

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1 .
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
Котлярова С.В

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
ЕН.03 «ХИМИЯ»

по специальности
19.02.10 Технология продукции общественного питания
Квалификация техник-технолог

	Разработчик: Преподаватель Белгородский индустриальный колледж Коновалова Ю. Б.
--	---

Белгород, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

- 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
- 2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**
- 3. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**
- 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**
- 5. ЛИТЕРАТУРА**

1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.

1.1. По курсу физическая химия.

Лабораторная работа № 1 «Определение вязкости и поверхностного натяжения жидкостей».

Лабораторная работа № 2 «Определение зависимости скорости реакций от температуры и концентрации реагирующих веществ».

Лабораторная работа № 3 «Определение рН среды различными методами».

Лабораторная работа № 4 «Исследование процессов адсорбции активированным углем различных веществ из растворов».

1.2. По курсу коллоидная химия.

Лабораторная работа № 5 «Получение коллоидных растворов и исследование их свойств».

Лабораторная работа № 6 «Получение устойчивых эмульсий и пен, выявление роли стабилизаторов».

Лабораторная работа № 7 «Изучение процессов набухания и студнеобразования крахмала, желатина и различных видов зерен».

1.3. По курсу аналитическая химия.

Лабораторная работа № 8 «Проведение частных реакций на катионы первой аналитической группы».

Лабораторная работа № 9 «Анализ смеси катионов первой аналитической группы».

Лабораторная работа № 10 «Проведение частных реакций на катионы второй аналитической группы».

Лабораторная работа № 11 «Анализ смеси катионов второй аналитической группы».

Лабораторная работа № 12 «Проведение частных реакций на катионы третьей аналитической группы».

Лабораторная работа № 13 «Анализ смеси катионов третьей аналитической группы».

Лабораторная работа № 14 «Проведение частных реакций на катионы четвертой аналитической группы».

Лабораторная работа № 15 «Анализ смеси катионов четвертой аналитической группы».

Лабораторная работа № 16 «Проведение частных реакций на анионы первой, второй и третьей групп».

Лабораторная работа № 17 «Проведение анализа сухой соли».

Лабораторная работа № 18 «Определение кристаллизационной воды в кристаллогидратах».

Лабораторная работа № 19 «Приготовление рабочего раствора щелочи и стандартного раствора щавелевой кислоты».

Лабораторная работа № 20 «Определение молярной концентрации эквивалента и титра раствора щелочи».

Лабораторная работа № 21 «Определение содержания серной кислоты в растворе».

Лабораторная работа № 22 «Приготовление рабочего раствора перманганата калия».

Лабораторная работа № 23 «Установление молярной концентрации эквивалента и титра перманганата калия по щавелевой кислоте».

Лабораторная работа № 24 «Определение содержания железа в соли Мора».

Лабораторная работа № 25 «Приготовление рабочего раствора нитрата серебра и стандартного раствора хлорида натрия».

Лабораторная работа № 26 «Установление молярной концентрации эквивалента нитрата серебра».

Лабораторная работа № 27 «Определение содержания хлорида натрия в растворе».

2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические указания по дисциплине Химия для специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 19.02.10 «Технология продукции общественного питания».

Лабораторные задания направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных практических умений. Учебная дисциплина «Химия» изучается в общеобразовательном цикле учебного плана ОПОП СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (ППКРС, ППССЗ).

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

- применять основные законы химии для решения задач в области профессиональной деятельности;
- использовать свойства органических веществ, дисперсных и коллоидных систем для оптимизации технологического процесса;
- описывать уравнениями химических реакций процессы, лежащие в основе производства продовольственных продуктов;
- проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакции;
- использовать лабораторную посуду и оборудование;
- выбирать метод и ход химического анализа, подбирать реактивы и аппаратуру;
- проводить качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических соединений;
- выполнять количественные расчеты состава вещества по результатам измерений;
- соблюдать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

знать:

- основные понятия и законы химии;
- теоретические основы органической, физической и коллоидной химии;
- понятие химической кинетики и катализа;
- классификацию химических реакции и закономерности их протекания;
- обратимые и необратимые химические реакции, химическое равновесие, смещение химического равновесия под действием различных факторов;
- окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена;
- гидролиз солей, диссоциацию электролитов в водных растворах, понятие о сильных и слабых электролитах;
- тепловой эффект химических реакции, термохимические уравнения;
- характеристики различных классов органических веществ, входящих в состав сырья и готовой пищевой продукции;
- свойства растворов и коллоидных систем высокомолекулярных соединений;
- дисперсные и коллоидные системы пищевых продуктов;
- роль и характеристики поверхностных явлений в природных и технологических процессах;
- основы аналитической химии;
- основные методы качественного, количественного и физико-химического анализа;
- назначение и правила использования лабораторного оборудования и аппаратуры;
- методы и технику выполнения химических анализов;
- приемы безопасной работы в лаборатории.

должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

3. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

3.1.1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

1. Студент должен прийти на лабораторную работу подготовленным по данной теме.
2. Каждый студент должен знать правила по технике безопасности при работе в химической лаборатории (и при работе с реактивами в данной работе).
3. После проведения работы студент представляет письменный отчет.
4. До выполнения лабораторной работы у студента проверяют знания по выявлению уровня его теоретической подготовки по данной теме.
5. Отчет о проделанной работе следует выполнять в журнал по лабораторным работам. Содержание отчета указано в описании лабораторной.
6. Таблицы следует выполнять карандашом, записи – синим или чёрным цветом пасты. Уравнения реакций записываются во всю строку (после наблюдений и выводов).

Отчет должен содержать следующие сведения:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Ответы на контрольные вопросы
4. Рисунки и схемы используемых приборов.
5. Уравнения реакций.
6. Расчеты, таблицы, графики.
9. Вывод.

3.1.2. ПРАВИЛА РАБОТЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРЕМЕНТА

При работе необходимо знать и строго соблюдать установленные правила.

1. Работать разрешается только после ознакомления с правилами по технике безопасности.
2. Рабочее место содержите в чистоте и порядке, не загромождайте его посторонними предметами.
3. Не допускайте попадания химических реактивов на кожу и одежду. Нельзя брать вещества руками и пробовать на вкус
4. Не уносите на свои рабочие места реактивы общего пользования. Если нет указаний по дозировке реактивов для данного опыта, то берите их в минимальном количестве.
5. Запрещается пользоваться реактивами без этикеток или с сомнительными этикетками.
6. Во всех опытах используйте дистиллированную воду. Сухие реактивы берите только чистым шпателем. Не путайте пробки от склянок с различными реактивами. Излишки реактивов не высыпайте и не выливайте в склянки, из которых они взяты.
7. При нагревании жидкости в пробирке необходимо держать ее так, чтобы в случае разбрызгивания жидкость не попала на самого экспериментатора и рядом работающих студентов, т.е. отверстие пробирки должно быть направлено в сторону от себя и товарищей. Лучше всего направить его на стенку вытяжного шкафа. Не забывайте пользоваться при этом держателем.
8. После опытов остатки реактивов сливайте в специальную емкость. Металлы собирайте в отведенную для этого склянку. Остатки агрессивных и дорогостоящих реактивов собирайте в специальные склянки.
9. Не трогайте, не включайте и не выключайте без разрешения рубильники и электрические приборы.
10. В кабинете соблюдайте тишину, не занимайтесь посторонними делами, не проводите опыты, не относящиеся к данной лабораторной работе или практическому занятию и не описанные в методическом указании.

Студентам следует заранее готовиться к лабораторной или практической работе. Выполнению лабораторной или практической работы предшествует собеседование с преподавателем. Подготовку рекомендуется начинать с изучения теоретического материала, относящегося к данной работе. Необходимо твердо усвоить основные теоретические положения, законы и их математические выражения.

Перед выполнением работы следует ознакомиться с методикой проведения эксперимента, изучить принцип действия приборов и установок, понять цель работы. При выполнении лабораторной или практической работы внимательно следите за ходом опыта. В случае неудачной постановки опыта, прежде чем его повторить, установите причину неудачи. После окончания работы необходимо вымыть посуду, привести в порядок рабочее место.

За чистоту и порядок на рабочем месте отвечает студент, а в кабинете - дежурный студент. Дежурный принимает рабочее место у студентов, закончивших выполнение лабораторной или практической работы, и сдает кабинет лаборанту. Кроме того, дежурный студент должен получить у лаборанта все необходимое для проведения данной лабораторной или практической работы, а после окончания работы - сдать. После выполнения лабораторной или практической работы студент должен оформить отчет и сдать его преподавателю.

3.1.3. ЧТОБЫ ОПЫТ ПОЛУЧИЛСЯ...

...ознакомьтесь с каждым пунктом правил и старайтесь точно их выполнять.

1. В химический кабинет заходите только после того, как разрешит преподаватель. Не трогайте и не переставляйте на столе приготовленные реактивы и оборудование – это может затруднить вашу дальнейшую работу.

2. Прежде чем приступить к выполнению химических опытов, обязательно изучите описание лабораторной или практической работы и внимательно выслушайте объяснения преподавателя. Проверьте, все ли необходимое для работы есть на вашем столе.

3. В ходе выполнения работы координируйте свои действия с действиями группы. Разговаривайте шепотом, чтобы не мешать работать другим. Если возникнут какие-либо затруднения, которые вы не можете разрешить самостоятельно, обратитесь за помощью к преподавателю.

4. Вещества берите только шпателем или ложечкой и в тех количествах, которые указаны в описании работы; если таких указаний нет, то объемы веществ не должны превышать 1 мл. (3-4 капли).

Чтобы не перепутать пробки, не открывайте одновременно несколько склянок.

5. Если вы случайно взяли вещества больше, чем нужно для данного опыта, лишнее вылейте в специальную склянку для слива веществ или, если вещество твердое, отсыпьте в коробку для мусора.

6. В химическом кабинете очень важно быть предельно аккуратным во всем – тут нет мелочей. Прежде чем начать работать руками, продумайте, как разместить оборудование на столе, чтобы было удобно, и работать, и наблюдать за ходом эксперимента.

Не забывайте, что за этим же столом с этими же реактивами и оборудованием будут работать студенты других групп, - не создавайте им дополнительных трудностей, оставив свое рабочее место в беспорядке.

