

САРАНСКИЙ КООПЕРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
АВТОНОМНОЙ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»

Методические указания по выполнению лабораторных работ по учебному
предмету УПО.02 ХИМИЯ

19.02.10 Технология продукции общественного питания

Квалификация
Техник-технолог

2019

Сульдина Т.И. Химия: Методические указания по выполнению лабораторных работ по учебному предмету УППО.02 ХИМИЯ. – Саранск: Саранский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации 2019 – 49 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по учебному предмету УППО.02 ХИМИЯ разработаны на основе требований федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 (с изменениями и дополнениями), Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования 19.02.10 Технология продукции общественного питания, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.04.2014 г., № 384

Методические указания по выполнению лабораторных работ по учебному предмету УППО.02 ХИМИЯ:

обсуждены и рекомендованы к утверждению решением кафедры менеджмента и индустрии питания от 22 марта 2019г., протокол № 8

Заведующий кафедрой менеджмента и индустрии питания

Одобрены Научно-методическим советом 08 апреля 2019г., протокол № 11.

© Саранский кооперативный институт (филиал)
АНОО ВО Центросоюза РФ
«Российский университет кооперации», 2019
© Сульдина Т.И., 2019

Введение

В подготовке технологов – специалистов в области общественного питания – существенное внимание уделяется преподаванию химических дисциплин, составляющих основу для понимания технологических процессов.

Для закрепления знаний по химии важное значение имеют лабораторно-практические занятия, позволяющие экспериментально доказать химические свойства различных веществ и пронаблюдать некоторые химические процессы и явления.

Ввиду того, что подготовка по направлениям 19.02.10 «Технология продукции общественного питания» в институте открыта недавно и соответствующие учебной программе вуза лабораторные практикумы по химии пока не изданы, возникла необходимость разработки практикума для проведения лабораторно-практических занятий по указанному курсу.

Курс химии необходимо начать с традиционного для химических практикумов вводного занятия, посвященного изучению правил техники безопасности в лаборатории, основных правил работы с химическими реактивами, посудой и оборудованием в целях обеспечения безопасности студентов, выработки лабораторных навыков и привития культуры химического анализа.

Кроме того, в практикуме получили отражение основные приемы работы с химическими веществами: растворение, осаждение, фильтрование, нагревание, выпаривание, высушивание и прокаливание, экстрагирование, взвешивание и некоторые другие.

Должное внимание уделено изучению химических свойств основных классов неорганических соединений, термохимических явлений, зависимости скорости химических реакций от различных факторов (концентрации реагирующих веществ, температурных условий, катализатора), способов выражения и приготовления растворов, гидролиза солей, окислительно-восстановительных реакций, способов получения и свойств комплексных соединений. Существенное место в практикуме занимают опыты по изучению свойств химических элементов главных подгрупп различных групп.

В приложении представлены справочные таблицы, необходимые при выполнении лабораторных работ и итоговых заданий к ним.

Лабораторное занятие № 1.

Техника безопасности, основные правила и приемы работы в лаборатории

1. Правила техники безопасности

1. Студент допускается к работе в лаборатории только после инструктажа по технике безопасности, что подтверждается росписью студента и лица, проводившего инструктаж, в специальном журнале.

2. Все студенты, прошедшие инструктаж, должны строго придерживаться правил техники безопасности. За несоблюдение правил установлена ответственность в административном или судебном порядке.

3. Запрещается принимать пищу в лаборатории, пробовать на вкус химические вещества, оставлять какие-либо реактивы в посуде без соответствующей надписи.

4. Все растворы, не подлежащие сливу в канализацию (органические растворители, соли ртути и серебра, легковоспламеняющиеся жидкости, концентрированные кислоты и щелочи и т.д.), следует выливать в особые банки для слива, получив указание лаборанта.

5. При всех работах с едкими веществами (кислоты, щелочи и др.) необходимо соблюдать максимальную осторожность, имея в виду, что несчастные случаи всегда происходят в результате неосведомленности, невнимательности или небрежности работающего.

6. Беря вещество для опыта, следует внимательно прочитать этикетку и проверить содержимое по качественным признакам (цвет, запах, консистенция и др.).

7. При попадании едкого вещества на стол или на пол следует это место сразу же засыпать песком, затем песок собрать и вынести из помещения. Облитое кислотой место промыть раствором соды, а щелочью – раствором кислоты.

