



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей химии

ЛАБОРАТОРНЫЙ ЖУРНАЛ

ПО КУРСУ ХИМИИ

НА УЧЕБНЫЙ 20___/20___ ГОД

Студент _____

Фамилия Имя Отчество

Институт _____

Группа _____

МОСКВА

УДК 691:54(076.5)
ББК 38.300.64я73
Х46

Составители:
Е.М. Мясоедов, Т.Г. Бельцова, А.А. Корытин

Под редакцией кандидата технических наук,
доцента Ю.В. Устиновой

Х46 Химия : журнал лабораторных работ / Мин-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т., каф. общей химии ; сост. Е.М. Мясоедов, Т.Г. Бельцова, А.А. Корытин / под ред. Ю.В. Устиновой ; Москва : МГСУ. – Сетевое электронное издание. – Систем. требования: 1,3 ГГц и выше ; RAM 256 Мб ; ; необх. на винчестере 985 Мб ; Windows XP SP2, 7, 8.

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, изучившие правила техники безопасности и расписавшиеся в регистрационном листе.

Темы лабораторных работ и номера выполняемых опытов определяются направлением и профилем подготовки студента и указываются преподавателем. Работы нумеруются в порядке их выполнения.

Результаты, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, записываются в журнал в виде уравнений реакций. Также в журнал записываются наблюдения при выполнении опытов и выводы, обобщающие результаты проведенных экспериментов.

Пропущенные лабораторные работы независимо от причины должны быть выполнены студентом в присутствии преподавателя в согласованные сроки, но до начала зачетно-экзаменационной сессии.

Выполненная лабораторная работа подписывается преподавателем в день ее выполнения в графе «работа выполнена».

После полного и правильного оформления студентом лабораторной работы и контрольного тестирования по теме работы преподаватель расписывается в графе «работа защищена».

Для студентов 1 курса всех институтов МГСУ. В журнале представлены лабораторные работы по курсу химии

УДК 691:54(076.5)
ББК 38.300.64я73

Издание публикуется в авторской редакции

Объем информации

[1,88 Мб]

Систем. требования: 1,3 ГГц и выше ;
RAM 256 Мб ; необх. на винчестере 985 Мб ;
Windows XP SP2, 7, 8.

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный строительный университет».

Издательство МИСИ — МГСУ.

Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95,

e-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Опыт 1. Получение нерастворимого в воде основания.

В пробирку налейте раствор сульфата магния MgSO_4 объёмом 2–3 мл (примерно 2–3 см по высоте пробирки), затем прилейте раствор гидроксида натрия NaOH равного объёма.

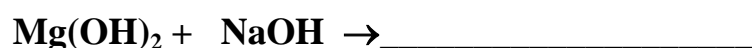
Отметьте цвет осадка (_____) и напишите уравнение реакции образования нерастворимого в воде гидроксида магния.



Содержимое пробирки энергично встряхните и примерно половину его отлейте в другую чистую пробирку. Затем к одной части прибавьте раствор щёлочи NaOH приблизительно равного объёма, а к другой – хлороводородную (соляную) кислоту HCl объёмом 2–3 мл.

Отметьте свои наблюдения и напишите уравнения протекающих реакций:

(_____)



Вывод. _____

Опыт 2. Получение амфотерного гидроксида и исследование его свойств.

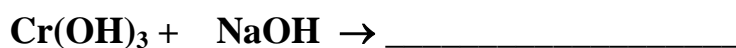
В пробирку налейте раствор сульфата хрома (III) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ объёмом 2–3 мл. Затем к раствору соли прилейте чуть-чуть раствора гидроксида натрия NaOH . Если образующийся осадок сразу растворится, добавьте в пробирку ещё немного раствора соли.

Отметьте цвет осадка (_____) и напишите уравнение реакции образования нерастворимого амфотерного гидроксида.



Содержимое пробирки энергично встряхните и примерно половину его перенесите в другую чистую пробирку. Затем к одной части добавьте раствор щёлочи **NaOH** , а к другой – хлороводородную (соляную) кислоту **HCl** до растворения осадков.

Отметьте свои наблюдения и напишите уравнения протекающих реакций: (_____).



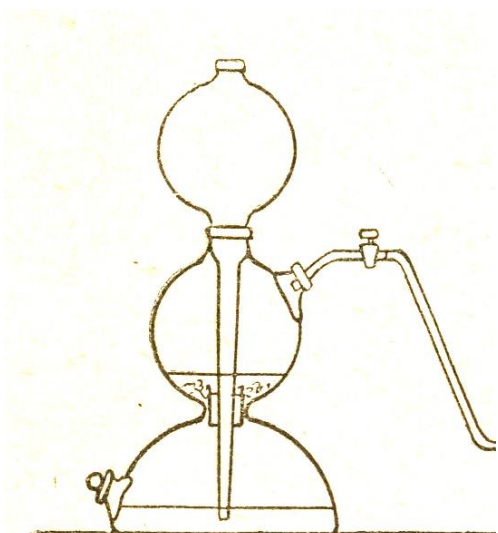
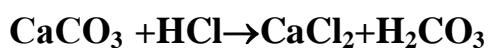
Вывод. _____

Опыт 3. Получение кислой соли.

В пробирку налейте раствор гидроксида кальция **Ca(OH)₂** объёмом 4–5 мл и пропускайте через этот раствор углекислый газ из аппарата Киппа до полного исчезновения появляющегося первоначально помутнения раствора (из-за образующегося нерастворимого карбоната кальция и его

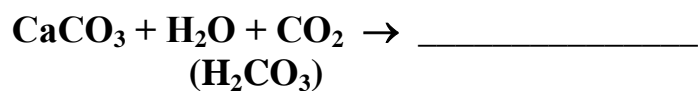
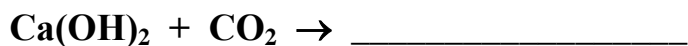
дальнейшего превращения в растворимый гидрокарбонат кальция).

Аппарат Киппа – лабораторный прибор для получения газообразных веществ. Для получения углекислого газа в него помещают известняк (основным компонентом которого является карбонат кальция) и соляную кислоту.



Аппарат Киппа

Напишите уравнения протекающих реакций.



Вывод: _____

Ответьте на дополнительные вопросы к опыту.

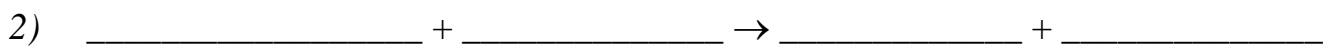
I. Какие кислоты образуют кислые соли?

II. Напишите уравнения реакций получения 1) гидрофосфата кальция CaHPO₄ и 2) дигидрофосфата кальция Ca(H₂PO₄)₂ –

а) исходя из гидроксида кальция Ca(OH)₂ и ортофосфорной кислоты H₃PO₄:



б) исходя из фосфата кальция Ca₃(PO₄)₂ и ортофосфорной кислоты H₃PO₄:



III. Составьте структурные формулы кислых солей:

гидрофосфат кальция

дигидрофосфат кальция

Опыт 4. Получение основной соли.

В две пробирки налейте раствор сульфата меди (II) CuSO_4 объемом по 3–4 мл. В первую пробирку прилейте по стенке 1–2 капли (не более) раствора гидроксида натрия NaOH и содержимое пробирки энергично встряхните.

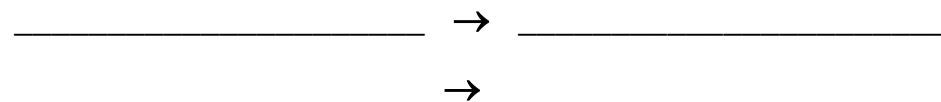
Напишите уравнение происходящей реакции образования основной соли и отметьте цвет осадка (_____).



Во вторую пробирку прилейте раствор гидроксида натрия примерно равного объема, энергично встряхните и запишите уравнение происходящей реакции образования основания. Отметьте цвет осадка (_____).



Пробирки с полученными осадками нагрейте на водяной бане. Напишите уравнение происходящей реакции и отметьте изменения при нагревании (_____).



Вывод. _____

Ответьте на дополнительные вопросы к опыту.

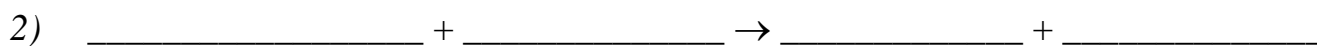
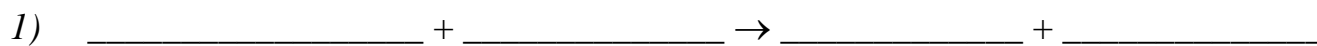
I. Какие основания образуют основные соли?

II. Напишите уравнения реакций получения 1) хлорида гидроксожелеза (III) и 2) хлорида дигидроксожелеза (III) –

а) исходя из гидроксида железа (III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и соляной кислоты HCl :



б) исходя из хлорида железа (III) FeCl_3 и гидроксида натрия NaOH :



III. Составьте структурные формулы основных солей.

хлорид гидроксожелеза (III)

хлорид дигидроксожелеза (III)

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

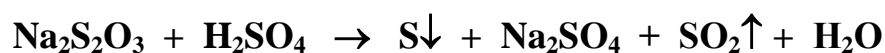
Лабораторная работа № __

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ. ИЗУЧЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Опыт 1. Исследование зависимости скорости реакции от концентрации одного из взаимодействующих веществ.

Для точного отмеривания объёмов жидкостей (с использованием градуированных бюреток) надо сначала отметить начальный уровень раствора в бюретке с точностью до 0,1 мл, затем отлить в пробирку раствор до установления уровня, превышающего начальный на необходимый объём.

Реакция выражается уравнением:



Образующаяся свободная тонкодисперсная сера, нерастворимая в воде, появляется не сразу, а спустя несколько минут в зависимости от концентрации реагентов и температуры растворов. Выделение серы проявляется сначала в виде едва заметного помутнения, которое затем постепенно усиливается.

Цель опыта – определить время (τ), прошедшее от момента смешивания растворов до момента появления едва заметного помутнения, по которому можно судить о скорости реакции $v = a \cdot \tau^{-1}$

В три пробирки налейте из бюреток раствор тиосульфата натрия и дистиллированную воду в соответствии с данными, указанными в таблице с точностью до $\pm 0,1$ мл. Это позволяет получить растворы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с различными концентрациями.

Затем в три чистые пробирки налейте из бюретки раствор серной кислоты объёмом по 2,0 мл в каждую.