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.

Раздел 4. 1. Физическая химия

Лабораторная работа №1.

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Цель работы: изучить существующие методы определения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.

Ход работы:

1. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом капель.

Оборудование: линейка измерительная, весы, разновес, штатив с муфтой и лапкой, колба коническая, стакан химический, воронка, кран стеклянный с наконечником.

- 1) При помощи линейки измеряем диаметр канала стеклянной трубки.
- 2) Взвешиваем химический стаканчик для собирания капель.
- 3) Закрываем кран и наливаем воду. Подставив под кран колбу и приоткрыв кран, добиваемся, чтобы капли падали достаточно медленно. *Тогда можно считать, что отрывание капель происходит только под действием веса.* После этого под трубку подставляем стаканчик и отсчитываем в него несколько десятков капель.
- 4) Вторично взвешиваем стаканчик и находим массу воды.
- 5) Производим расчет постоянной поверхностного натяжения жидкости.

$$\delta = \frac{M * g}{n * \pi * D}$$

δ дН/см

M- масса воды; n- число капель; D- диаметр канала трубки; g- ускорение силы тяжести = 981 см/сек²; $\pi=3,14$

2. Определение поверхностного натяжения жидкости при помощи динамомента.

Оборудование: динамометр, штатив с лапкой, скобка, стакан с водой.

Динамометр зажимаем в лапку штатива, вешаем на него скобку на петле и устанавливаем показание стрелки на 0. Затем подносим стакан с жидкостью так, чтобы скобка погрузилась полностью и начинаем медленно опускать стакан до момента образования пленки. Отмечаем силу тяги при отрыве скобки от поверхности воды F₁.

Находим коэффициент поверхностного натяжения:

$$\delta = \frac{F_1}{2L}$$

Где δ – коэффициент поверхностного натяжения

F₁ – сила тяги при отрыве (Н)

L – длина петли (м).

Эксперимент проводим с двумя разными скобками. Результаты:

	L, м	F ₁ , Н	δ , Н/м
Скобка 1			
Скобка 2			
Среднее значение			

Вывод:

Лабораторная работа №2

ТЕМА: Определение зависимости скорости реакций от температуры и концентрации реагирующих веществ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: исследовать влияние изменения температуры и изменения концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: секундомер, водяная баня, термометры на 100⁰С. Растворы: Na₂S₂O₃ (1М), H₂SO₄ (2М).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Определение скорости реакции от температуры.

1. Налить в три сухие пробирки 2 М раствор H₂SO₄, а в три другие - по 10 капель 1 М раствора Na₂S₂O₃. Первый опыт провести при комнатной температуре. Быстро прилить 1 каплю раствора H₂SO₄ в раствор Na₂S₂O₃. Отмерить время сливания по секундомеру до появления заметной мути.

2. Второй опыт провести аналогично первому, но при температуре на 10⁰ выше комнатной, для чего следующую пару пробирок нагреть в ванне с водой, температура которой контролируется термометром. Выдержать растворы в бане в течение 15-20 мин, а затем слить вместе. По секундомеру измерьте время течения реакции, как и в первом случае.

3. Третий опыт провести при температуре на 20⁰С выше комнатной, нагревая растворы таким же образом, как указано выше.

4. Все данные опыта занесите в таблицу 1. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

Таблица 1

Номер опыта	Объём раствора H ₂ SO ₄ , мл	Объём раствора Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Температура, ⁰ С	Время, с

II. Определение скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

1. Налить в три пробирки равные объёмы растворов Na₂S₂O₃ различной концентрации, добавив в две пробирки воду, как указано в таблице 2:

Таблица 2

№ пробирки	Кол-во капель раствора Na ₂ S ₂ O ₃	Кол-во капель воды	Кол-во капель H ₂ SO ₄	Общий объём раствора (число капель)	Условная концентрация Na ₂ S ₂ O ₃ , моль/л	Время течения реакции, t	Скорость реакции в у.е., 1/t
1	4	8	1	13	1 М		
2	8	4	1	13	2 М		

3	12	-	1	13	3 М		
---	----	---	---	----	-----	--	--

2. Пробирки №1 и 2 осторожно встряхните и поставьте в штатив. Включите секундомер. В пробирку № 1 добавьте одну каплю 2 М раствора H_2SO_4 . По секундомеру определите время с момента добавления кислоты до помутнения раствора.

3. Опыт повторите поочередно с пробирками №2 и 3.

4. Все данные опыта занесите в таблицу. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

5. На миллиметровой бумаге начертите график зависимости скорости реакции от концентрации $Na_2S_2O_3$. Для этого на оси абсцисс отложите в определённом масштабе относительные концентрации $Na_2S_2O_3$, а на оси ординат - отвечающие им скорости.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое скорость химической реакции?
2. Чему равна скорость реакции?
3. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
4. Как зависит скорость реакции от концентрации реагирующих веществ? Напишите математическое выражение закона действия масс.
5. Как зависит скорость реакции от температуры? Напишите математическое выражение правила Вант-Гоффа.
6. Какие вещества называются катализаторами?
7. Какие реакции называются каталитическими?

Лабораторная работа №3

ТЕМА: Определение pH среды различными методами.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: установление pH исследуемых растворов с помощью кислотно-основных индикаторов, универсальной индикаторной бумаги, а также при помощи pH-метра; определение связи между концентрацией водородных ионов и pH растворов; научиться определять реакцию среды исследуемого раствора и вычислять концентрацию водородного иона.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: книжки с универсальной индикаторной бумагой, pH-метр, растворы: H_2SO_4 (0,1M), NaOH (0,1M), CH_3COOH (0,1M), индикаторы: метиловый оранжевый, лакмус, фенолфталеин.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Метод 1. Окраска кислотно-основных индикаторов в кислой и щелочной среде.

1. Пронумеруйте три пробирки восковым карандашом и внесите в каждую по 20 капель 0,1M раствора H_2SO_4 .

2. В другие три пробирки под теми же номерами, но с индексом "а" внесите по 20 капель 0,1M раствора NaOH.

3. Поместите пробирки в штатив попарно друг за другом: пробирка № 1 с кислотой, пробирка № 1а со щёлочью; затем пробирка № 2 с кислотой, пробирка № 2а со щёлочью; пробирка № 3 с кислотой, пробирка № 3а со щёлочью.

4. Внесите в первую пару пробирок № 1 и № 1а по одной капле исследуемого индикатора - метилового оранжевого, в обе пробирки № 2 и № 2а - по 10 капель лакмуса, а в пробирки № 3 и № 3а - по 1 капле фенолфталеина. Какова окраска взятых вами индикаторов в сильноокислой и в сильнощелочной среде? Запишите свои наблюдения в таблицу 4.

Таблица 4

№ пары пробирок	Индикатор	Наблюдаемая окраска	
		в сильноокислой среде (pH ⁻)	в сильнощелочной среде (pH ⁻)

5. Рассчитайте значение pH в 0,1M растворе H_2SO_4 (сильнокислая среда) и в 0,1M растворе NaOH (сильнощелочная среда). Запишите рассчитанные значения pH в таблицу.

Метод 2. Определение pH раствора при помощи универсальной индикаторной бумаги.

1. От книжки с универсальной индикаторной бумагой оторвите одну полоску и погрузите её на несколько секунд в 0,1M раствор CH_3COOH . Выньте полоску и сразу же сравните окраску сырой бумаги с цветной шкалой, помещённой на внутренней стороне обложки книжки. Шкала состоит из десяти разноцветных прямоугольников, демонстрирующих изменение цвета универсального

индикатора при изменении рН от 1 до 10. Над каждым прямоугольником указано значение рН, соответствующее данному цвету.

2. Вычислите концентрацию $[H^+]$ и укажите рН раствора CH_3COOH .
3. Сделайте вывод о значении рН исследуемого раствора.

Метод 3. Определение рН при помощи рН-метра.

Точное определение значений рН раствора от 2 до 14 выполняется на приборе рН-метре.

Прибор (рис. 1) состоит из стеклянного электрода 2, представляющего собой трубку с напаянным на конце полым шариком 1 из литиевого электродного стекла, в котором находится внутренний контактный электрод 3, погруженный в раствор, заполняющий внутреннюю часть стеклянной трубки вспомогательного электрода 4, рН-метра 5, электролитического контакта 6 с пористой перегородкой 7 и ванны 8 для испытуемого раствора.

При погружении электрода в раствор между поверхностью шарика электрода и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы лития в поверхностных слоях стекла замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного электрода.

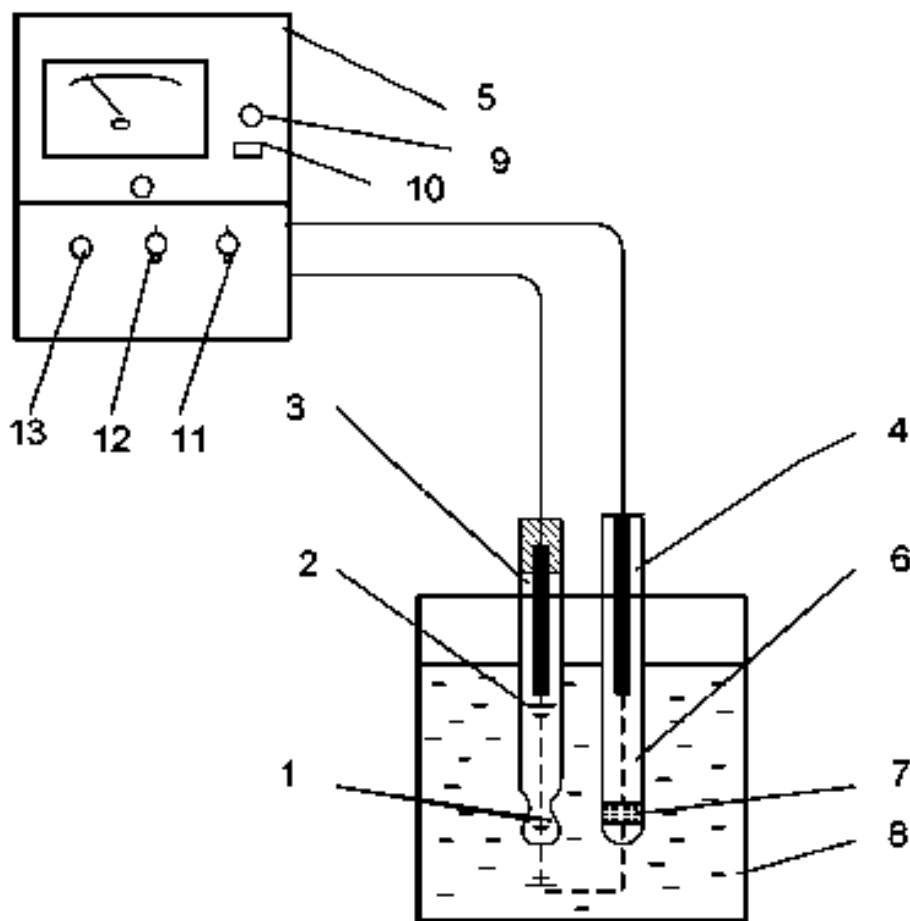


Рисунок 1. Схема измерения рН раствора на приборе типа рН-673 М: 1 – полый шарик из электродного стекла; 2 – стеклянный электрод; 3 – внутренний контактный электрод; 4 – вспомогательный электрод; 5 – рН-метр; 6 – электролитический контакт; 7 – пористая перегородка; 8 – ванна для испытуемого раствора; 9 – индикатор; 10 – кнопка включения прибора; 11 – ручка переключателя рода работ; 12 – ручка переключателя диапазона измерения; 13 – ручка потенциометра температурной компенсации.