8. Реакции, которые сопровождаются сильным разогревом (растворение кислот, щелочей), следует проводить только в посуде из химического стекла, при этом реакционный сосуд помещают в кристаллизатор.

9. Засасывать едкие жидкости в пипетку необходимо только с помощью груши или пневмонасоса, а не ртом.

10. Нагревать растворы на плитке следует только в посуде из химического стекла без пробки. При этом посуда должна быть сухой снаружи. Брать нагретые предметы необходимо с помощью полотенца или специальных напальчников.

2. Первая помощь при отравлениях и ожогах

1. При термических ожогах пораженные места нужно смочить 2% раствором марганцовокислого калия («марганцовки») или спиртовым раствором танина.
2. При попадании кислоты или щелочи на кожу пораженное место промыть сначала большим количеством воды, а затем 3% раствором гидрокарбоната натрия NaHCO_3 (при поражении кислотой), а при попадании щелочи – 1% раствором уксусной кислоты.
3. При попадании кислоты или щелочи в глаза их необходимо промыть большим количеством воды и немедленно направить пострадавшего к врачу.

3. Правила работы с реактивами

Твердые реактивы

1. Реактив берут из банки фарфоровыми или стеклянным шпателем (рис.1).



Рисунок 1. Микрошпатель

2. Просыпавшийся на стол реактив нельзя высыпать обратно в ту же банку во избежание загрязнений.
3. Взвешивать реактивы можно только в сухом стаканчике или на часовом стекле.
4. Отобранную порцию реактива следует пересыпать в чистый и высушенный стакан или бюкс с крышкой; хранить сухие вещества в бумаге ни в коем случае нельзя.

Жидкие реактивы

1. Растворы хранят в склянках, снабженных пробкой (лучше стеклянной) и четкой этикеткой с указанием названия реактива, его формулы, марки, концентрации и даты приготовления (рис.2).

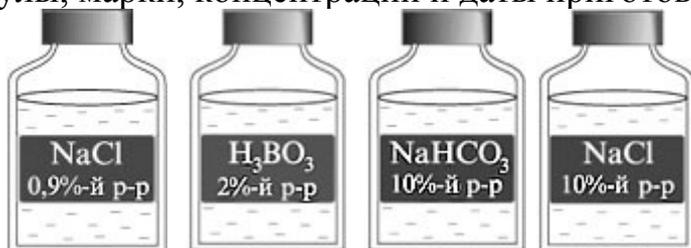


Рисунок 2. Образцы этикеток на склянках с реактивами

Применение корковых и резиновых пробок нежелательно. В крайнем случае, резиновые пробки перед употреблением надо прокипятить в воде.

2. Растворы веществ, разлагающихся на свету, нужно хранить в темных или желтых склянках.

3. Растворы аммиака и едких щелочей не рекомендуется хранить в стеклянной посуде, так как они при этом загрязняются веществами, перешедшими в раствор из стекла, - соединениями натрия, кальция, кремниевой кислотой и др. Лучше хранить аммиак и щелочи в посуде из полиэтилена.

4. Отлитый реактив нельзя возвращать обратно в склянку.

5. Все растворы следует готовить на дистиллированной воде.

4. Химическая посуда

Для проведения химических реакций в лабораториях используется специальная химическая посуда, обладающая стойкостью к химическим веществам и, как правило, термостойкостью. Ее можно разделить на посуду общего назначения и мерную.

4.1. Химическая посуда общего назначения

К этой группе относятся пробирки, чашки, ступки, тигли, стаканы, мензурки, воронки, колбы, эксикаторы, кристаллизаторы и др. (рис.3).



Рисунок 3. Химическая посуда общего назначения
1- пробирки, 2- чашки, 3- ступки и пестики, 4- тигли, 5 – стаканы, 6- кружки, 7- мензурки, 8- воронки, 9-колбы, 10- эксикатор, 11- биологические пробирки, 12- химические пробирки, 13- предметные стекла.

Пробирки служат для проведения реакций в малых объемах, они делятся на химические, обладающие высокой устойчивостью к реагентам и

термостойкостью, и биологические, неустойчивые к высокой температуре. Верхний край химических пробирок развальцован (отогнут наружу), а у биологических – прямой.

Чашки бывают стеклянные (чашки Петри), которые имеют вид плоских цилиндрических сосудов с крышкой и служат, к примеру, для бумажной хроматографии и фарфоровые – для выпаривания растворов и высушивания твердых веществ.

