоотводной трубки опустите в пробирку с известковой или баритовой водой. Известковая вода не дает осадка с азотом, в то время как углекислый газ дает муть.

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции. Укажите, что является окислителем, а что восстановителем.

Сделайте вывод о химической активности азота.

Опыт 2. Получение аммиака, его взаимодействие с водой и хлористым водородом.

Выполнение опыта. Смешайте хлорид аммония и гашенную известь в приблизительно равных количествах в фарфоровой ступке, смесь тщательно перемешайте. Небольшое ее количество поместите в пробирку (около 1/2 объема). Отметьте запах аммиака. Пробирку укрепите в штативе, закрыв пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку на 2/3 заполненную водой. В течение 3–5 мин нагревайте смесь на слабом огне, пропуская аммиак в воду. В пробирку с раствором аммиака капните несколько капель фенолфталеина. Отметьте окраску раствора. На присутствие каких ионов она указывает? А к отверстию газоотводной трубки поднесите стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Что наблюдаете?

Запись данных опыта. Опишите наблюдаемые явления. Напишите уравнения реакций: а) получения аммиака; б) взаимодействию аммиака с водой; в) уравнение диссоциации гидроксида аммония; г) взаимодействия аммиака с хлороводородом.

Опыт 3. Качественная реакция на ион аммония NH_4^+ .

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2–3 см³ хлорида аммония, прибавьте 1–2 см³ раствора едкого натра и нагрейте до кипения. В выделяющиеся пары внесите влажную лакмусовую бумажку. Что происходит с ее цветом? Отметьте запах раствора.

Запись данных опыта. Напишите соответствующее уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

За счет какого элемента серная кислота проявляет окислительные свойства?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14.
«Железо, кобальт, никель, хром, марганец и их соединения»

Цель работы. _____

Опыт 1. Действие кислот на железо

Выполнение опыта. Налейте в одну пробирку 1–2 см³ разбавленной соляной кислоты, в другую – 1–2 см³ разбавленной серной кислоты, в третью – 1–2 см³ концентрированной соляной, в четвертую – 1–2 см³ 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 см³ свежеприготовленного раствора FeSO₄ и добавьте такой же объем щелочи. Наблюдайте образование почти белого осадка Fe(OH)₂. 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. Действие кислот на железо.

Выполнение опыта. Налейте в одну пробирку 2–3 см³ разбавленной соляной кислоты, в другую – 2–3 см³ разбавленной серной кислоты, в третью – 2–3 см³ концентрированной соляной, в четвертую – 2–3 см³ 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 4. Получение гидроксида кобальта (II) и его окисление.

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 2–3 см³ раствора CoSO₄ и добавьте такой же объем щелочи. Наблюдайте образование почти голубого осадка основной соли (CoOH)₂SO₄. Нагрейте содержимое пробирки. Голубой цвет постепенно переходит в розовый, что указывает на образование гидроксида кобальта (II). Осадок перемешайте стеклянной палочкой и разделите на две пробирки. Одну оставьте на воздухе, а в другую добавьте 1–2 см³ бромной воды.

Есть ли изменения в первой пробирке? Происходит ли окисление $\text{Co}(\text{OH})_2$ кислородом воздуха? Что указывает на образование $\text{Co}(\text{OH})_3$ во второй пробирке?

Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 5. Получение и свойства гидроксида никеля (II)

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 2–3 cm^3 раствора NiSO_4 и добавьте такой же объем щелочи. Каков цвет образовавшегося осадка? Осадок перемешайте стеклянной палочкой и разделите на две пробирки. Одну оставьте на воздухе, а в другую добавьте 1–2 cm^3 бромной воды. Есть ли изменения в первой пробирке? Происходит ли окисление $\text{Ni}(\text{OH})_2$ кислородом воздуха? Что происходит во второй пробирке?

Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите соответствующие уравнения реакций. Сравните восстановительные свойства гидроксидов железа, кобальта, никеля в степени окисления +2.

Опыт 6. 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 7. Получение и свойства гидроксида хрома (III)

Выполнение опыта. В пробирку с раствором сульфата хрома по каплям прибавьте 2 н 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 8. Восстановительные свойства солей хрома(III)

Выполнение опыта. К полученному в опыте 7 раствору $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ добавьте 1 см^3 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 Na_2CrO_4 . Укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 9. Окислительные свойства солей хрома (VI)

Выполнение опыта.

а) К 1–2 см³ раствора K₂Cr₂O₇, подкисленному серной кислотой, добавьте 1–2 см³ раствора KNO₂. Наблюдайте изменение окраски от оранжевой, обусловленной ионом Cr₂O₇²⁻, до зеленой, обусловленной ионом Cr³⁺.

б) К 1–2 см³ раствора K₂Cr₂O₇, подкисленному серной кислотой, добавьте 1–2 см³ 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 K₂Cr₂O₇ и почему?

Опыт 10. Переход хромата калия в бихромат и обратно

Выполнение опыта. а) К 1–2 см³ раствора K₂CrO₄ прибавьте 1–2 см³ разбавленной серной кислоты. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

б) К 1–2 см³ раствора K₂Cr₂O₇ прилейте 1–2 см³ раствора щелочи. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

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

Опыт 11. Получение и свойства гидроксида марганца(II)

Выполнение опыта. К 1–2 см³ раствора сульфата марганца по каплям прибавьте раствор гидроксида натрия. Образуется белый осадок гидроксида марганца(II). Полученный осадок разделите на три пробирки. Первую пробирку оставьте стоять на воздухе. Осадок постепенно темнеет вследствие окисления марганца(II) до Mn(IV). Во вторую пробирку добавьте разбавленную серную кислоту. В третью пробирку – раствор щелочи. В обоих ли случаях происходит растворение осадка?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций: а) получения гидроксида марганца (II) и его окисления кислородом воздуха в присутствии воды; б) взаимодействия гидроксида марганца с серной кислотой в молекулярном и ионном виде.

Опыт 12. Получение сульфида марганца

Выполнение опыта. К 1–2 см³ раствора сульфата марганца прибавьте раствор сульфида натрия. Что наблюдаете? Исследуйте отношение полученного осадка к действию разбавленных кислот.

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде: а) получения сульфида марганца; б) растворения сульфида марганца в кислоте.

Опыт 13. Восстановительные свойства солей марганца (II)

Выполнение опыта. К 1–2 см³ раствора сульфата марганца прилейте 1–2 см³ раствора едкого натра. К образовавшемуся осадку добавьте 1–2 см³ 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 14. 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 мар-

ганца, манганат калия и кислород. (Выделение кислорода и полноту разложения перманганата установите с помощью тлеющей лучинки). После охлаждения пробирки к сухому остатку прибавить 1 см³ 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 _____

Учебное издание

ХИМИЯ

Рабочая тетрадь для лабораторных работ

Составители:
Попко Елена Павловна

Редактор *Р.А. Никифорова*
Корректор *А.С. Прокопюк*
Компьютерная верстка *Ю.И. Марущак*

Подписано к печати 14.05.2026. Формат 60x90¹/₈. Усл. печ. листов 7,8.
Уч.–изд. листов 4,8. Тираж 65 экз. Заказ № 108.

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.