1. С помощью рН-метра измерьте рН 0,1 моль/л раствора уксусной кислоты.

2. Измеренный раствор CH_3COOH разбавьте вдвое, затем полученный раствор снова разбавить в таком же соотношении, каждый раз измеряя рН растворов. Результаты наблюдений занесите в таблицу 5:

Таблица 5

Объект исследования	рН
Исходный раствор уксусной кислоты	
Разбавление 1:2	
Разбавление 1:4	

3. Постройте график зависимости рН от концентрации раствора уксусной кислоты и сделайте заключение о влиянии концентрации на характер среды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Чему равны концентрации $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ в воде при 25°C ?
2. Что называется ионным произведением воды?
3. Чему равно ионное произведение воды при 25°C ?
4. Что называется водородным показателем? По какой формуле можно рассчитать водородный показатель?
5. Какие типы сред водных растворов вы знаете?
6. Каковы концентрация ионов водорода и водородный показатель в кислой среде? В щелочной среде? В нейтральной среде?
7. С помощью каких веществ можно определить среду и рН раствора?
8. Какие вещества называются индикаторами? Какие индикаторы вы знаете?

Лабораторная работа №4

ТЕМА: Исследование процессов адсорбции активированным углем различных веществ из растворов.

ЦЕЛЬ: провести адсорбцию путем различных веществ и ионов, а также выявить влияние природы растворителя на процесс адсорбции.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки, воронки, ступки с пестиком, колбы на 100 мл, фильтровальная бумага, активированный уголь, слабые растворы фуксина и йода, 0,05 %-ные растворы $Pb(NO_3)_2$ и $K_2Cr_2O_7$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. В 2 пробирки налейте по 5 мл, в первую – слабый раствор фуксина, во вторую – раствор йода. В каждую пробирку внесите 0,5 г истолченного активированного угля, взболтайте в течение 5 минут и отфильтруйте. Сохраняется ли окраска фуксина и йода?

2. В 2 пробирки налейте по 10 мл 0,05%-ного раствора нитрата свинца. В первой пробирке при действии раствором $K_2Cr_2O_7$ образуется объемистый осадок $PbCrO_4$. Во вторую пробирку внесите 0,5 г растертого активированного угля, взболтайте в течение 3-5 мин, затем отфильтруйте в чистую пробирку; при действии на фильтрат $K_2Cr_2O_7$ осадок не образуется. Следовательно, вследствие адсорбции ионов свинца в растворе практически нет.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 6:

Таблица 6

№ п/п	Исходные вещества	Наблюдаемые изменения	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое адсорбция и чем она обусловлена?
2. Что такое абсорбция?
3. Обратим ли процесс адсорбции? Дайте определение этого процесса?
4. Практическое значение адсорбции в пищевой промышленности.
5. Примеры применения адсорбции в кулинарной практики.

Лабораторная работа №5

ТЕМА: Получение коллоидных растворов и исследование их свойств.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с методами конденсации и пептизации.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: колбы на 100 мл, воронки, фильтры; 2 % и 5% растворы FeCl₃; CuSO₄, HCl, NaOH; 1% раствор Na₂S₂O₃, 1,5% раствор KMnO₄.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Опыт 1. Получения золя гидроксида железа (реакция гидролиза).

1. В конической колбе нагрейте до кипения 95 мл дистиллированной воды. Не снимая колбы, выключите обогрев и небольшой струей влейте пипеткой в кипящую воду 5 мл 2%-ного раствора хлорида железа.

2. Образуется гидрозоль гидроксида железа интенсивного красно-коричневого цвета, стабилизированный хлоридом железа. Золь должен быть совершенно прозрачным в проходящем свете. Сравните цвет золя с цветом исходного раствора хлорида железа. Напишите формулу мицеллы.

Опыт 2. Получение золя диоксида марганца (реакция восстановления).

Перманганат калия восстанавливается тиосульфатом натрия до диоксида марганца:



1. В коническую колбу пипеткой внесите 5 мл 1,5%-ного раствора перманганата калия и разбавьте дистиллированной водой до 50 мл. Затем в колбу добавляйте по каплям 1,5-2,0 мл 1%-ного раствора тиосульфата натрия. Получается вишнево-красный золь диоксида марганца.

2. Напишите формулу мицеллы (стабилизатор KMnO₄).

Опыт 3. Получение золя гидроксида железа методом пептизации.

1. В колбу налейте 20 мл 5%-ного раствора хлорида железа, 10 мл дистиллированной воды и добавляйте раствор аммиака до полного осаждения гидроксида железа. Полученную взвесь отфильтруйте (если фильтрат непрозрачный, то добавьте на фильтр несколько капель раствора аммиака). Осадок промойте дистиллированной водой до исчезновения запаха аммиака.

2. Затем осадок снимите лопаткой с фильтра и перенесите в стакан или колбу, добавьте 80 мл воды, взболтайте до получения однородной взвеси и разлейте по 20 мл в три пронумерованные колбы. В первую колбу прилейте 10 мл 2%-ного раствора хлорида железа, во вторую – 10 мл 0.1 М HCl. Третья служит для сравнения. Содержимое первой и второй колб нагрейте на водяной бане при 40-50°C 15-20 мин, периодически взбалтывая.

3. После этого содержимое всех колб отфильтровывают в отдельные пробирки, обращая внимание на цвет фильтрата:



4. Напишите формулу мицеллы (стабилизатор K₄[Fe(CN)₆]).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие методы получения коллоидных растворов вы знаете?
2. Из каких составных частей состоит мицелла?
3. Какие способы очистки золь существуют?

Лабораторная работа №6

ТЕМА: Получение устойчивых эмульсий и пен, выявление роли стабилизаторов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение устойчивости различных эмульсий; выявление зависимости максимального объёма пены от концентрации пенообразователя; определение изменения пены во времени.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: мерный цилиндр с притёртой пробкой на 50-100 см³, бензол, растительное масло, бура Na₂B₄O₇·10H₂O, жидкое мыло, 2%-ный раствор мыла.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Опыт 1. Приготовление эмульсий бензола и масла в воде.

1. Налейте в четыре пробирки до половины их объёма воду.
2. В первую пробирку добавьте 8-10 капель бензола, во вторую 8-10 капель растительного масла, закройте пробирки пробками, несколько раз энергично встряхните и поставьте в штатив.
3. В третью пробирку добавьте 5 капель 2%-ного раствора мыла и 8-10 капель бензола, также энергично перемешайте содержимое пробирки и поставьте её в штатив.
4. В четвёртую пробирку насыпьте 3 микрошпателя буры Na₂B₄O₇·10H₂O, встряхните её до полного растворения соли. Добавьте 8-10 капель масла и после сильного взбалтывания (2-3 мин) поместите в штатив.
5. В каких пробирках эмульсия быстро расслаивается? Какой вывод можно сделать об устойчивости эмульсии в остальных пробирках? Какую роль играют мыло и бура? Объясните их влияние на стабильность эмульсии.

Опыт 2. Получение пены.

1. В цилиндр ёмкостью 50-100 см³ налейте 10 мл воды и 1 мл жидкого мыла.
2. Встряхивайте эту смесь в течение 15-20 сек.
3. После прекращения встряхивания включите секундомер, одновременно отметив объём образовавшейся пены. Наблюдайте изменение объёма во времени.
4. Затем повторите этот опыт при разбавлении раствора в 2 и 4 раза. Полученные результаты запишите в таблицу 6 и постройте графики:
 - а) зависимости максимального объёма образовавшейся пены от концентрации пенообразователя;
 - б) изменения объёма пены во времени.

Таблица 7

Концентрация пенообразователя					
C ₁		C ₂ =C ₁ /2		C ₃ =C ₁ /4	
Время, сек.	Объём пены, V, см ³	Время, сек.	Объём пены, V, см ³	Время, сек.	Объём пены, V, см ³

--	--	--	--	--	--

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие системы относят к грубодисперсным системам? Что общего у них с коллоидными системами?
2. Что такое эмульсия? Какова их классификация?
3. Объясните причину неустойчивости эмульсий.
4. Нарисуйте схему расположения молекул эмульгатора на капельке дисперсной фазы в эмульсиях М/В и В/М.
5. В чем сущность явления обращения фаз эмульсии?

Лабораторная работа №7

ТЕМА: Изучение процессов набухания и студнеобразования крахмала, желатина и различных видов зерен.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с процессами набухания; исследование влияния различных факторов на студнеобразование.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: мерные цилиндры, пробирки, термометр, водяная баня, термостат; 3%-ный и 5%-ный растворы желатины, 0,1М растворы HCl и NaOH, 1М растворы солей K₂SO₄, KCl, KI, KCNS.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Опыт 1. Кинетика набухания зерна.