Добавьте содержимое одной из пробирок с кислотой в первый из растворов с тиосульфатом натрия, после чего сразу же встряхните смесь и отметьте время в момент смешивания растворов (с точностью до секунды). Проведите то же со вторым и третьим растворами тиосульфата натрия. Время в момент смешивания

растворов запишите в таблицу.

Наблюдайте за растворами в пробирках, отметьте время в момент появления едва заметного помутнения раствора в каждой из них (с точностью до секунды). Рассчитайте время, условную и относительную скорость реакции в каждом из случаев.

№ п.п	Объём раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ мл	Объём воды мл	Объём раствора H_2SO_4 мл	Время в момент смешивания растворов	Время в момент появления помутнения	Время реакции τ с	Условная скорость реакции $v_y = \frac{1}{\tau}$ с^{-1}	Относительная скорость реакции $v_{\text{отн}} = \frac{v_y}{v_{y(\text{min})}}$
1	2,0 + 4,0		2,0					
2	4,0 + 2,0		2,0					
3	6,0 + 0		2,0					

($v_{y(\text{min})}$ – наименьшее из полученных значений условной скорости)

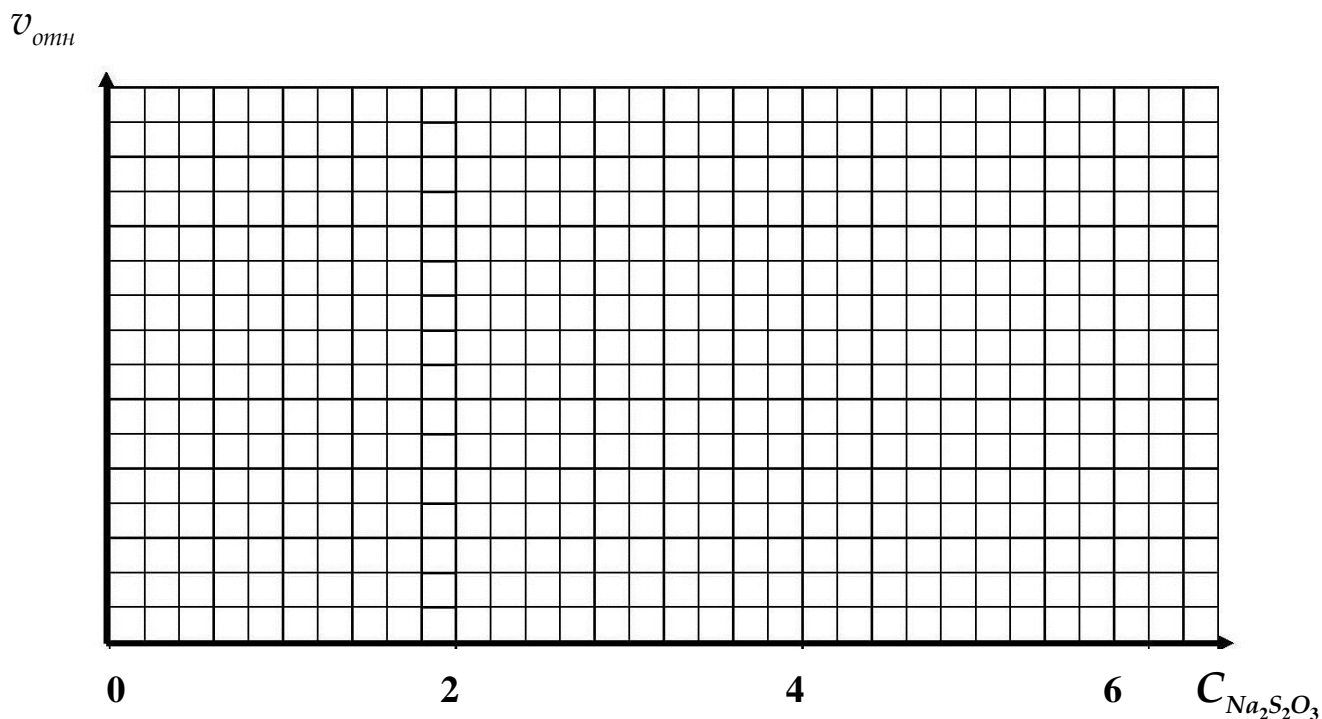
Напишите уравнение закона действующих масс для данной реакции –

а) в общем виде: $v = \underline{\hspace{10em}}$

б) для конкретных условий опыта (постоянство концентрации H_2SO_4):

$v = \underline{\hspace{10em}}$

По результатам опыта постройте график зависимости относительной скорости реакции от концентрации тиосульфата натрия. Для этого на абсциссе отложите число миллилитров раствора тиосульфата натрия, характеризуя этим его концентрацию (уже сделано), на ординате – величину относительной скорости в выбранном Вами масштабе.

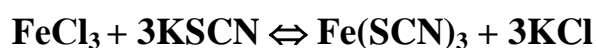


Вывод. _____

Опыт 3. Исследование подвижности положения химического равновесия при изменении концентрации вещества.

В пробирке смешайте из капельниц растворы хлорида железа (III) $FeCl_3$ и роданида калия $KSCN$ (по 2–3 капли каждого раствора). К полученному окрашенному раствору прилейте дистиллированной воды примерно на три четверти объёма пробирки и тщательно перемешайте.

В системе устанавливается равновесие, соответствующее уравнению:



Одним из продуктов указанной обратимой реакции является роданид железа (III) $Fe(SCN)_3$ кроваво–красного цвета.

Содержимое пробирки разделите приблизительно поровну на четыре части. К первой добавьте 2–3 капли раствора $FeCl_3$, ко второй – 2–3 капли раствора $KSCN$, к третьей – немного кристаллического хлорида калия KCl и встряхните для

растворения. Сравните изменения в окраске содержимого каждой пробирки с окраской раствора в оставшейся пробирке. Запишите свои наблюдения в таблицу.

№ пробирки	Добавляемое вещество	Наблюдения	Направление смещения положения равновесия	Изменения концентраций веществ в системе (увеличение – ↑, уменьшение – ↓)
1	FeCl₃			KSCN – Fe(SCN)₃ – KCl –
2	KSCN			FeCl₃ – Fe(SCN)₃ – KCl –
3	KCl			FeCl₃ – KSCN – Fe(SCN)₃ –

Запишите математическое выражение константы равновесия данной реакции.

$$K_p = \underline{\hspace{10em}}$$

Вывод. _____

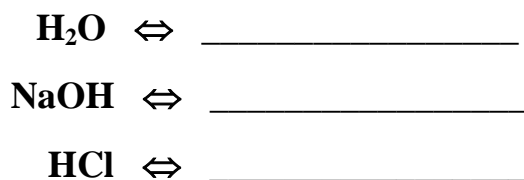
	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Опыт 1. Наблюдение окраски индикаторов в различных средах.

В три пробирки налейте дистиллированную воду (примерно по 1/4 объёма) и добавьте в каждую по 2–3 капли раствора фенолфталеина. Затем в первую пробирку прилейте немного хлороводородной кислоты **HCl**, а во вторую – немного раствора щёлочи **NaOH**. Отметьте цвет индикатора в каждой из трёх пробирок и запишите результаты наблюдений в таблицу. Прделайте аналогичные испытания для метилоранжа и универсального индикатора.

Запишите уравнения диссоциации электролитов:



По таблице цветов универсального индикатора определите величину водородного показателя **pH** в разных средах и запишите результаты в таблицу.

Среда	Цвет индикатора				Водородный показатель pH
	лакмус	фенолфталеин	метилоранж	универсальный индикатор	
Нейтральная $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$	Фиолетовый				
Кислая $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$	Розовый				
Щелочная $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$	Синий				

Опыт 2. Исследование подвижности положения химического равновесия при диссоциации слабого электролита.

В пробирку налейте раствор гидроксида аммония **NH₄OH** объёмом 2–3 мл и добавьте 2–3 капли раствора фенолфталеина. Полученный раствор _____ цвета перемешайте и примерно половину его отлейте в

другую пробирку.

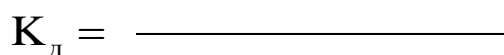
В одну из пробирок прибавьте немного сухого хлорида аммония и встряхните до полного растворения. Сравните окраску содержимого пробирок.

Напишите уравнения диссоциации гидроксида аммония и хлорида аммония.



Объясните смещение положения химического равновесия диссоциации гидроксида аммония при добавлении хлорида аммония.

Напишите выражение константы диссоциации гидроксида аммония.

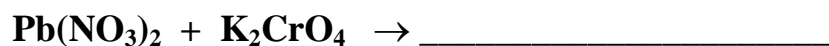


Вывод. _____

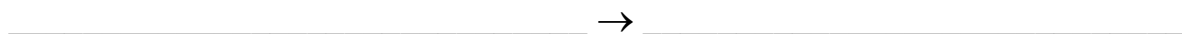
Опыт 3. Исследование направления реакций в растворах электролитов.

а) В одной пробирке смешайте растворы нитрата свинца (II) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и хромата калия K_2CrO_4 объёмом по 2–3 мл. Напишите уравнение происходящей реакции в трёх формах и отметьте цвет осадка (_____).

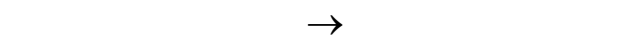
Молекулярное уравнение:



Полное ионное уравнение:



Краткое ионное уравнение:



б) В другую пробирку налейте раствор сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ объёмом 3–4 мл и добавьте к нему немного раствора гидроксида натрия NaOH до образования осадка (если образовавшийся осадок сразу растворится, то добавьте немного раствора сульфата алюминия). Укажите цвет осадка (_____).

Запишите уравнение реакции образования амфотерного гидроксида алюминия.



Напишите уравнения диссоциации молекул амфотерного гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{H}_3\text{AlO}_3$ по основному и кислотному механизмам:



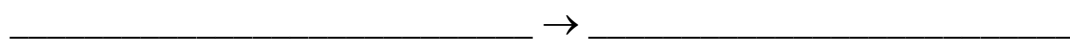
Перемешайте, встряхивая, содержимое пробирки и перенесите примерно половину его в другую пробирку. В первую добавьте раствор HCl , во вторую – раствор NaOH до растворения осадков.