Фарфоровые ступки с пестиком служат для измельчения твердых веществ и экстрагирования растворимых веществ из различных материалов (например, пигментов из растений).

Тигли служат для расплавления и сплавления металлов, силикатов и других твердых веществ в муфельной печи. В зависимости от тугоплавкости материалов используют фарфоровые и металлические тигли.

Стаканы и кружки (стеклянные и фарфоровые) широко применяются в лабораторной практике для растворения веществ, переливания различных жидкостей и растворов, их нагрева или охлаждения.

Воронки служат для перенесения сыпучих веществ и переливания жидкостей и растворов в другие сосуды, а также используются при фильтровании растворов.

Колбы имеют широкое применение в аналитической практике. В зависимости от назначения они бывают конические и округлые, причем последние могут быть плоскодонными и круглодонными. И те и другие бывают с отростками для подключения к вакуумному насосу или обратному холодильнику (колбы Вюрца), а также одно-, двух- и трехгорлые со шлифом и пробкой.

Эксикаторы предназначены для обезвоживания веществ посредством гигроскопических химических соединений (гипс, медный купорос, серная кислота) или предохранения их от контактов с влагой воздуха и сохранения веществ в сухом состоянии.

Кристаллизаторы используются как емкости для охлаждающих или нагревающих смесей, а также для сбора продуктов химических реакций и последующей их утилизации.

Часовые и предметные стекла выполняют вспомогательную роль и используются для взвешивания сухих веществ и осуществления микрохимических реакций.

В зависимости от потребности экспериментатора используется посуда необходимой емкости.

4.2. Мерная химическая посуда

Каждый химический анализ связан с точными измерениями массы или объема. Для точного измерения объемов служит мерная посуда – мерные пипетки и бюретки, стаканы, колбы, цилиндры.

Пипетки. Для отбора аликвоты раствора пипеткой всасывают жидкости до уровня, немного превышающего метку (рис.4). Закрывают верхний конец пипетки указательным пальцем и вынимают пипетку с жидкостью из раствора.левой рукой обтирают снаружи нижнюю часть пипетки полоской фильтровальной бумаги.

Ни в коем случае нельзя засасывать ртом летучие или ядовитые жидкости, а также концентрированные кислоты и щелочи. Для отбора такого рода жидкостей с помощью пипетки следует пользоваться резиновой грушей.

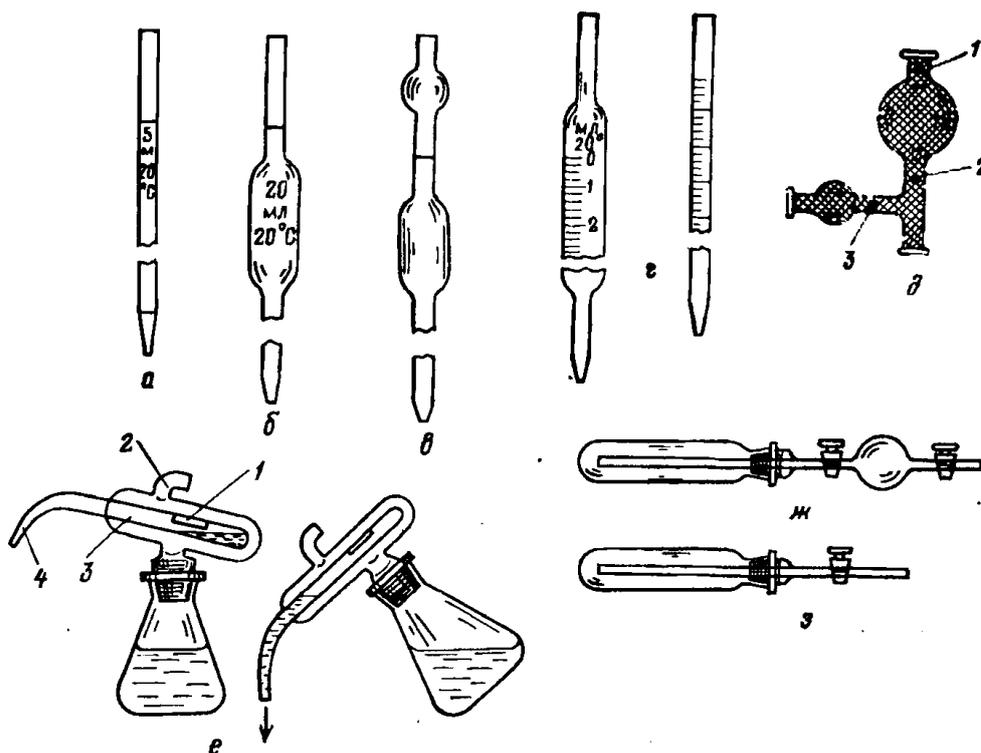


Рисунок.4. Проточные (а - г) пипетки, резиновая груша с клапанами.