1. Зерновые культуры (пшено, рис) насыпают в каждый мерный цилиндр одинакового диаметра ($\sim 1/3$) так, чтобы во всех цилиндрах было одинаковое количество зерна по высоте.
2. Наливают дистиллированную воду, чтобы вместе с зерном цилиндры были заполнены на $3/4$ объема.
3. Наблюдения за процессом набухания проводят в течение 40-50 мин. Полученные данные заносят в таблицу 8 по образцу:

Таблица 8

Зерно	Условный объем набухающего зерна за время, мин					
	0	10	20	30	40	50
Пшено						
Рис						

4. На основании экспериментальных данных строят график кинетики набухания.

Опыт 2. Влияние кислот и щелочей на студнеобразование.

1. В три пронумерованных пробирки вносят по 5 мл теплого 3%-ного раствора желатины.
2. Затем приливают по 1 мл – в первую пробирку дистиллированную воду, во вторую – 0,1М раствора HCl, в третью – 0,1М раствора NaOH.
3. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и ставят на 10 мин в водяную баню с температурой 40-50°C.
4. После этого пробирки помещают в термостат с температурой +10°C; замечают время начала отсчета.
5. Периодически вынимая пробирки из термостата, наблюдают за образованием студня. Моментом образования студня считают время, начиная с которого раствор желатины не выливается при переворачивании пробирки.

6. Данные опыта записывают в таблицу 9 и, вычисляют время застудневания каждого раствора.

Таблица 9

№ пробирки	Объем 3% раствора желатины, мл	Прибавляемый раствор, мл	Время образования студня, мин.	Время застудневания, мин.
1	5	H ₂ O		
2	5	HCl		
3	5	NaOH		

Опыт 3. Влияние солей на студнеобразование.

1. В шесть пронумерованных пробирок наливают по 2,5 мл теплого 5%-ного раствора желатины.

2. В каждую из них прибавляют по 2,5 мл 1М растворов солей калия.

3. Пробирки помещают в термостат с температурой +10°C, внимательно наблюдают за растворами, стараясь не пропустить начало застудневания.

4. Данные о времени студнеобразования заносят в таблицу 10 и делают вывод о влиянии природы анионов на скорость студнеобразования.

Таблица 10

№ пробирки	Объем 5%-ного раствора желатины, мл	Прибавляемый раствор по 2,5 мл	Время образования студня, мин.	Время застудневания τ, мин
1	2,5	K ₂ SO ₄		
3	2,5	KCl		
4	2,5	KI		
5	2,5	KCNS		
6	2,5	H ₂ O		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие вещества относят к высокомолекулярным соединениям?
2. Что называют набуханием?
3. Что понимают под степенью набухания?
4. Какие системы называются студнями?
5. Какие факторы влияют на структурообразование?

Лабораторная работа №8

ТЕМА: Проведение частных реакций на катионы первой аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов первой аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: платиновая проволока, горелка, полумикропробирки, стеклянная палочка, фарфоровая чашка. Растворы: хлорид калия, нитрат натрия, нитрат аммония, уксусная кислота, гексанитрокобальтат натрия, гексагидроксостибиат калия, реактив Несслера.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакция катиона калия K^+ :

В полумикропробирке к 2-3 каплям раствора соли калия, подкисленного 2 каплями уксусной кислоты, добавляют 2-3 капли гексанитрокобальтата (III) натрия $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Перемешать палочкой.

2. Реакция катиона натрия Na^+ :

К 2 каплям раствора соли натрия добавляют 3 капли гексагидроксостибиата (V) калия $K[Sb(OH)_6]$. Пробирку с испытуемым раствором охлаждают под струей воды, одновременно потирая палочкой внутренние стенки пробирки.

3. Реакция иона аммония NH_4^+ :

В полумикропробирку вносят 1 каплю раствора соли аммония, добавляют 5-10 капель воды и 3-4 капли реактива Несслера.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 11:

Таблица 11. Частные реакции катионов первой группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №9

ТЕМА: Анализ смеси катионов первой аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение испытания на присутствие катионов первой аналитической группы в анализируемом растворе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: платиновая проволока, горелка, полумикропробирки, стеклянная палочка, фарфоровая чашка. Растворы: хлорид калия, нитрат натрия, нитрат аммония, уксусная кислота, гексанитрокобальтат натрия, гексагидроксостибиат калия, реактив Несслера.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Испытание на присутствие иона NH_4^+ :

В пробирку помещают 1-2 капли испытуемого раствора и добавляют 3-4 капли реактива Несслера. Выпадение красно-бурого осадка указывает на присутствие в растворе солей аммония.

2. Удаление ионов аммония NH_4^+ :

2.1. 1 мл испытуемого раствора переливают в маленькую фарфоровую чашку, осторожно выпаривают досуха и прокаливают сначала на небольшом, а затем на сильном огне до полного разложения аммонийных солей (необходимо проводить под тягой). После прекращения выделения белых паров остаток в чашке прокаливают еще 10-15 мин, охлаждают и добавляют немного дистиллированной воды, обмывая стенки чашки из промывалки.

2.2. 2 капли раствора помещают в пробирку и добавляют 3-4 капли реактива Несслера. Отсутствие красно-бурого осадка указывает на полное удаление солей аммония. Если соли аммония удалены не полностью, то раствор снова упаривают досуха и прокаливают. Когда соли аммония удалены полностью, в растворе можно проводить испытание на присутствие ионов Na^+ и K^+ .

3. Испытание на присутствие ионов Na^+ :

К испытуемому раствору добавляют 5 капель раствора $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Реакцию проводят на холоду под струей воды, потирая стеклянной палочкой по стенкам пробирки. Выпадение белого кристаллического осадка указывает на присутствие в растворе ионов натрия.

4. Испытание на присутствие ионов K^+ :

В пробирку помещают 3 капли испытуемого раствора и 2-3 капли гексанитрокобальтата (III) натрия $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. Выпадение желтого кристаллического осадка указывает на присутствие ионов калия.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 12:

Таблица 12. Контрольная задача на катионы первой группы

№ п/п	Операция	Реактив	Уравнение реакции	Наблюдаемое изменение	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прежде чем проводить в испытуемом растворе открытие ионов натрия, присутствие какого иона необходимо проверить?
2. При действии на испытуемый раствор реактива Несслера образовался красно-бурый осадок. На присутствие какого иона это указывает?
3. Как удалить аммонийные соли из раствора?
4. Напишите уравнение реакции разложения хлорида аммония NH_4Cl при нагревании.

Лабораторная работа №10

ТЕМА: Проведение частных реакций на катионы второй аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов второй аналитической группы.

ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: водяная баня. Растворы: нитрата свинца (II), иодида калия, разбавленной уксусной кислоты, хлороводородной кислоты, аммиака, хромата калия, нитрата серебра, нитрата ртути (I).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакции катиона свинца Pb^{2+} :

1.1. В пробирку поместить 2 капли раствора нитрата свинца (II) и добавить 2 капли хлороводородной кислоты. К раствору с осадком добавить 0,5 мл дистиллированной воды и нагреть смесь на водяной бане. Наблюдайте растворение осадка и постепенное его выпадение при охлаждении раствора.

1.2. К 2 каплям раствора нитрата свинца (II) добавить 2 капли раствора иодида калия. В полученный раствор с осадком добавить 0,5 мл воды и 3-4 капли разбавленной уксусной кислоты; нагреть смесь на кипящей водяной бане в течение 2 мин. Затем охладить содержимое пробирки под струей воды. Растворившийся осадок иодида свинца вновь выпадает в виде красивых золотистых чешуек.

1.3. К 2 каплям раствора соли свинца (II) добавить 2 капли раствора хромата калия и наблюдайте выпадение осадка.

2. Реакции катиона серебра Ag^+ :

2.1. В пробирку поместить 2 капли раствора нитрата серебра, добавить к нему 2 капли разбавленной хлороводородной кислоты. К раствору с осадком добавить 5 капель концентрированного раствора аммиака и встряхнуть смесь до растворения осадка.

2.2. К 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли иодида калия и наблюдайте выпадение осадка.

2.3. К 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли раствора хромата калия и наблюдайте выпадение осадка.

3. Реакции катиона ртути (I) Hg_2^{2+} :

3.1. К 2 каплям раствора нитрата ртути (I) добавить 2 капли разбавленной хлороводородной кислоты. Наблюдайте выпадение аморфного белого соединения. К раствору с осадком добавить 3 капли раствора аммиака. Наблюдайте почернение осадка.

3.2. К 2 каплям раствора нитрата ртути (I) добавьте 2 капли раствора иодида калия. Наблюдайте выпадение осадка болотно-зеленого цвета.

3.3. 2 капли раствора нитрата ртути (I) поместить в пробирку, нагреть на водяной бане и добавить 2 капли хромата калия. Наблюдайте выпадение осадка красно-бурого цвета.

Запишите наблюдения и уравнения реакции в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 13.

Таблица 13. Частные реакции катионов второй группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №11

ТЕМА: Анализ смеси катионов второй аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение испытания на присутствие катионов второй аналитической группы в анализируемом растворе.

ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: водяная баня. Растворы: нитрата свинца (II), иодида калия, разбавленной уксусной кислоты, хлороводородной кислоты, аммиака, хромата калия, нитрата серебра, нитрата ртути (I).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Осаждение катионов второй группы.

К 2 мл анализируемого раствора прибавляют по каплям раствор HCl (1:3) до прекращения выделения осадка.

2. Испытание на присутствие ионов свинца.

Отобрать несколько капель анализируемого раствора в пробирку и добавить 2 капли K_2CrO_4 . Если Pb^{2+} обнаружен, то необходимо его удалить из осадка. Для этого к осадку добавляют 1,5-2 мл горячей воды и нагреть на водяной бане в течение 2 мин. Горячий раствор отбирают.

3. Испытание на присутствие ионов ртути.

К осадку добавить 1 мл концентрированного раствора аммиака и хорошо перемешать. Быстрое почернение осадка указывает на присутствие ртути (I). Осадок отделить центрифугированием и перенести прозрачный раствор в другую пробирку.

4. Испытание на присутствие ионов серебра.