Напишите уравнения реакций взаимодействия амфотерного гидроксида алюминия с кислотой и щёлочью в трёх формах:

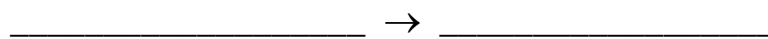
молекулярное уравнение реакции



полное ионное уравнение



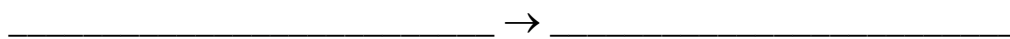
краткое ионное уравнение



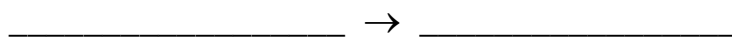
молекулярное уравнение реакции



полное ионное уравнение



краткое ионное уравнение



Сделайте вывод о направлении протекания реакций в растворах электролитов и о диссоциации амфотерных электролитов в кислой и щелочной средах.

Вывод. _____

Ответьте на дополнительные вопросы к этой работе.

1. Дайте определение кислот, оснований и солей согласно теории электролитической диссоциации. Приведите по два примера кислот и оснований, являющихся сильными и слабыми электролитами.

Кислоты _____

Сильные _____ Слабые _____

Основания _____

Сильные _____ Слабые _____

Все растворимые соли – сильные электролиты

2. В структурных формулах NaOH , H_2SO_4 и NaHCO_3 укажите цифрами связи, по которым электролитическая диссоциация проходит полностью (1), частично (2), отсутствует (3).



3. Сравните в виде отношения концентрации (моль/л) ионов водорода в водных растворах HCl и CH_3COOH при условии, что молярная концентрация и температура растворов одинаковы, но степень диссоциации хлороводорода составляет 92%, а уксусной кислоты – 1,4%.

4. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л):

а) HCl в растворе с pH 3

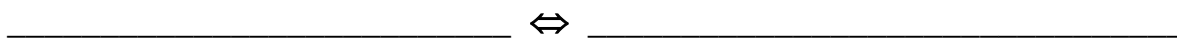
б) NaOH в растворе с pH 12

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Лабораторная работа № __
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА СОЛЕЙ

Опыт 1. Изучение подвижности положения химического равновесия гидролиза соли при изменении температуры.

Налейте в пробирку раствор ацетата натрия NaCH_3COO на 1/4 объёма и добавьте каплю раствора фенолфталеина. Отметьте окраску индикатора (_____). Напишите уравнение гидролиза ацетата натрия в трёх формах:



Нагрейте пробирку на водяной бане. Как изменяется окраска индикатора? Почему? Охладите пробирку водопроводной водой. Что происходит с окраской раствора? Как влияет изменение температуры на положение равновесия гидролиза? Что происходит со степенью гидролиза при нагревании? Запишите ответы на вопросы и вывод.

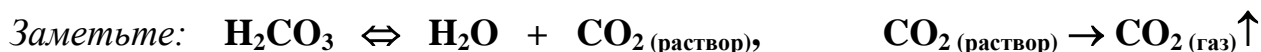
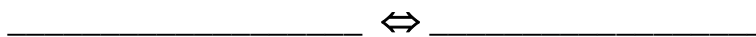
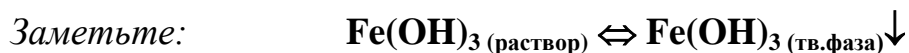
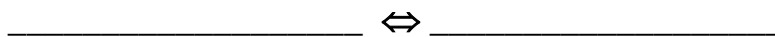
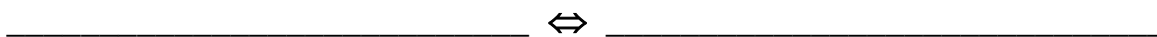
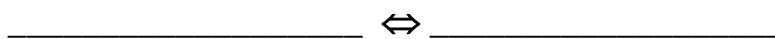
Вывод. _____

Опыт 2. Исследование гидролиза сульфата алюминия.

В пробирку налейте раствор сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ примерно на 1/4 объёма. Затем в пробирку с раствором соли добавьте три капли индикатора метилоранжа. Отметьте окраску индикатора и укажите характер среды в растворе.

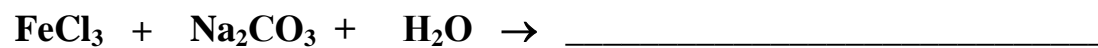
ров солей ионы H^+ (из раствора _____) реагируют с ионами OH^- (из раствора _____), образуя слабый электролит воду: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

Концентрации ионов – продуктов гидролиза уменьшаются, и равновесие гидролиза смещается вправо – гидролиз усиливается, становятся заметными последующие стадии гидролиза:



Запишите наблюдения _____

и составьте суммарное уравнение произошедшего в опыте.



Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Лабораторная работа № __
**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ**

Опыт 1. Получение суспензии мела в воде.

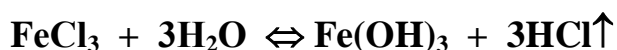
Налейте в пробирку дистиллированную воду (на 1/4 объёма) и прибавьте в неё немного порошка мела. Пробирку несколько раз энергично встряхните для равномерного распределения частиц мела по всему объёму жидкости. Поставьте пробирку в штатив и наблюдайте за изменениями в полученной суспензии.

Какие системы называют суспензиями? Что является в данной суспензии дисперсионной средой, а что – дисперсной фазой? От чего зависит устойчивость суспензии? Запишите ответы на вопросы и вывод.

Вывод. _____

Опыт 2. Исследование зависимости скорости коагуляции золя гидроксида железа (III) от величины заряда иона-коагулянта.

Коллоидный раствор (золь) гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$ уже получен полным гидролизом хлорида железа (III) – $FeCl_3$ в кипящей воде. При кипячении образующийся хлороводород удаляется из системы с парами воды, благодаря чему положение равновесия смещается вправо, гидролиз усиливается и идёт до конца:



Учитывая, что стабилизатором является хлорид железа (III), составьте формулу мицеллы предварительно полученного золя гидроксида железа (III).

Формула мицеллы золя гидроксида железа (III):



Какой по знаку заряд имеют гранулы исследуемого золя? Какие ионы будут вызывать разрушение золя, его коагуляцию – положительные или отрицательные?

Налейте в три пробирки предварительно полученный золь гидроксида железа (III) примерно на 1/4 объёма в каждую.

В первую пробирку из капельницы добавьте 3 – 4 капли раствора NaCl,



во вторую 3 – 4 капли раствора Na₂SO₄,



а в третью добавьте 3 – 4 капли раствора Na₃PO₄



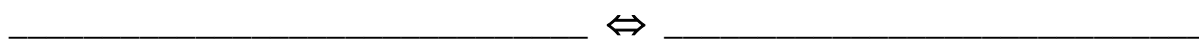
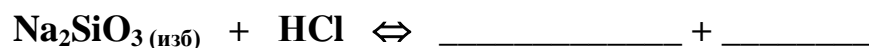
Наблюдайте за происходящими в пробирках явлениями в течение нескольких минут. Какой из электролитов быстрее всего вызывает коагуляцию и чем это можно объяснить?

Вывод: _____

Опыт 3. Получение гидрогеля кремниевой кислоты.

Налейте в пробирку специально приготовленный раствор силиката натрия примерно на 1/4 объёма, затем прибавьте разбавленную хлороводородную (соляную) кислоту (1–2 мл) и энергично перемешайте.

Напишите уравнение реакции в трёх формах и формулу мицеллы образующегося геля, учитывая избыток силиката натрия.



Формула мицеллы геля кремниевой кислоты:

Объясните схему процесса гелеобразования за счёт образования межмолекулярных и молекулярных связей. Какой по знаку заряд имеют гранулы коллоидных частиц полученного геля?

Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЁСТКОСТИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ. РЕАГЕНТНОЕ УМЯГЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ВОДЫ

Опыт 1. Определение карбонатной (временной) жёсткости водопроводной воды титрованием хлороводородной (соляной) кислотой.

Титрование – постепенное добавление (по каплям) раствора реагента контролируемого объёма к анализируемому раствору заданного объёма.

Отмерьте мерным цилиндром (стаканом) порцию водопроводной воды объёмом 100 мл, перелейте её в чистую коническую колбу, добавьте 3 – 4 капли индикатора (метилоранж). Запишите начальный уровень соляной кислоты в бюретке (*цена деления – 0,1 мл*) и титруйте воду в колбе до точки эквивалентности, т.е. до момента изменения лимонно–жёлтой окраски раствора в оранжевую. При добавлении избытка кислоты окраска раствора станет розовой. В таком случае опыт следует переделать.

Запишите уровень соляной кислоты в бюретке после окончания титрования. По разности уровней определите объём соляной кислоты, израсходованной при титровании.

Вычислите величину карбонатной жёсткости (мэкв/л) воды по формуле:

$$Ж_{\text{к}} = \frac{V_{\text{HCl}} \cdot C_{\text{HCl}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 10^3,$$

где $Ж_{\text{к}}$ – карбонатная (временная) жёсткость воды (мэкв/л),

V_{HCl} – объём раствора HCl, израсходованного для титрования (мл),

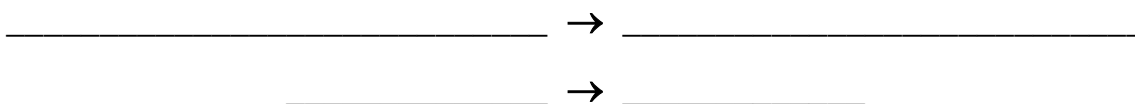
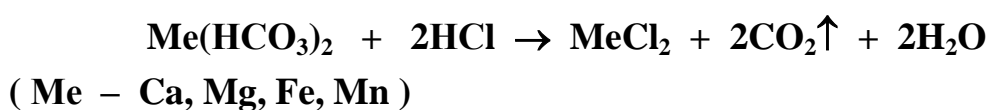
C_{HCl} – концентрация HCl в растворе (0,1 экв/л),

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ – объём водопроводной воды, взятой для титрования (мл).

Повторите титрование три раза, запишите полученные результаты в таблице.

№ пробы	V _{H₂O} мл	Уровень раствора HCl до начала титрования	Уровень раствора HCl по окончании титрования	V _{HCl} мл	Ж _к ⁱ мЭКВ/л
1	100				
2	100				
3	100				

Напишите уравнение реакции при титровании в трёх формах.



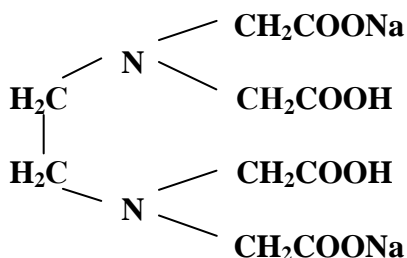
Рассчитайте среднее значение карбонатной жёсткости воды по результатам опыта:

$$\text{Ж}_k = \frac{\text{Ж}_k^{(1)} + \text{Ж}_k^{(2)} + \text{Ж}_k^{(3)}}{3} = \frac{\quad}{3} = \quad \text{мЭКВ/л.}$$

Вывод. _____

Опыт 2. Определение общей жёсткости водопроводной воды трилонометрическим методом.

Метод основан на использовании реактива, название которого трилон-Б (это органический комплексообразователь – динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты – образует прочные комплексные соединения с ионами жёсткости):



Отмерьте в коническую колбу исследуемую водопроводную воду объёмом 50 мл, добавьте дистиллированную воду равного объёма, туда же из бюретки прилейте раствор буферной смеси объёмом 5,0 мл. Прибавьте чуть-чуть порошкообразного индикатора (хромоген чёрный) и круговыми движениями перемешайте содержимое колбы до растворения индикатора и появления светло-фиолетовой окраски раствора. Запишите начальный уровень раствора трилона-Б в бюретке с точностью до 0,1 мл. Медленно по каплям титруйте воду в колбе при постоянном перемешивании до момента изменения окраски раствора в синеголубую. Запишите уровень раствора трилона в бюретке после титрования. По разности определите объём раствора, израсходованного для титрования.

Вычислите величину общей жёсткости (мэкв/л) воды по формуле:

$$Ж_0 = \frac{V_T \cdot C_T}{V_{H_2O}} \cdot 10^3,$$

где $Ж_0$ – общая жёсткость воды (мэкв/л),

V_T – объём раствора трилона, израсходованного для титрования (мл),

C_T – концентрация трилона в растворе (0,02 экв/л),

V_{H_2O} – объём водопроводной воды, взятой для титрования (мл).

Повторите титрование три раза, запишите полученные результаты в таблицу.

№ пробы	V_{H_2O} мл	Уровень раствора трилона до начала титрования	Уровень раствора трилона по окончании титрования	V_T мл	$Ж_0^i$ мэкв/л
1	50				
2	50				
3	50				

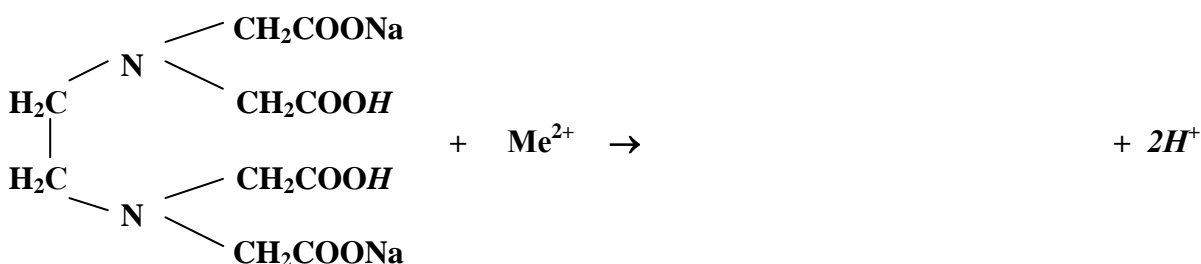
Рассчитайте среднее значение общей жёсткости воды по результатам опыта.

$$Ж_0 = \frac{Ж_0^{(1)} + Ж_0^{(2)} + Ж_0^{(3)}}{3} = \frac{\quad}{3} = \quad \text{мэкв/л.}$$

Соответственно, некарбонатная (постоянная) жёсткость воды:

$$\mathbf{Ж}_H = \mathbf{Ж}_O - \mathbf{Ж}_K = \underline{\hspace{2cm}} - \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мЭкв/л}$$

Напишите уравнение реакции взаимодействия трилона-Б с катионом жёсткости Me^{2+} ($\text{Me} - \text{Ca, Mg, Fe, Mn}$).



Вывод. _____

Опыт 3. Некоторые реagentные (химические) методы умягчения воды.

Налейте в пробирку водный раствор сульфата магния объёмом около 2 мл, добавьте раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ равного объёма. Что происходит? Напишите уравнение реакции в трёх формах.

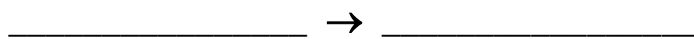
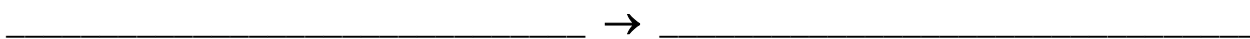
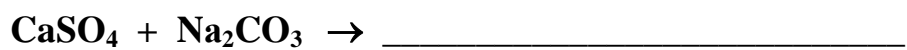


Изменится ли (и как) общая жёсткость воды с учётом диссоциации $\text{Ca}(\text{OH})_2$? –

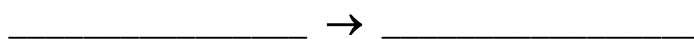
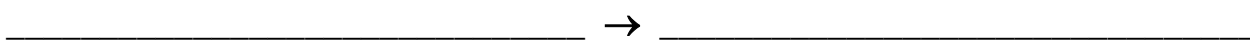
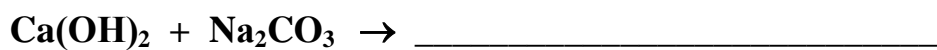
- а) при недостатке $\text{Ca}(\text{OH})_2$ _____
- б) при эквивалентном количестве $\text{Ca}(\text{OH})_2$ _____
- в) при избытке $\text{Ca}(\text{OH})_2$ _____

Профильтруйте содержимое пробирки и к фильтрату добавьте раствор карбоната натрия. Что происходит?

Напишите уравнение реакции в трёх формах.



При избытке $\text{Ca}(\text{OH})_2$ также происходит реакция:



Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Лабораторная работа № __

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ОКИСЛЕНИЯ–ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Опыт 1. Окислительные свойства перманганата калия в различных средах.

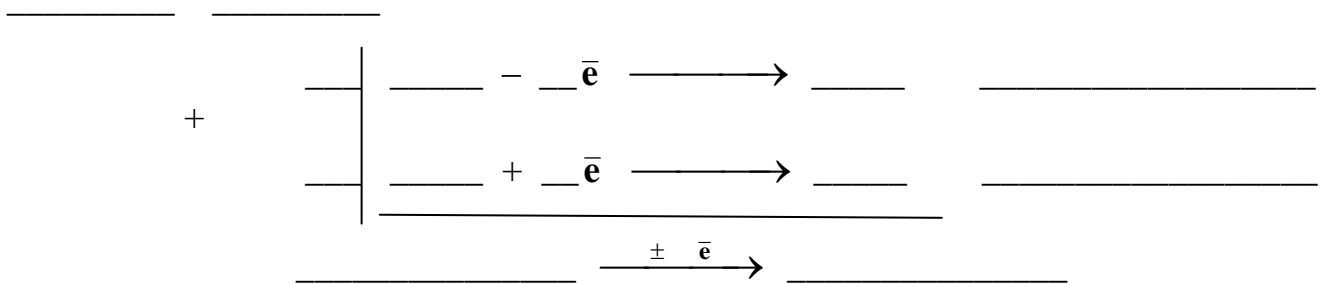
Налейте в три пробирки раствор перманганата калия объёмом по 1–2 мл в каждую. Затем в первую добавьте раствор серной кислоты (2–3 мл), во вторую – ничего, а в третью – раствор гидроксида натрия объёмом примерно 2–3 мл.

Во все три пробирки прилейте раствор сульфита натрия до появления видимых изменений в окраске растворов. Отметьте эти изменения. Расставьте коэффициенты в уравнениях происходящих реакций методами электронного и/или электронно–ионного баланса, укажите окислитель (*ок–ль*), восстановитель (*в–ль*), процессы окисления (*ок–ние*) и восстановления (*в–ние*).

В кислой среде

Наблюдения _____

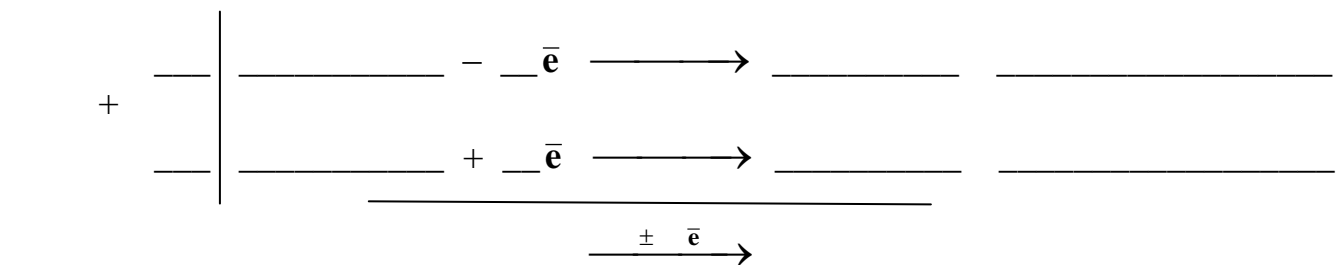
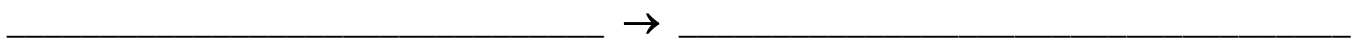
Метод электронного баланса



Метод электронно–ионного баланса

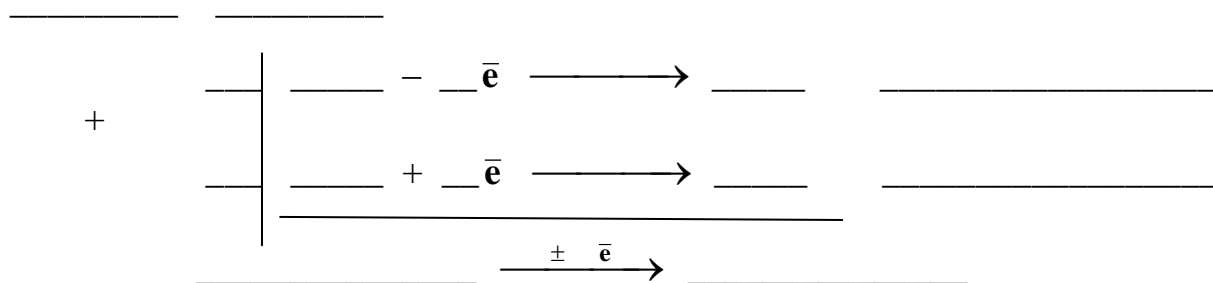
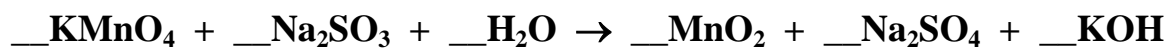