В пробирку поместить 3 капли центрифугата после отделения ионов ртути, прибавить 4-5 капель концентрированной азотной кислоты и перемешать. Выпадение белого творожистого осадка указывает на наличие ионов серебра.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 14:

Таблица 14. Контрольная задача на катионы второй группы:

№ п/п	Операция	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие катионы входят в состав второй аналитической группы?
2. Какой реактив является групповым на вторую аналитическую группу катионов?
3. Перечислите наиболее характерные реакции для ионов Pb^{2+} .
4. В чем растворяется осадок хлорида серебра $AgCl$? Напишите уравнение реакции.
5. Что произойдет при действии раствора аммиака на осадок Hg_2Cl_2 ?
6. Какого цвета осадки образуются при действии хромата калия на каждый из катионов второй группы?

7. Какого цвета осадки образуются при действии иодида калия на каждый из катионов второй группы?

Лабораторная работа №12

ТЕМА: Проведение частных реакций на катионы третьей аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов третьей аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки. Растворы: хлорида бария, хлорида кальция, карбоната аммония, аммиака, разбавленной серной кислоты, соляной кислоты, хромата калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакции катиона бария Ba^{2+} :

1.1. К 1 капле раствора соли бария добавить 1 каплю разбавленной серной кислоты.

1.2. Смешайте в пробирке по 5 капель растворов хлорида бария и хромата калия K_2CrO_4 . Полученный осадок разделите на 2 пробирки.

1.3. В первую пробирку с осадком добавьте 2-3 мл раствора HCl , а в другую – 2-3 мл раствора CH_3COOH . Осадок хромата бария растворяется только в сильных кислотах (кроме H_2SO_4), но не растворяется в уксусной кислоте.

2. Реакции катиона кальция Ca^{2+} :

2.1. К 3 каплям раствора соли кальция добавить 3-4 капли разбавленной серной кислоты. К помутневшему раствору прилить 8-10 капель этилового спирта. Наблюдайте выделение осадка.

2.2. В пробирку поместить 2 капли раствора соли кальция, добавить 1 каплю разбавленного раствора аммиака и 2 капли раствора карбоната аммония.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 15.

Таблица 15. Частные реакции катионов третьей группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №13

ТЕМА: Анализ смеси катионов третьей аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение испытания на присутствие катионов третьей аналитической группы в анализируемом растворе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки. Растворы: хлорида бария, хлорида кальция, карбоната аммония, аммиака, разбавленной серной кислоты, соляной кислоты, хромата калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Испытание на присутствие ионов Ba^{2+} :

5 капель испытуемого раствора поместить в пробирку и прибавить 2 капли раствора хромата калия. Если в растворе присутствуют ионы Ba^{2+} , выпадает желтый осадок $BaCrO_4$.

2. Испытание на присутствие ионов Ca^{2+} :

К 3 каплям центрифугата, полученного после отделения бария, добавить 2-3 капли карбоната аммония $(NH_4)_2CO_3$. Если в растворе присутствуют ионы Ca^{2+} , выпадает белый осадок.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 16:

Таблица 16. Контрольная задача на катионы третьей группы:

№ п/п	Операция	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие катионы входят в состав третьей группы?
2. Какой реактив является групповым на третью аналитическую группу?
3. Какая реакция является характерной для катиона бария?
4. В чем растворяется осадок хромата бария?
5. Какая реакция является характерной для катиона кальция?
6. В какой цвет окрашивается бесцветное пламя горелки летучими солями бария? Кальция?
7. При анализе смеси катионов третьей группы в испытуемом растворе, присутствие какого иона необходимо в первую очередь проверить?

Лабораторная работа №14

ТЕМА: Проведение частных реакций на катионы четвертой аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение частных реакций и выявление в результате наблюдаемых изменений катионов четвертой аналитической группы.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: центрифужные пробирки, пипетки, водяная баня, хлорид аммония. Растворы: сульфида аммония, щелочи, гексацианоферрата калия (II), хлорида хрома (III), пероксида водорода, хлорида цинка, хлорида алюминия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Реакции катиона хрома (III) Cr^{3+} :

1.1. К 2 каплям раствора соли хрома (III) добавить 1 каплю раствора щелочи, а затем еще несколько капель. Наблюдайте выпадение и последующее растворение осадка.

1.2. В пробирку поместить 2 капли раствора соли хрома (III) и добавить несколько капель щелочи (образующийся осадок гидроксида хрома должен раствориться). Прибавьте 3 капли раствора пероксида водорода и слегка подогрейте на водяной бане. Наблюдайте переход окраски из зеленой в желтую.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу.

2. Реакции катиона цинка Zn^{2+} :

2.1. К 2 каплям раствора соли цинка добавить сначала 1 каплю раствора щелочи, а затем его избыток. Наблюдайте выпадение и последующее растворение осадка.

2.2. К 2 каплям раствора соли цинка добавить 2 капли раствора сульфида аммония.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу.

3. Реакции катиона алюминия Al^{3+} :

3.1. К 2 каплям раствора соли алюминия прибавьте сначала 1 каплю раствора щелочи, а затем избыток ее. Наблюдайте выпадение осадка и последующее его растворение.

3.2. К 2 каплям раствора соли алюминия добавьте избыток раствора щелочи до растворения выпавшего осадка гидроксида. К полученному раствору добавьте сухой хлорид аммония. Пробирку несколько раз встряхните, нагрейте на водяной бане и наблюдайте выпадение осадка.

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 17.

Таблица 17. Частные реакции катионов четвертой группы:

Определяемый катион	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции

Лабораторная работа №15

ТЕМА: Анализ смеси катионов четвертой аналитической группы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проведение испытания на присутствие катионов четвертой аналитической группы в анализируемом растворе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: центрифужные пробирки, пипетки, водяная баня, хлорид аммония. Растворы: сульфида аммония, щелочи, гексацианоферрата калия (II), хлорида хрома (III), пероксида водорода, хлорида цинка, хлорида алюминия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Действие группового реактива.

1.1. К 1 мл раствора, содержащего катионы четвертой аналитической группы, добавьте маленькими порциями при помешивании 10% раствор NaOH до полного растворения выпавшего осадка. При этом образовавшиеся вначале гидроксиды $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Zn(OH)_2$ растворяются с образованием соответствующих солей $Na[Al(OH)_4]$, $Na_3[Cr(OH)_6]$ и $Na_2[Zn(OH)_4]$.

1.2. Добавьте 8-10 капель H_2O_2 и нагрейте на водяной бане до прекращения выделения газа. При этом $Na_3[Cr(OH)_6]$ окисляется до Na_2CrO_4 .

2. Определение алюминия.

К полученному раствору добавьте при перемешивании сухой хлорид аммония до появления запаха аммиака и нагрейте. Образующийся белый осадок содержит $Al(OH)_3$. В растворе останутся CrO_4^{2-} и $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$. Отцентрифугируйте осадок.

3. Обнаружение хрома.

Желтый цвет раствора указывает на присутствие в растворе ионов CrO_4^{2-} .

4. Обнаружение цинка.

К 3-4 каплям раствора после удаления алюминия добавьте 5-6 капель раствора $(NH_4)_2S$. Выпадение белого осадка ZnS свидетельствует о присутствии ионов цинка.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 18:

Таблица 18. Контрольная задача на катионы четвертой группы:

№ п/п	Операция	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие катионы входят в состав четвертой аналитической группы?
2. Какой реактив является групповым на четвертую аналитическую группу?
3. Охарактеризуйте действие группового реактива на катионы четвертой группы?
4. Какие анионы образуются при окислении Cr^{3+} в щелочной среде?
5. Напишите реакции, подтверждающие амфотерные свойства гидроксида хрома (III), гидроксида алюминия и гидроксида цинка.
6. В каких реакциях проявляются основные и в каких кислотные свойства $Cr(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$?

Лабораторная работа №16

ТЕМА: Проведение частных реакций на анионы первой, второй и третьей групп.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: с помощью проведения частных реакций выявить в результате наблюдаемых изменений анионы первой, второй и третьей аналитических групп.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: центрифужные пробирки, фильтровальная бумага. Растворы: BaCl_2 , Na_2SO_4 , Na_2SO_3 , I_2 , HCl , Na_2CO_3 , NaCl , AgNO_3 , Na_2S , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, FeSO_4 , NaNO_3 , NaNO_2 , H_2SO_4 .

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Частные реакции анионов первой группы.

1. Реакции сульфат-иона SO_4^{2-} :

К 2 каплям раствора Na_2SO_4 добавить 3-4 капли группового реагента BaCl_2 . Выпадение осадка указывает на присутствие анионов 1-ой группы. К осадку прибавляют 3-4 капли 2н раствора HCl . Нерастворимость его в соляной кислоте – признак присутствия иона SO_4^{2-} .

2. Реакции тиосульфат-иона $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$:

2.1. К 4 каплям раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ добавить 4 капли группового реагента BaCl_2 и 10-15 капель воды. Смесь с осадком прокипятить. Наблюдайте растворение осадка.

2.2. К 5-6 каплям раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ прилить по каплям раствор йода. Наблюдайте обесцвечивание раствора.

3. Реакции карбонат-иона CO_3^{2-} :

3.1. К 5 каплям раствора Na_2CO_3 прилить 5-6 капель группового реагента BaCl_2 . Испытать растворимость осадка в уксусной кислоте. Написать уравнения реакций.

3.2. К 2 каплям раствора Na_2CO_3 прибавить по каплям разбавленную HCl . Наблюдайте выделение газа.

II. Частные реакции анионов второй группы.

1. Реакции хлорид-иона Cl^- :

К 2 каплям раствора NaCl прибавить 2 капли раствора AgNO_3 – группового реагента на 2-ю группу. Образование осадка и его не растворимость в 2М азотной кислоте подтверждает присутствие анионов второй аналитической группы.

2. Реакции сульфид-иона S^{2-} :

2.1. К 4-5 каплям раствора Na_2S добавить 4-5 капли раствора AgNO_3 . Наблюдайте образование осадка.

2.2. Реакцию проводят в вытяжном шкафу. К 2 каплям раствора Na_2S добавить 2 капли HCl . Выделяющийся сероводород можно обнаружить по запаху тухлых яиц и по почернению фильтровальной бумаги, смоченной раствором $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Написать уравнения реакций.