Ионно–молекулярное уравнение

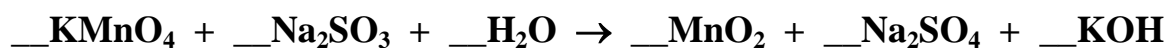


В нейтральной среде Наблюдения _____

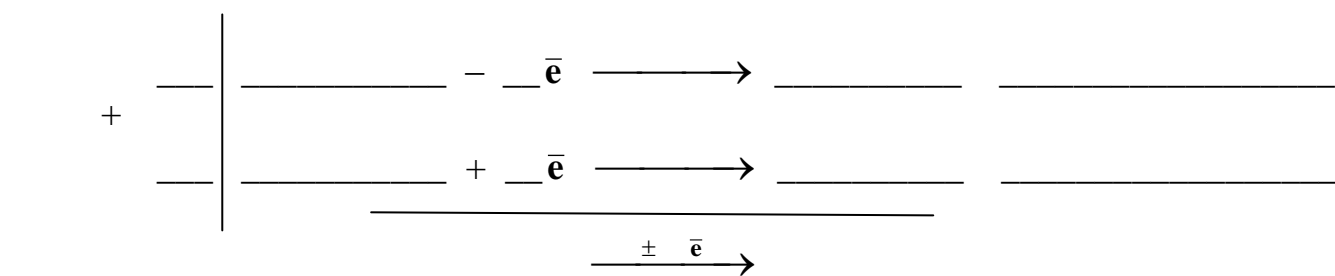
Метод электронного баланса



Метод электронно-ионного баланса

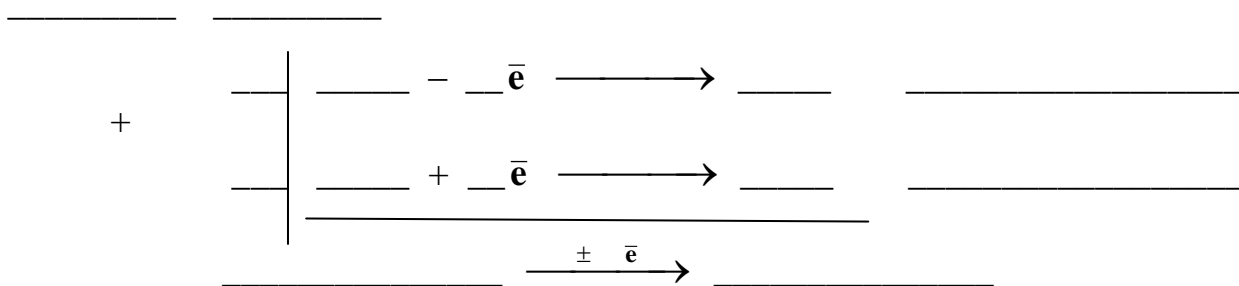
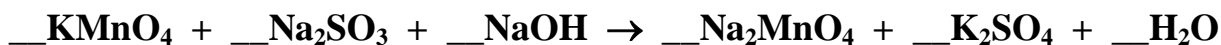


Ионно-молекулярное уравнение

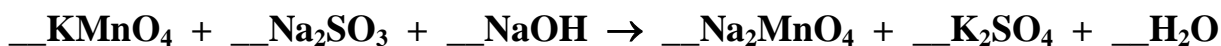


В щелочной среде Наблюдения _____

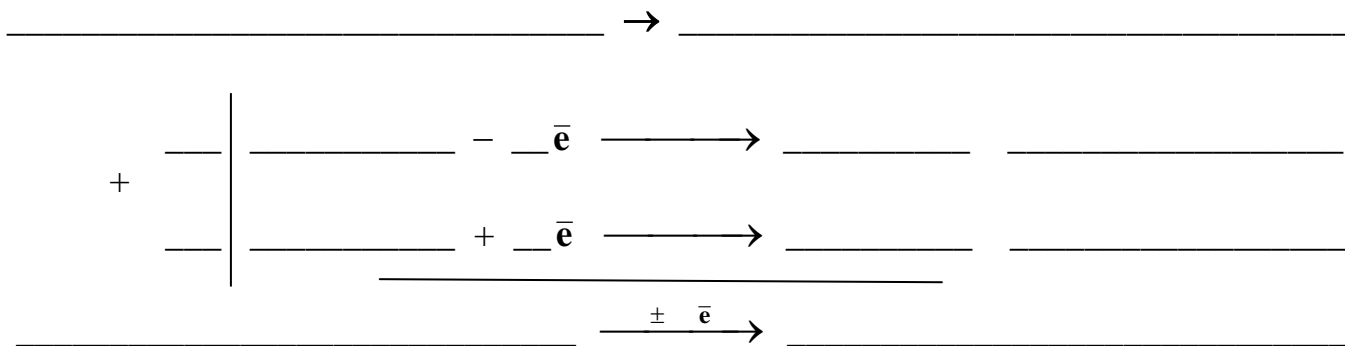
Метод электронного баланса



Метод электронно-ионного баланса



Ионно–молекулярное уравнение

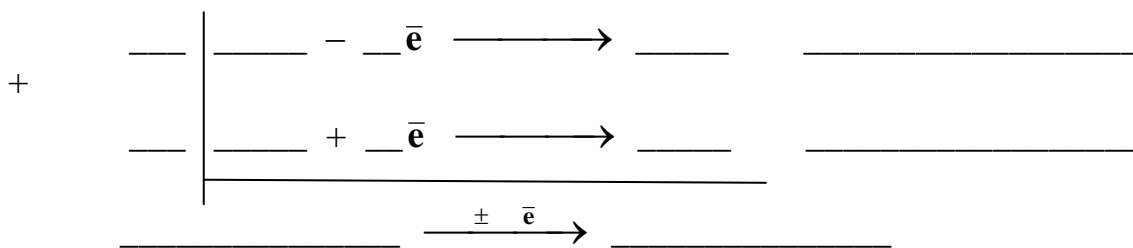


Образующийся в щелочной среде манганат Na_2MnO_4 , окрашивающий раствор в зелёный цвет, быстро разлагается (диспропорционирует) на нерастворимый бурого цвета MnO_2 и NaMnO_4 :

Наблюдения _____



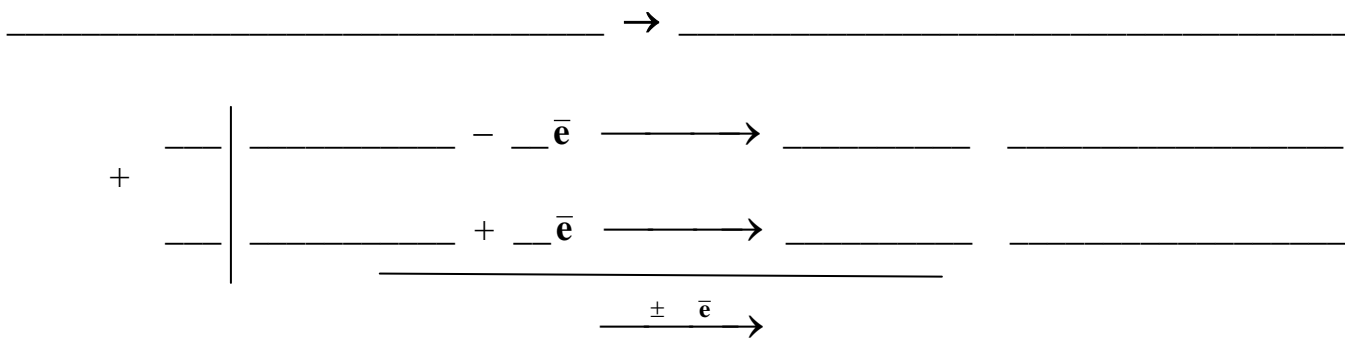
Метод электронного баланса



Метод электронно–ионного баланса



Ионно–молекулярное уравнение

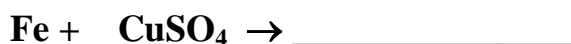


Вывод. _____

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Опыт 1. Взаимодействие металлов с солями других металлов в водном растворе.

Поместите в пробирку железный гвоздь, предварительно очищенный от следов ржавчины, и прилейте водный раствор сульфата меди (II) объёмом 2–3 мл. Через 5–10 минут слейте раствор и рассмотрите поверхность гвоздя. Отметьте изменения.



Вывод. _____

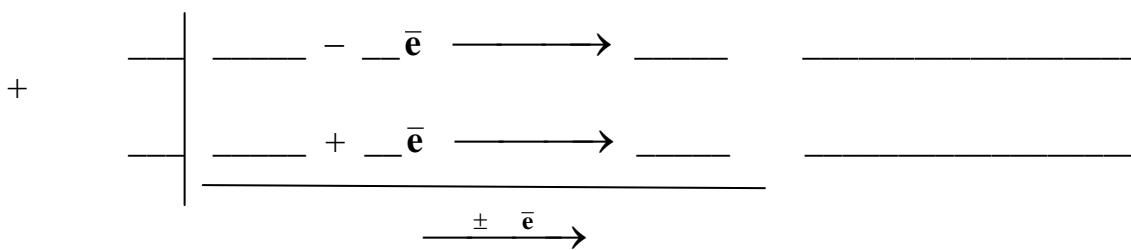
Опыт 2. Взаимодействие металлов с некоторыми кислотами различной концентрации.

В вытяжном шкафу налейте в две пробирки концентрированную азотную кислоту объёмом 1–2 мл в каждую. В одну из пробирок опустите гранулу цинка, в другую – обрезок медной проволоки. Что наблюдается?

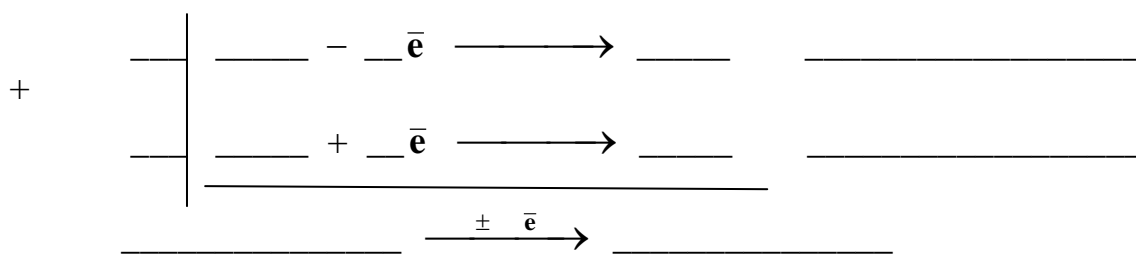
Запишите уравнения реакций при взаимодействии цинка и меди с концентрированной азотной кислотой. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите окислитель (*ок-ль*), восстановитель (*в-ль*), процессы окисления (*ок-ние*) и восстановления (*в-ние*).



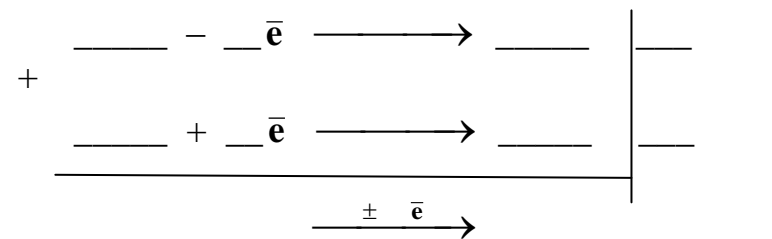
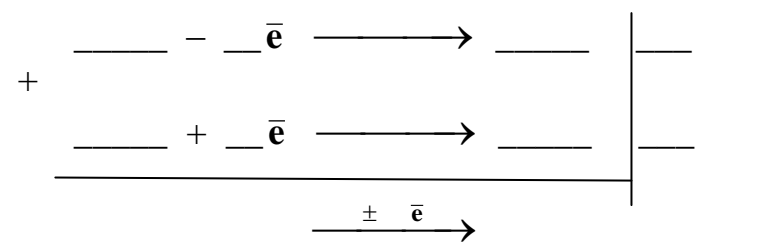
Наблюдения _____



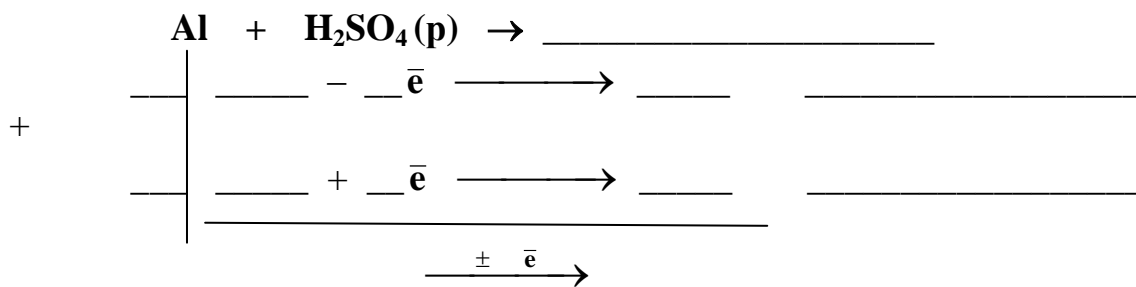
Наблюдения _____



Не выполняя практически, запишите уравнения реакций взаимодействия концентрированной серной кислоты с цинком и медью. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите окислитель (*ок-ль*), восстановитель (*в-ль*), процессы окисления (*ок-ние*) и восстановления (*в-ние*).

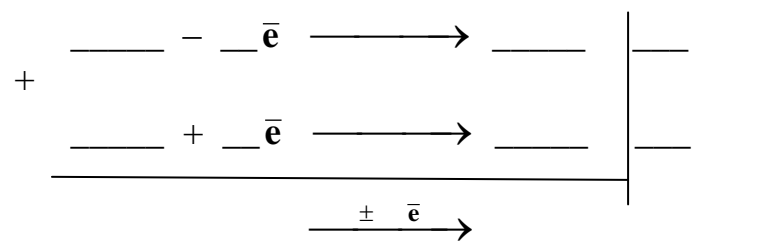
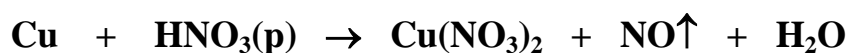
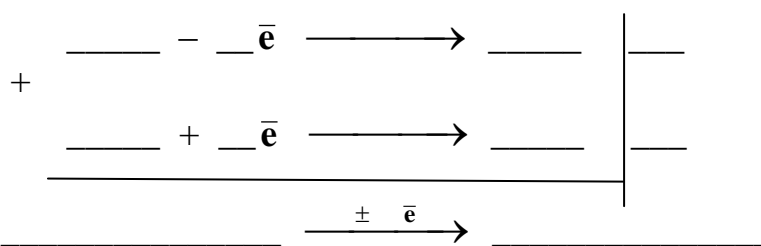
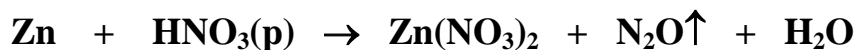


Поместите в одну пробирку небольшой образец алюминия, в другую – образец меди. Добавьте в каждую пробирку разбавленную серную кислоту объёмом 1–2 мл. В какой пробирке идёт реакция? Запишите уравнение происходящей реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите окислитель (*ок-ль*), восстановитель (*в-ль*), процессы окисления (*ок-ние*) и восстановления (*в-ние*).





Не выполняя практически, запишите уравнения реакций взаимодействия разбавленной азотной кислоты с цинком и медью. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите окислитель (*ок-ль*), восстановитель (*в-ль*), процессы окисления (*ок-ние*) и восстановления (*в-ние*).



Вывод. _____

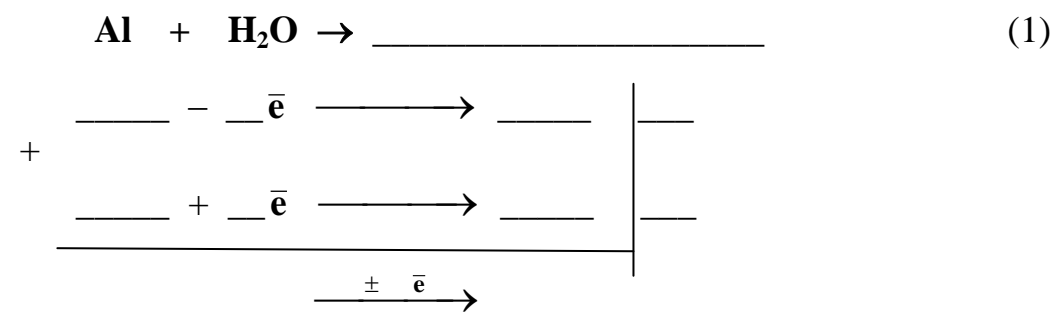
Опыт 3. Взаимодействие алюминия с водным раствором щёлочи.

Поместите в две пробирки образцы алюминия и прилейте в одну из них воду, а в другую – водный раствор гидроксида натрия объёмом 1–2 мл. Что наблюдается в каждой пробирке? Запишите уравнения происходящих реакций. Расставьте коэффициенты в уравнениях окислительно–восстановительных реакций методом электронного баланса, укажите окислитель (*ок-ль*), восстановитель (*в-ль*), процессы окисления (*ок-ние*) и восстановления (*в-ние*).

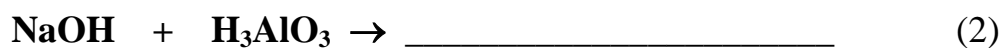
Обратите внимание, что сначала происходит растворение защитной оксидной

плёнки на поверхности металлического алюминия в присутствии NaOH (Al_2O_3 – амфотерный оксид): $\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \underline{\hspace{4cm}}$

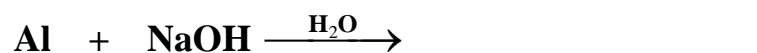
Лишённый защитной плёнки активный алюминий реагирует с водой:



Образующийся амфотерный гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{H}_3\text{AlO}_3$ тотчас взаимодействует со щёлочью, образуя растворимую соль:



Суммируем (1) и (2):



Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Лабораторная работа № __

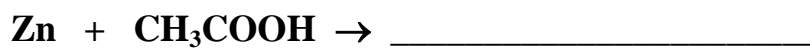
ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Опыт 1. Влияние образования микрогальванических элементов на скорость окисления цинка в кислой среде.

Налейте в две пробирки раствор уксусной кислоты объёмом 2–3 мл в каждую и опустите в них по одной грануле цинка. Затем в одну из пробирок добавьте немного раствора сульфата меди (II). Обратите внимание на изменение интенсивности выделения пузырьков водорода в этой пробирке.

Напишите уравнения реакций, протекающих в каждой пробирке, расставьте коэффициенты. Нарисуйте схему одного из микрогальванических элементов, возникающих в пробирке при добавлении раствора сульфата меди (II). Напишите уравнения анодной и катодной реакций. *После окончания опыта промойте цинковые гранулы и положите их в фарфоровую чашку.*

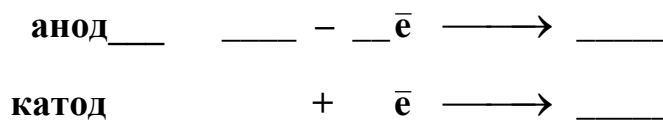
В обеих пробирках происходит реакция:



Во второй пробирке дополнительно происходит реакция:



Схема микрогальванического элемента

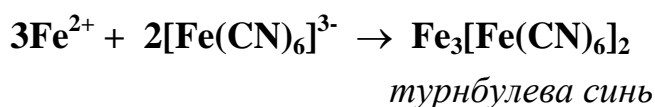


Вывод. _____

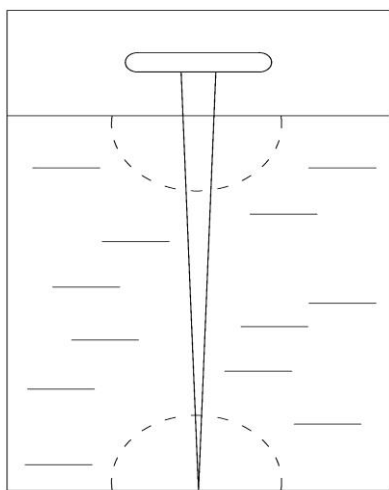
Опыт 2. Коррозия железа при неравномерной аэрации в нейтральной среде (демонстрационный опыт).