III. Частные реакции анионов третьей группы.

1. Реакции нитрат-иона NO_3^- :

К 2-3 каплям воды поместить 2-3 крупинки сухого FeSO_4 . Добавьте 2 капли раствора NaNO_3 и охладить под струей воды. Осторожно, по стенке, стараясь, чтобы жидкости не смешивались, добавить 2-3 капли концентрированной H_2SO_4 . На месте соприкосновения обеих жидкостей появляется темно-бурое кольцо раствора комплексной соли $[\text{FeNO}]\text{SO}_4$.

2. Реакции нитрит-иона NO_2^- :

К 4-5 каплям раствора азотнокислого натрия NaNO_2 прибавить 8-10 капель серной кислоты. Наблюдайте выделение бурого газа NO_2 .

Запишите наблюдения и уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде в таблицу 19.

Таблица 19. Частные реакции анионов первой, второй и третьей групп:

Определяемый анион	Реактив	Наблюдаемые изменения	Уравнение реакции

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие анионы относятся к первой аналитической группе?
2. Какой групповой реактив является для анионов первой группы?
3. У какого аниона первой группы бариевая соль не растворяется в кислотах?
4. Какие анионы относятся ко второй группе?
5. Какой групповой реактив у второй группы анионов?
6. Как доказать, что белый осадок, полученный после прибавления AgNO_3 , является осадком AgCl ?
7. Какие анионы относятся к третьей группе?
8. Как выявить присутствие анионов NO_3^- и NO_2^- ?

Лабораторная работа №17

ТЕМА: Проведение анализа сухой соли.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проводить анализ неизвестного вещества, обобщая результаты химического эксперимента, формулировать выводы по принадлежности катионов и анионов соответствующей группе.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: пробирки, растворы: HCl, H₂SO₄, NaOH, BaCl₂, AgNO₃, Na₃[Co(NO₂)₆], K[Sb(OH)₆], реактив Несслера, K₂CrO₄, (NH₄)₂CO₃, NH₃, H₂O₂, (NH₄)₂S, NH₄Cl, H₂SO₄ (конц), FeSO₄.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Определение группы катиона.

1. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 3-4 капли HCl. Выпадение осадка указывает на то, что катион относится ко второй группе.

2. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 5 капель этилового спирта и 3 капли 2 Н H₂SO₄. Выпадение осадка указывает на присутствие катиона третьей группы.

3. К 2-3 каплям испытуемого раствора добавить 2 капли раствора NaOH. В случае образования осадка добавить еще 3-4 капли, перемешать и наблюдайте, не растворился ли осадок. Если осадок растворился, катион относится к четвертой группе.

4. Если не с одним групповым реактивом испытуемый раствор не дает осадка, то катион принадлежит к первой группе.

II. Определение катиона.

Установив группу, к которой принадлежит катион испытуемого вещества, определите, какой именно катион входит в состав соли. Присутствие того или иного катиона проверяется наиболее характерной для него реакцией (проводить систематический анализ нет необходимости, так как катион один).

Во избежание ошибки необходимо помнить о последовательности определения катионов, если определяемый катион относится к первой или третьей группам. При несоблюдении последовательности открытия легко можно один катион принять за другой (если катион относится ко второй и четвертой группам, последовательность открытия может быть любой).

III. Определение аниона.

1. В пробирку поместите 2 капли испытуемого раствора и добавьте 2 капли BaCl₂. Выпадение осадка указывает на присутствие аниона первой группы.

2. Если BaCl₂ не дал осадка, то проводите испытание на присутствие аниона второй группы. Для этого 2 капли испытуемого раствора подкислите 2 каплями разбавленной азотной кислоты и добавьте 1-2 капли раствора AgNO₃. Выпадение осадка указывает на присутствие аниона второй группы.

3. Если осадок не образуется ни с BaCl₂, ни с AgNO₃, то определяемый анион относится к третьей группе.

4. Установив, к какой группе относится анион испытуемого вещества, определите, какой именно анион входит в состав определяемой соли. Для этого проделайте проверочные реакции на

анионы данной группы. Во избежание ошибок уделите внимание растворимости осадков серебряных и бариевых солей.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 20:

Таблица 20

№ п/п	Операция	Реактив	Наблюдаемое изменение	Уравнение реакции	Заключение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие катионы входят в состав первой, второй, третьей и четвертой аналитических групп?
2. Какие реактивы являются групповыми на первую, вторую, третью и четвертую аналитические группы катионов?
3. Прежде чем проводить в испытуемом растворе открытие ионов натрия, присутствие какого иона необходимо проверить?
4. При действии на испытуемый раствор реактива Несслера образовался красно-бурый осадок. На присутствие какого иона это указывает?
5. Какие реакции являются характерными для катионов первой группы?
6. Какие реакции являются характерными для катионов второй группы?
7. Какая реакция является характерной для катиона бария?
8. В чем растворяется осадок хромата бария?
9. Какая реакция является характерной для катиона кальция?
10. Охарактеризуйте действие группового реактива на катионы четвертой группы?
11. Какие анионы относятся к первой, второй и третьей аналитическим группам?
12. Какой групповой реактив является для анионов первой группы?
13. У какого аниона первой группы бариевая соль не растворяется в кислотах?
14. Какой групповой реактив у второй группы анионов?
15. Как доказать, что белый осадок, полученный после прибавления AgNO_3 , является осадком AgCl ?
16. Как выявить присутствие анионов NO_3^- и NO_2^- ?

Лабораторная работа №18

ТЕМА: Определение кристаллизационной воды в кристаллогидратах.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение кристаллизационной воды в разлагаемом при нагревании кристаллогидрате путем высушивания навески исходного кристаллогидрата при определенной температуре до постоянной массы.

ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: аналитические весы, сушильный шкаф, эксикатор, бюксы, соль $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Взятие навески.

1. Возьмите чистый бюкс и поместите в сушильный шкаф с температурой 120-125°C. При этом не закрывайте бюкс крышкой, а положите ее сверху на ребро (если бюкс закрыть, то внутри него останется влага).

2. Через 45-60 мин поместите бюкс в эксикатор. Спустя 15-20 мин, когда бюкс остынет, взвесьте его (с закрытой крышкой) и запишите результат.

3. Повторите высушивание бюкса еще 1-2 раза по 30 мин, чтобы довести его до постоянной массы. Высушивание закончите, когда результаты двух последних взвешиваний будут отличаться между собой не более чем на 0,0002 г.

4. В подготовленный таким образом бюкс поместите 1-3 г свежеперекристаллизованного воздушно-сухого хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, быстро закройте его крышкой и взвесьте на аналитических весах.

II. Высушивание.

1. Откройте бюкс с навеской кристаллогидрата и положите его крышку на ребро, поместите бюкс в сушильный шкаф. Первое высушивание соли выполняйте 1 ч. Строго следя, чтобы температура все время держалась в пределе 120-125°C.

2. Перенесите бюкс и крышку в эксикатор, оставьте охлаждаться на 15-20 мин, закройте бюкс и взвесьте.

3. Повторите высушивание еще 1-2 раза (по 30 мин), т.е. доведите бюкс с его содержимым до постоянной массы. Если потребуется прервать работу до следующего занятия, то оставьте бюкс открытым в эксикаторе.

III. Вычисления.

Взвешивания до высушивания кристаллогидрата (г):

Постоянная масса бюкса.....

Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Масса $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Взвешивания при высушивании кристаллогидрата (г):

Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ после 1-го высушивания.....

Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ после 2-го высушивания.....

Постоянная масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

По этим данным вычислите массу кристаллизационной воды в навеске, а также содержание ее в массовых долях (%).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. На чем основан гравиметрический анализ?
2. Перечислите основные этапы гравиметрического определения.
3. Каким требованиям должны удовлетворять осадки в данном анализе?
4. Что значит: высушивать бюкс до постоянной массы?

Лабораторная работа №19

ТЕМА: Приготовление рабочего раствора щелочи и стандартного раствора щавелевой кислоты.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: освоение расчета и методики приготовления растворов заданной концентрации путем разбавления более концентрированных растворов, а также приготовления стандартных (исходных) растворов по точной навеске.

ПРИБОРЫ, ПОСУДА И РЕАКТИВЫ: аналитические весы, мерный цилиндр вместимостью 10 см³, мерная колба вместимостью 250 см³, 500 см³, воронка диаметром 3 см, бюкс вместимостью 50 см³, промывалка с дистиллированной водой, капельная пипетка, гидроксид натрия, щавелевая кислота.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Приготовление раствора щелочи.

Необходимо приготовить 500 см³ раствора гидроксида натрия с приблизительной молярной концентрацией эквивалента $C(1/1 \text{ NaOH}) \approx 0,1$ моль/л. Рабочий раствор готовят разбавлением концентрированного раствора NaOH.

1. Расчет. Для приготовления 500 см³ 0,1 моль/л раствора NaOH вычислить количество 100%-ного раствора NaOH:

$$m_0(\text{NaOH}) = \frac{\varrho_{(\text{NaOH})} \cdot C_{(1/1\text{NaOH})} \cdot V_{(\text{NaOH})}}{1000}$$

Плотность (ρ) 26%-ного раствора NaOH равна 1,285 г/см³. Для приготовления 500 см³ 0,1 моль/л раствора NaOH рассчитать количество 26%-ного этого раствора.

$$100 \text{ г} - 26 \text{ г}$$

$$m_1(\text{NaOH}) - m_0(\text{NaOH})$$

Определить объём, занимаемый m граммами 26%-ного раствора NaOH ($\rho = 1,285 \text{ г/см}^3$):

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{m_1(\text{NaOH})}{\rho}$$

2. Приготовление раствора. Мерным цилиндром отбирают рассчитанное количество концентрированного раствора NaOH, переносят в мерный цилиндр вместимостью 500 см³, разбавляют дистиллированной водой до требуемого объема. Содержимое цилиндра переливают в склянку для хранения раствора, которую предварительно ополаскивают дистиллированной водой, затем небольшим объемом приготовленного раствора. На склянку приклеивают этикетку с указанием концентрации раствора, номера группы, даты приготовления.

II. Приготовление щавелевой кислоты.

Стандартный раствор щавелевой кислоты необходим для установления концентрации рабочего раствора гидроксида натрия. Раствор готовят растворением точной навески кристаллогидрата щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в мерной колбе. Готовят 250,0 см³ раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента $C(1/2 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1000$ моль/дм³.