Демонстрируется стаканчик с гелем, загущённым агар–агаром, в который наполовину погружён железный гвоздь. Гель содержит гексацианоферрат железа (III) $K_3[Fe(CN)_6]$ – реактив на ион Fe^{2+} . В гель добавили несколько капель фенолфталеина для обнаружения ионов OH^- .

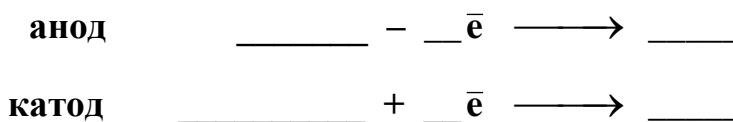
Анодные участки, где железо окисляется и переходит в состояние Fe^{2+} , обнаруживаются по синему цвету образующегося комплекса:



Области, окрасившиеся в розовый цвет, соответствуют катодным участкам, где происходит восстановление кислорода (процесс кислородной деполяризации) с образованием ионов OH^- , что обнаруживается по малиновой окраске фенолфталеина.



Отметьте увиденное на картинке, укажите расположение анодных и катодных участков, запишите уравнения электродных процессов.



Вывод. _____

Опыт 3. Моделирование коррозии железа в различных электролитах.

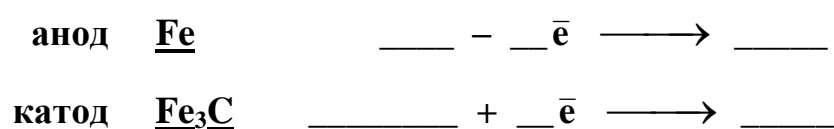
Налейте в три пробирки примерно на 1/4 объёма дистиллированной воды. Затем добавьте в **первую** пробирку щепотку поваренной соли NaCl, во **вторую** пробирку немного раствора серной кислоты, в **третью** – немного раствора гидрок-

сида натрия. Во все пробирки добавьте по 2 капли раствора $K_3[Fe(CN)_6]$. Перемешайте содержимое и аккуратно опустите в каждую пробирку по гвоздю, предварительно очищенному наждачной бумагой. Отметьте наблюдаемые изменения содержимого в пробирках. Заполните таблицу. О скорости коррозии железа можно судить по окраске раствора (чем больше ионов Fe^{2+} образуется в результате окисления железа, тем большей интенсивности будет синяя окраска раствора). Сравнительную скорость коррозии обозначьте цифрами от 1 до 3 (наименьшая скорость – 1, наибольшая – 3).

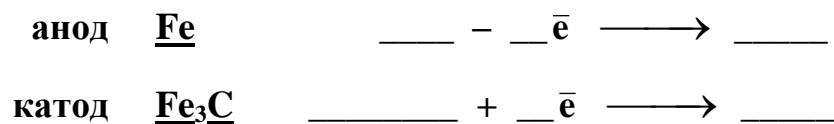
№	Ионы и молекулы, находящиеся в растворе	pH раствора	Окраска раствора	Сравнительная скорость коррозии
1	Na^+ , Cl^- , H_2O , O_2	7		
2	H^+ , SO_4^{2-} , H_2O , O_2	2		
3	Na^+ , OH^- , H_2O , O_2	12		

Составьте уравнения реакций на анодных и катодных участках при электрохимической коррозии железа, протекающей в каждой пробирке. После опыта гвозди промойте и сложите в фарфоровую чашку.

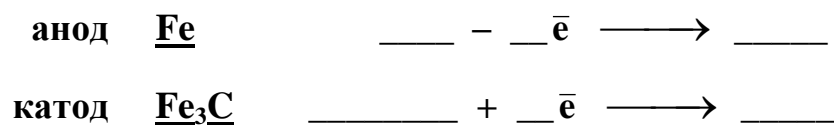
Раствор 1



Раствор 2



Раствор 3



Вывод. _____

Опыт 4. Коррозия лужёного и оцинкованного железа.

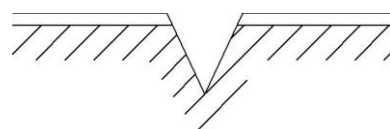
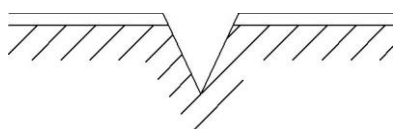
Налейте в две пробирки дистиллированную воду на 1/4 объёма, в каждую добавьте раствор уксусной кислоты объёмом 1–2 мл и по 2–3 капли раствора $K_3[Fe(CN)_6]$. В первую пробирку опустите обрезок белой жести (железо, покрытое слоем олова, – лужёное), в другую – обрезок оцинкованного железа. Наблюдайте, какие изменения произошли с образцами белой жести и оцинкованного железа. Отметьте окраску растворов. *Использованные образцы металлов промойте и сложите в фарфоровую чашку.* Составьте схемы микрогальванических элементов, учитывая, что процесс коррозии происходит в кислой среде. Напишите уравнения анодных и катодных реакций. Сравните коррозионную стойкость двух исследованных образцов.

Лужёное железо

Оцинкованное железо

Схема гальванического элемента

Схема гальванического элемента



анод _____ - e^- → _____

анод _____ - e^- → _____

катод _____ + e^- → _____

катод _____ + e^- → _____

Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Опыт 1. Получение кристаллов двуводного гипса.

Налейте в пробирку специально приготовленный раствор серной кислоты объёмом 3–4 мл и прилейте к нему раствор хлорида кальция объёмом 1–2 мл.

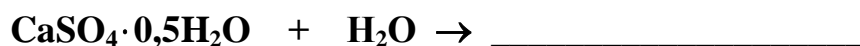
Наблюдайте образование кристаллов малорастворимого двуводного сульфата кальция (двуводного гипса) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ по уравнению:



Вывод. _____

Опыт 2. Твердение строительного гипса.

На часовое стекло насыпьте немного порошка строительного гипса. Прилейте немного воды и перемешайте так, чтобы получилась тестообразная масса. Из теста скатайте шарик и оставьте его на стекле. Через некоторое время оцените прочность образовавшегося камня. Напишите уравнение реакции гидратации.



Вывод. _____

Опыт 3. Получение водной вытяжки портландцемента и определение её ионного состава.

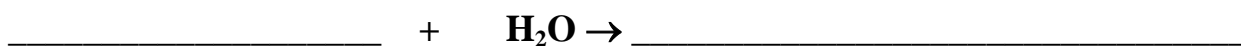
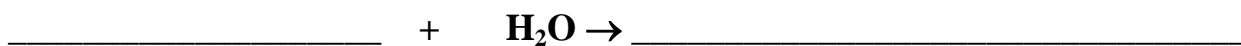
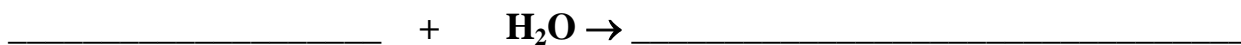
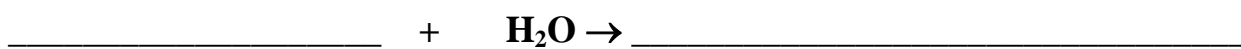
Насыпьте в пробирку немного порошка портландцемента (на 0,5 см от дна). Налейте дистиллированную воду почти до верха пробирки и энергично взболтайте до получения однородной суспензии. Содержимое пробирки отфильтруйте на воронке с бумажным фильтром. Прозрачный фильтрат разделите на две порции. К содержимому одной порции прилейте раствор карбоната натрия, к содержимому

другой – каплю фенолфталеина.

В состав портландцемента входят четыре основных минерала:

трёхкальциевый силикат (алит)	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	(C ₃ S)
двухкальциевый силикат (белит)	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	(C ₂ S)
трёхкальциевый алюминат	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	(C ₃ A)
четырёхкальциевый алюмоферрит	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	(C ₄ AF)

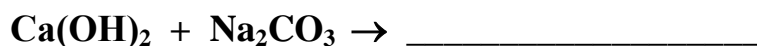
При взаимодействии с водой каждого из минералов происходят реакции:



При взаимодействии алита с водой образуется сильное основание – гидроксид кальция, молекулы которого практически необратимо диссоциируют в водном растворе по уравнению:



Ионы Ca^{2+} можно обнаружить в фильтрате добавлением к нему водного раствора карбоната натрия.



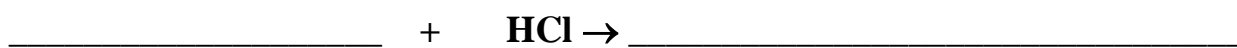
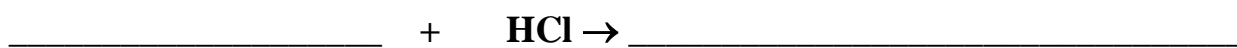
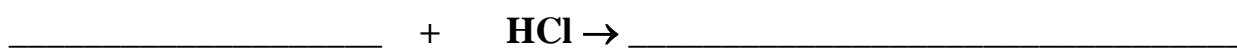
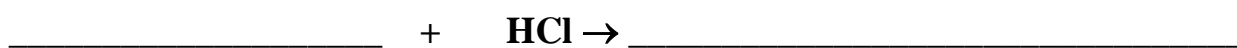
Ионы OH^- придают раствору щелочной характер, фенолфталеин окрашивается в _____ цвет.

Вывод. _____

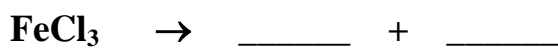
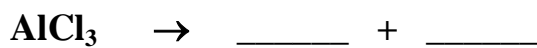
Опыт 4. Частичное растворение и разрушение портландцемента с помощью кислоты. (*опыт выполняется в вытяжном шкафу*).

Насыпьте в пробирку порошок портландцемента и прилейте на треть объема пробирки раствор хлороводородной (соляной) кислоты. Через 3–5 минут содержимое пробирки отфильтруйте на воронке с бумажным фильтром. Фильтрат разделите на две части. К одной из них добавьте оксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (*для обнаружения ионов кальция*), к другой добавьте роданид калия KSCN (*для обнаружения ионов железа Fe^{3+}*).

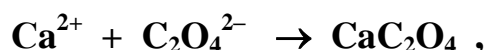
При взаимодействии с соляной кислотой каждого из минералов портландцемента происходят реакции:



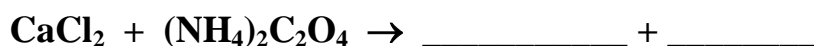
Растворимые продукты разрушения цемента в водном растворе находятся в виде ионов:



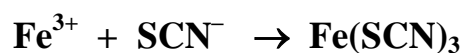
Ионы кальция Ca^{2+} , перешедшие в раствор, можно обнаружить оксалатом аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. При этом ионы $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ связывают ионы Ca^{2+} в нерастворимый в воде оксалат кальция:



Молекулярное уравнение:



Ионы железа Fe^{3+} , перешедшие в раствор, можно обнаружить роданидом калия KSCN . При этом ионы SCN^- реагируют с ионами Fe^{3+} с образованием роданида железа (III), имеющего характерную кроваво-красную окраску.



Молекулярное уравнение:



Вывод. _____

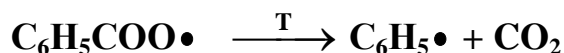
	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Лабораторная работа № __
**ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДАМИ ЦЕПНОЙ И СТУПЕНЧАТОЙ
 ПОЛИМЕРИЗАЦИИ**

Опыт 1. Полимеризация в блоке.

Поместите жидкий стирол объёмом примерно 5 мл в чистую пробирку, добавьте две гранулы перекиси бензоила, перемешайте. Нагревайте содержимое на водяной бане 15 – 20 минут. Наблюдайте постепенное загустевание и отверждение содержимого пробирки.

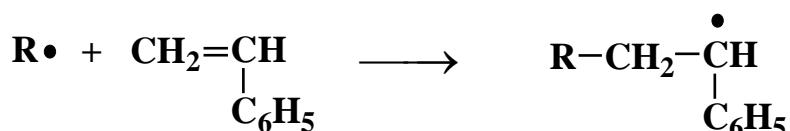
При нагревании перекись бензоила разлагается на свободные радикалы:



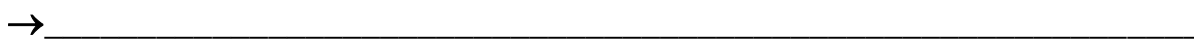
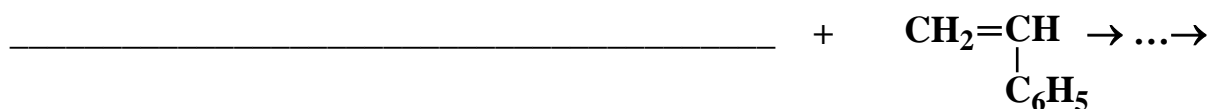
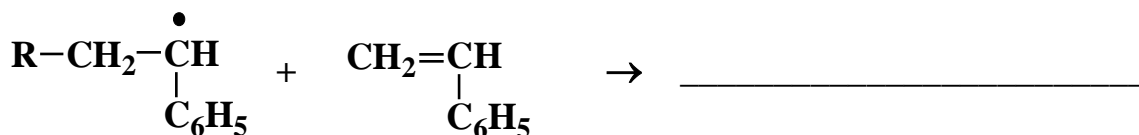
Обозначим условно радикал $\text{C}_6\text{H}_5\bullet$ символом $\text{R}\bullet$

Механизм радикальной полимеризации –

– стадия инициирования цепи



– стадия роста цепи



– стадия обрыва цепи

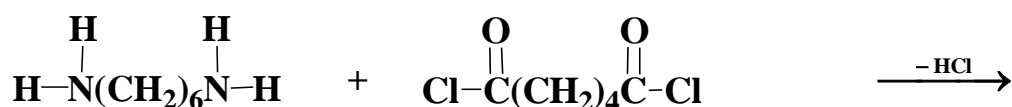
_____ + _____ →

→ _____

Вывод. _____

Опыт 2. Получение полиамида на границе раздела двух фаз.

Налейте в пробирку водный раствор гексаметилендиамина (1–2 мл), содержащий карбонат натрия для удаления выделяющегося хлороводорода. Затем осторожно по стенке, чтобы не перемешивалось, прилить раствор хлорангидрида адипиновой кислоты в бензоле. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей сразу образуется плёнка полимера, которую надо поддеть стеклянной палочкой и вытягивать из пробирки с такой скоростью, чтобы образовалась по возможности ровная по толщине нить или плёнка. Образовавшийся полимер промойте несколько раз водой и просушите на воздухе. Напишите уравнение реакции образования полиамида.



→ - НСІ → _____...

Вывод. _____

	Фамилия И.О. студента	Подпись студента	Дата	Подпись преподавателя
Работа выполнена				
Работа защищена				

Названия распространённых кислот и кислотных остатков

<i>Кислота</i>	<i>Название кислоты</i>	<i>Кислотный остаток</i>	<i>Название кислотного остатка</i>
HAlO_2	Метаалюминиевая	AlO_2^-	Метаалюминат
H_3AlO_3	Ортоалюминиевая	AlO_3^{3-}	Ортоалюминат
H_3BO_3	Ортоборная (борная)	BO_3^{3-}	Ортоборат
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Четырёхборная	$\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	Тетраборат
HCOOH	Муравьиная	HCOO^-	Формиат
CH_3COOH	Уксусная	CH_3COO^-	Ацетат
HCN	Циановодородная	CN^-	Цианид
H_2CO_3	Угльная	CO_3^{2-}	Карбонат
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Щавелевая	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Оксалат
HF	Фтороводородная (плавиковая)	F^-	Фторид
HCl	Хлороводородная (соляная)	Cl^-	Хлорид
HBr	Бромоводородная	Br^-	Бромид
HI	Йодоводородная	I^-	Иодид
HClO	Хлорноватистая	ClO^-	Гипохлорит
HClO_2	Хлористая	ClO_2^-	Хлорит
HClO_3	Хлорноватая	ClO_3^-	Хлорат
HClO_4	Хлорная	ClO_4^-	Перхлорат
HCrO_2	Метахромистая	CrO_2^-	Метахромит
H_2CrO_4	Хромовая	CrO_4^{2-}	Хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Двухромовая	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Дихромат
HMnO_4	Марганцовая	MnO_4^-	Перманганат
H_2MnO_4	Марганцовистая	MnO_4^{2-}	Манганат
HNO_2	Азотистая	NO_2^-	Нитрит
HNO_3	Азотная	NO_3^-	Нитрат
HPO_3	Метафосфорная	PO_3^-	Метафосфат
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Пирофосфорная	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	Пирофосфат
H_3PO_4	Ортофосфорная (фосфорная)	PO_4^{3-}	Ортофосфат (фосфат)
H_2S	Сероводородная	S^{2-}	Сульфид
HSCN	Родановодородная	SCN^-	Роданид
H_2SO_3	Сернистая	SO_3^{2-}	Сульфит
H_2SO_4	Серная	SO_4^{2-}	Сульфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Тиосерная	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Тиосульфат
H_2SiO_3	Кремниевая	SiO_3^{2-}	Силикат

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ И ГИДРОКСИДОВ В ВОДЕ
(при комнатной температуре)

АНИОНЫ	КАТИОНЫ																						
	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ₂ ²⁺	Pb ²⁺	Su ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻	P	P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H	H
F ⁻	P	P	P	P	P	M	H	H	M	P	H	H	H	P	P	M	P	P	M	H	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	P	P	H	H	H	M	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	P	M	H	P	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	M	M	M	H	?	—	M	?	H	H	?	M	H	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	M	?	?	M	?	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	H	H	H	?	?	?	?	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	P	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?	H	H	?	?	?	?	?	?

«P» – растворится (>1 г на 100 г H₂O), «M» – мало растворится (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O), «—» – разлагается в водной среде,
 «H» – не растворится (<0,1 г на 100 г H₂O), «?» – нет достоверных сведений о существовании соединения.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Ряд напряжений металлов (E⁰, Вольт)

<i>Li</i>	<i>K</i>	<i>Ba</i>	<i>Sr</i>	<i>Ca</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Be</i>	<i>Al</i>	<i>Ti</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Cd</i>
-3,04	-2,92	-2,91	-2,89	-2,87	-2,71	-2,38	-1,85	-1,66	-1,63	-1,18	-0,91	-0,76	-0,44	-0,40
Li ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Be ²⁺	Al ³⁺	Ti ²⁺	Mn ²⁺	Cr ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Cd ²⁺
<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>	<i>H</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Hg</i>	<i>Pt</i>	<i>Au</i>					
-0,28	-0,25	-0,14	-0,13	0	0,34	0,80	0,85	1,20	1,50					
Co ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	H ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pt ²⁺	Au ³⁺					

	18 (VIIA)																			
Периоды	2																			
Группы	4,0																			
1	1 (IA)		2 (IIA)										13 (IIIA) 14 (IVA) 15 (VA) 16 (VIA) 17 (VIIA)						18 (VIIIA)	
2	3		4										5						6	
3	11		12										13						14	
4	37		38										39						40	
5	55		56										57						58	
6	87		88										89						90	
7	118		119										120						121	
	H		He										Li						Be	
	B		C										N						O	
	Al		Si										P						S	
	Ga		Ge										As						Se	
	In		Sn										Sb						Te	
	Tl		Pb										Bi						Po	
	Fr		Ra										Ac						Th	
	Cs		Ba										La						Ce	
	Rb		Sr										Y						Zr	
	K		Ca										Sc						Ti	
	Na		Mg										Al						Si	
	Li		Be										B						C	
	H		He										Li						Be	

Лантаноиды

Актиноиды

	18																			
Периоды	2																			
Группы	4,0																			
1	1 (IA)		2 (IIA)										13 (IIIA) 14 (IVA) 15 (VA) 16 (VIA) 17 (VIIA)						18 (VIIIA)	
2	3		4										5						6	
3	11		12										13						14	
4	37		38										39						40	
5	55		56										57						58	
6	87		88										89						90	
7	118		119										120						121	
	H		He										Li						Be	
	B		C										N						O	
	Al		Si										P						S	
	Ga		Ge										As						Se	
	In		Sn										Sb						Te	
	Tl		Pb										Bi						Po	
	Fr		Ra										Ac						Th	
	Cs		Ba										La						Ce	
	Rb		Sr										Y						Zr	
	K		Ca										Sc						Ti	
	Na		Mg										Al						Si	
	Li		Be										B						C	
	H		He										Li						Be	