1. Расчет. Вычисляют массу навески щавелевой кислоты (г), необходимую для приготовления 250,0 см³ раствора с заданной концентрацией:

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{C(1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \Xi(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{1000}$$

2. Взвешивание навески. Пустой бюкс предварительно взвешивают и записывают его массу (m_6) в лабораторный журнал с точностью $\pm 0,0002$ г. К массе пустого бюкса прибавляют массу навески, полученную при расчете, и соответствующую навеску уточняют на аналитических весах. Массу бюкса с навеской записывают в лабораторный журнал (m_{6+n}). По разности массы бюкса с навеской и массы пустого бюкса находят точную массу навески щавелевой кислоты (m_n):

$$m_n = m_{6+n} - m_6$$

3. Приготовление раствора. Массу навески щавелевой кислоты через сухую воронку количественно переносят в предварительно вымытую и ополоснутую дистиллированной водой мерную колбу. Дистиллированной водой из промывалки смывают оставшиеся кристаллы кислоты с внутренней поверхности бюкса и воронки в колбу. Для растворения навески в колбу добавляют дистиллированную воду на $\frac{1}{2}$ объема колбы. Круговыми движениями перемешивают раствор до полного растворения кристаллов кислоты. Капельной пипеткой доводят раствор до метки дистиллированной водой, колбу закрывают пробкой, раствор тщательно перемешивают. Содержимое колбы переносят в склянку для хранения раствора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как приготовить раствор щелочи?
2. Почему концентрацию приготовленного раствора гидроксида натрия необходимо проверять?
3. Как приготовить точный раствор по точно взятой навеске?
4. Что такое рабочий раствор?
5. Что такое стандартный раствор?

Лабораторная работа №20

ТЕМА: Определение молярной концентрации эквивалента и титра раствора щелочи.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: освоение правил и приемов работы с мерной посудой, техники титрования и установление титра рабочего раствора гидроксида натрия по стандартному раствору щавелевой кислоты.

ПРИБОРЫ, ПОСУДА И РЕАКТИВЫ: бюретка вместимостью 25 см³, пипетка Мора вместимостью 10 см³, коническая колба для титрования вместимостью 100 см³, химический стакан вместимостью 100 см³, воронка диаметром 3 см, рабочий раствор гидроксида натрия с приблизительной концентрацией 0,1 моль/дм³, стандартный раствор щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм³, спиртовой раствор фенолфталеина с массовой долей 1,0%.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Подготовка мерной посуды к работе:

1. Бюретку дважды ополаскивают дистиллированной водой, затем титрантом. Через воронку заполняют бюретку раствором в соответствии с правилами:

- раствор наливают выше уровня нулевой отметки;
- заполняют раствором «носик» бюретки, изгибая соединительную трубку в виде сообщающихся сосудов и вытесняя из «носика» бюретки воздух;
- устанавливают уровень раствора в бюретки на нулевое значение (нижний уровень мениска должен касаться нулевого деления).

2. Корректируют положение бюретки в штативе, закрепляя ее так, чтобы «носик» погружался в колбу для титрования на 2-3 см. На стол штатива, в котором закреплена бюретка, помещают белый лист.

3. Мерную пипетку ополаскивают дистиллированной водой, затем небольшим объемом титруемого раствора.

II. Титрование:

1. Мерной пипеткой отбирают 10 мл стандартного раствора щавелевой кислоты из склянки и устанавливают уровень раствора на кольцевой отметке. Переносят раствор в колбу для титрования и дают раствору полностью вытечь из пипетки. Осторожно трижды прикасаются «носиком» пипетки к дну колбы, слегка наклоняя колбу.

2. В колбу для титрования, содержащую раствор щавелевой кислоты, добавляют 2-3 капли индикатора (фенолфталеин).

3. Колбу со стандартным раствором помещают под «носик» бюретки и приливают раствор титранта небольшими порциями, постоянно перемешивая содержимое колбы круговыми движениями. Титрование прекращают, когда титруемый раствор окрасится в розовый цвет от одной капли раствора NaOH. Окраска должна быть устойчивой в течение 30 с.

4. Первое титрование проводят ориентировочно, приливая титрант порциями объемом по 1,0 см³. Последующие три титрования проводят точно, вблизи точки эквивалентности рабочий раствор приливают по каплям, наблюдают окраску раствора после добавления каждой порции титранта.

Расхождение между параллельными результатами титрования не должно превышать 0,1 см³. После каждого титрования уровень раствора в бюретке устанавливают на нулевое деление.

Результаты титрования помещают в таблицу 21.

Таблица 21

Номер опыта	V (H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O), см ³	V (NaOH), см ³	V ср.(NaOH), см ³

III. Расчет:

Находят средний объем титранта (см³). Зная точную концентрацию стандартного раствора, его объем и объем титранта, измеренный по бюретке, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента (моль/дм³) и титр (г/см³) рабочего раствора NaOH.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какой метод титрования использовался в данной лабораторной работе?
2. Какие растворы называются титрантами?
3. Растворы каких веществ применяются в качестве рабочих растворов в этом методе?
4. Какие вещества применяются в качестве стандартных растворов в этом методе?
5. Что такое титрование? Точка эквивалентности?
6. Как подготовить бюретку к титрованию?
7. Как выполняется титрование?
8. Как фиксируется точка эквивалентности в этом методе?

Лабораторная работа №21

ТЕМА: Определение содержания серной кислоты в растворе.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: освоение методики определения кислот в растворе методом нейтрализации и установить массу серной кислоты в контрольном растворе.

ПОСУДА И РЕАКТИВЫ: бюретка вместимостью 25 см³, пипетка Мора вместимостью 10 см³, мерная колба вместимостью 100 см³, коническая колба для титрования вместимостью 100 см³, воронка диаметром 3 см, титрованный раствор гидроксида натрия с установленной концентрацией, спиртовой раствор фенолфталеина с массовой долей 1,0 %.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Бюретку заполняют титрованным раствором NaOH в соответствии правилами, оговоренными в лабораторной работе № 19.
2. Получают у преподавателя в мерной колбе контрольный раствор серной кислоты, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.
3. Мерной пипеткой отбирают 10,00 см³ приготовленного раствора серной кислоты в колбу для титрования, добавляют 2-3 капли раствора индикатора.
4. Титруют до появления розовой окраски, не исчезающей при перемешивании в течение 30 с.

Точное титрование повторяют не менее трех раз до получения воспроизводимых результатов; расхождение между параллельными опытами не должно превышать 0,05 см³. Результаты записывают в таблицу 22.

Таблица 22

Номер опыта	V (H ₂ SO ₄), см ³	V (NaOH), см ³	V ср. (NaOH), см ³

5. Расчет:

1. Рассчитывают средний объем титранта (см³).
2. Зная точную концентрацию рабочего раствора NaOH, его объем и объем раствора серной кислоты H₂SO₄, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента (моль/дм³).
3. Рассчитывают массу (г) анализируемого раствора H₂SO₄ по формуле:
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = C(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)/2$$
4. Получают у преподавателя истинное значение массы кислоты (m_{ист}) и вычисляют относительную погрешность определения Δ, %:

$$\Delta = m_{\text{ист}} - m(\text{H}_2\text{SO}_4) / m_{\text{ист}} \cdot 100\%$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как фиксируется точка эквивалентности в кислотно-основном методе?
2. Что представляют собой индикаторы, применяемые в кислотно-основном методе?
3. В какой области рН лежит точка эквивалентности при титровании раствора: сильной кислоты сильным основанием?
4. Какой раствор применяется в качестве титранта в этом методе?
5. С помощью какого раствора необходимо проверять точную концентрацию титранта?

Лабораторная работа №22

ТЕМА: Приготовление рабочего раствора перманганата калия.

ЦЕЛЬ: освоение расчета и методики приготовления раствора перманганата калия заданной концентрации.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: весы аналитические, бюкс, воронка, мерная колба вместимостью 1000 мл, перманганат калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Рассчитать молярную массу эквивалента перманганата калия для окислительно-восстановительных реакций, протекающих в сильноокислой среде:



2. Рассчитать какую массу навески перманганата калия необходимо взять для приготовления раствора объемом 1 л с концентрацией 0,1 моль/л.

3. Пустой бюкс предварительно взвешивают и записывают его массу (m_6) в лабораторный журнал с точностью $\pm 0,0002$ г. К массе пустого бюкса прибавляют массу навески, полученную при расчете, и соответствующую навеску уточняют на аналитических весах. Массу бюкса с навеской записывают в лабораторный журнал (m_{6+n}). По разности массы бюкса с навеской и массы пустого бюкса находят точную массу навески перманганата калия (m_n):

$$m_n = m_{6+n} - m_6$$

4. Массу навески перманганата калия через сухую воронку количественно переносят в предварительно вымытую и ополоснутую дистиллированной водой мерную колбу. Дистиллированной водой из промывалки смывают оставшиеся кристаллы с внутренней поверхности бюкса и воронки в колбу. Для растворения навески в колбу добавляют дистиллированную воду на $\frac{1}{2}$ объема колбы. Круговыми движениями перемешивают раствор до полного растворения кристаллов перманганата. Капельной пипеткой доводят раствор до метки дистиллированной водой, колбу закрывают пробкой, раствор тщательно перемешивают. Содержимое колбы переносят в склянку для хранения раствора.

Лабораторная работа №23

ТЕМА: Установление молярной концентрации эквивалента и титра перманганата калия по щавелевой кислоте.

ЦЕЛЬ: определение молярной концентрации эквивалента перманганата калия и установление титра по щавелевой кислоте.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: конические колбы, бюретка на 25 мл, штатив лабораторный, пипетка Мора, промывалка. Растворы: перманганат калия 0,05 М ($1/5 \text{KMnO}_4$), серная кислота 2 М ($1/2 \text{H}_2\text{SO}_4$), щавелевая кислота 0,1 М ($1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Для определения молярной концентрации эквивалента раствора KMnO_4 , 10 мл раствора щавелевой кислоты перенести в коническую колбу вместимостью 250 мл, добавить около 50 мл воды и 15 мл (мерным цилиндром) разбавленной серной кислоты H_2SO_4 . Полученный раствор нагреть до $80-90^\circ$ (кипятить нельзя, так как щавелевая кислота разлагается).

2. В бюретку поместить раствор KMnO_4 и установить мениск на нуле.

3. Горячий раствор оттитровать раствором перманганата калия до появления первого исчезающего бледно-розового окрашивания. Во время титрования раствор надо непрерывно перемешивать. Добавлять новую порцию раствора перманганата калия следует только после полного исчезновения окраски от предыдущей порции.

Результаты титрования помещают в таблицу 23.

Таблица 23

Номер опыта	V ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), cm^3	V (KMnO_4), cm^3	V ср. (KMnO_4), cm^3

4. Расчет:

Находят средний объем титранта (cm^3). Зная точную концентрацию стандартного раствора, его объем и объем титранта, измеренный по бюретке, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента (моль/дм^3) и титр (г/см^3) рабочего раствора KMnO_4

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какая реакция лежит в основе количественных определений по методу перманганатометрии?
2. Назовите рабочий раствор перманганатометрии.
3. Как готовится рабочий раствор для перманганатометрии?
4. В какой среде проводятся перманганатометрические определения? Почему?
5. Как определяется точка эквивалентности в методе перманганатометрии?
6. Назовите исходное вещество для определения точной концентрации раствора перманганата калия.

Лабораторная работа №24

ТЕМА: Определение содержания железа в соли Мора.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определение молярной концентрации эквивалента ионов железа (II).

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: мерная колба на 100 мл, пипетка Мора на 10 мл, бюретка на 25 мл, воронка, коническая колба на 250 мл, промывалка; раствор перманганата калия, серной кислоты; соль Мора.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Рассчитать величину навески соли Мора для приготовления 250 мл 0,1 моль/л раствора.
2. Полученный раствор соли Мора, количественно переводят в мерную колбу на 100 мл, разбавляют до метки и тщательно перемешивают.
3. В подготовленную бюретку наливают 5-10 мл раствора перманганата калия так, чтобы он смочил ее стенки, и этот раствор выливают. Споласкивание бюретки раствором перманганата повторяют 1-2 раза. Наконец, бюретку заполняют раствором перманганата и устанавливают точно на нулевое деление.
4. Из мерной колбы при помощи пипетки берут в три конические колбы по 20 мл приготовленного раствора соли Мора.
5. После того как в колбы налит раствор соли железа (II), нужно создать условия, при которых нацело протекает реакция. Таким условием является кислая среда. Для этого необходимо добавить 10 мл 4 М раствора серной кислоты на 20 мл раствора соли Мора.
6. Колбу с подкисленным раствором соли железа (II) подставляют под бюретку и приступают к титрованию. Титрование прекращают, когда прибавление очередной порции раствора перманганата вызывает уже не исчезающую золотисто-розовую окраску содержимого колбы.
7. Показания бюретки записывают в журнал.
8. Определить молярную концентрацию эквивалента анализируемого раствора (по железу).
9. Рассчитать содержание железа в 100 мл раствора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какая реакция лежит в основе количественного определения железа (II) по методу перманганатометрии?
2. Назовите рабочий раствор, применяемый в этом методе.
3. В какой среде проводятся перманганатометрические определения? Почему?
4. Как определяется точка эквивалентности при определении содержания железа (II)?

Лабораторная работа №25

ТЕМА: Приготовление рабочего раствора нитрата серебра и стандартного раствора хлорида натрия.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Приготовление стандартного раствора хлорида натрия и нитрата серебра.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: весы аналитические, мерная колба вместимостью 500 мл, бюкс, хлорид натрия, нитрат серебра.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Приготовление стандартного раствора хлорида натрия/

1. Рассчитайте величину навески химически чистой соли хлорида натрия, которую нужно взять для приготовления 500 мл 0,1 М раствора.
2. Высушенный хлорид натрия помещают во взвешенный бюкс. Рассчитанное количество этой соли отвешивают на весах.
3. Отвешенное количество хлорида натрия осторожно сыпают в мерную колбу и разбавляют дистиллированной водой до метки.

II. Приготовление 0,1 М раствора нитрата серебра.

1. Рассчитайте величину навески химически чистого кристаллического AgNO_3 , необходимого для приготовления 500 мл 0,1 М раствора.
2. Отвешивают на весах во взвешенном предварительно бюксе рассчитанное количество нитрата серебра.
3. Навеску осторожно переносят через воронку в мерную колбу и разбавляют дистиллированной водой до метки.

Лабораторная работа №26

ТЕМА: Установление молярной концентрации эквивалента нитрата серебра.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: стандартизация раствора нитрата серебра по хлориду натрия.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: бюретка вместимостью 50 мл, пипетка Мора вместимостью 10 мл, конические колбы для титрования вместимостью 100 мл, рабочий раствор нитрата серебра с приблизительной концентрацией 0,1 моль/л, стандартный раствор хлорида натрия с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/л, насыщенный раствор хромата калия.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Установка титра 0.1 М раствора нитрата серебра по точной навеске хлорида натрия.

1. Тщательно вымытую бюретку промывают раствором нитрата серебра и подготавливают ее к титрованию.
2. Пипетку ополаскивают раствором хлорида натрия и переносят 10,00 мл раствора в коническую колбу.
3. Приливают в колбу 2 капли насыщенного раствора хромата калия K_2CrO_4 . Осторожно, по каплям, титруют раствором нитрата серебра при перемешивании. Добиваются, чтобы произошел переход желтой окраски смеси в красноватую.

Результаты титрования помещают в таблицу 24.

Таблица 24

Номер опыта	V (NaCl), см ³	V (AgNO ₃), см ³	V ср.(AgNO ₃), см ³

4. Расчет.

Находят средний объем титранта (см³). Зная точную концентрацию стандартного раствора, его объем и объем титранта, измеренный по бюретке, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента (моль/дм³) и титр (г/см³) рабочего раствора AgNO₃.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие реакции титрования основаны на образовании осадка?
2. Растворы каких веществ применяются в качестве рабочих растворов в этом методе?
3. В чем сущность безындикаторного метода титрования хлоридов раствором AgNO₃?
4. Как фиксируется точка эквивалентности при аргентометрическом определении хлоридов?

Лабораторная работа №27

ТЕМА: Определение содержания хлорида натрия в растворе.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить концентрацию хлорид-иона в растворе объёмным анализом.

ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ: бюретка вместимостью 50 мл, пипетка Мора вместимостью 5 мл, мерная колба вместимостью 50 мл, конические колбы для титрования. Растворы: поваренной соли, нитрата серебра (0,1 М), хромата калия (насыщенный).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. В мерную колбу на 50 мл налить 10 мл раствора, содержащего хлорид-ион. Доведите объём раствора до метки, добавляя из промывалки небольшими порциями дистиллированную воду и встряхивая раствор в колбе после прибавления каждой порции, последние порции воды прибавляйте по каплям до тех пор, когда кольцевая метка на колбе станет касательной к нижнему мениску жидкости. После этого, закрыв колбу пробкой, перемешайте раствор, несколько раз перевернув колбу. В приготовленном растворе вы должны определить концентрацию иона хлора.

2. Заполните бюретку 0,1 М раствором нитрата серебра, предварительно сполоснув бюретку небольшим количеством этого раствора. Проследить за тем, чтобы был заполнен кончик бюретки. Установите уровень раствора в бюретке на нулевое деление.

3. В три конические колбы внесите сухой пипеткой из колбы по 5 мл исследуемого раствора, добавьте в каждую приблизительно по такому же количеству дистиллированной воды и по одной капле хромата калия.

4. Оттитруйте раствор в первой колбе, прибавляя из бюретки небольшими порциями раствор нитрата серебра при непрерывном перемешивании содержимого колбы. Наблюдайте выпадение белого осадка AgCl и кратковременное, быстро исчезающее побурение жёлтого раствора в колбе в месте падения капли AgNO_3 в исследуемый раствор. Концом титрования следует считать момент, когда капля AgNO_3 вызовет не исчезающее побурение раствора в колбе. Запишите объём израсходованного нитрата серебра.

5. Две оставшиеся колбы оттитруйте более точно, прибавляя в конце титрования раствор нитрата серебра по каплям. Если результаты двух последних титрований разойдутся больше чем на 0,05 мл, проведите ещё одно определение.

Результаты наблюдения занесите в таблицу 25:

Таблица 25

№ титрования	Объём исследуемого раствора NaCl , мл	Количество капель индикатора	Объём 0,1 М раствора AgNO_3 , мл

6. Взяв среднее значение объёма раствора AgNO_3 , вычислите концентрацию хлорид иона в растворе, учитывая, что количество миллиграмм-эквивалентов AgNO_3 равно количеству миллиграмм-эквивалентов осаждённых ионов Cl^- т. е. равно количеству миллиграмм-ионов Cl^- :

$$C(\text{Cl}^-) \cdot V(\text{Cl}^-) = C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие реакции титрования основаны на образовании осадка?
2. Растворы каких веществ применяются в качестве рабочих растворов в этом методе?
3. В чем сущность безиндикаторного метода титрования хлоридов раствором AgNO_3 ?
4. Как фиксируется точка эквивалентности при аргентометрическом определении хлоридов?

Список используемой литературы

Основные источники:

1. Под редакцией Горбунцова С.В., Муллоярова Э.А., Оробейко Е.С., Федоренко Е.В. Физическая и коллоидная химия в общественном питании. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М. 2012.
2. Под редакцией Ищенко А.А. Аналитическая химия. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.

Дополнительные источники:

1. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.
2. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – СПб.: Издательство «Лань». 2009.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. - М.: Высшая школа, 2014.
4. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М.: Высшая школа, 2014.
5. Саенко О.Е. Аналитическая химия. – М.: Феникс, 2014.
6. Хаханина Т.И. Аналитическая химия: учебник и практикум для СПО. – М.: Юрайт, 2014.

Интернет-ресурсы:

1. ChemNet: портал фундаментального химического образования
<http://www.chemnet.ru>
2. WebElements: онлайн-справочник химических элементов
<http://webelements.narod.ru>
3. Виртуальная химическая школа
<http://maratak.m.narod.ru>
4. Мир химии
<http://chem.km.ru>
5. Коллекция «Естественнонаучные эксперименты»: химия
<http://experiment.edu.ru>
6. Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии
<http://school-sector.relarn.ru/nsm/>
7. Электронная библиотека по химии и технике
<http://rushim.ru/books/books.htm>