Бюретка. Она является основным измерительным инструментом при титровании и представляет собой длинную стеклянную трубку, к суженному концу которой с помощью резинового шланга присоединяют оттянутый стеклянный капилляр (рис. 5). Затвором обычно служит стеклянный шарик, находящийся в резиновом шланге соответствующего размера и диаметра, или зажим Мора; чтобы заставить вытекать жидкость из бюретки, нужно слегка сжать резину сбоку в том месте, где помещается шарик. Для титрования веществ, которые разрушают резину (сильные окислители, крепкие кислоты и щелочи, органические растворители), пользуются бюреткой со стеклянным краном. Бюретка градуирована по длине на миллилитры и их десятые доли; сотые доли миллилитра отсчитываются на глаз.

При необходимости измерять небольшие объемы – от 5 мл до десятых долей миллилитра – пользуются микробюретками.

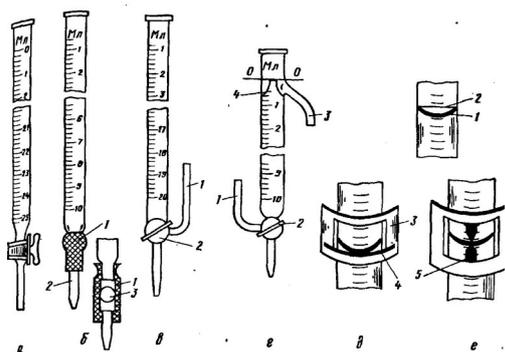


Рисунок 5. Бюретки: с одноходовым краном (а), резиновой трубкой (б), трехходовым краном (в) и автоматическим нулем (г). Приспособления для отсчета объемов жидкости (д, е).

Мерные колбы. Для отмеривания точного объема на вливание предназначены мерные колбы. Они представляют собой круглые плоскодонные сосуды с узким длинным горлом (шейкой). На шейке есть кольцевая метка, до которой следует наполнить колбу.

Раствор, находящийся в колбе, доводят до метки в несколько приемов. Сначала наливают растворитель до $1/3$ или $1/2$ вместимости колбы и, не закрывая пробкой, круговыми движениями перемешивают содержимое колбы. Затем добавляют растворитель до горла колбы, после чего приливают его тонкой струйкой из промывалки, немного не доводя до метки. Последние порции растворителя приливают в колбу по каплям из капельницы или из промывалки до тех пор, пока вогнутый мениск своей нижней частью не сольется с линией метки (рис.б).

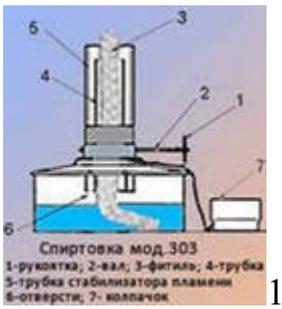


Рисунок 6. Мерные колбы, мензурки, цилиндры: а - с пробкой; б - Штоманна; в - Кольрауша; г - с градуированным горлом, д – цилиндры, е- коническая колба, ж- мензурка.

Для менее точного отбора определенного объема жидкости используются мензурки, конические колбы и цилиндры различных объемов с делениями.

5.Оборудование химической лаборатории

Наряду с химической посудой в лаборатории используется различное оборудование: спиртовки, горелки, холодильники, штативы, асбестированные сетки, бани, электроплитки, шкаф сушильный, печь муфельная, весы (рис. 7.).



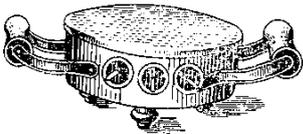
1



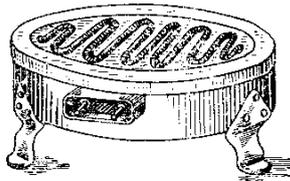
2



3



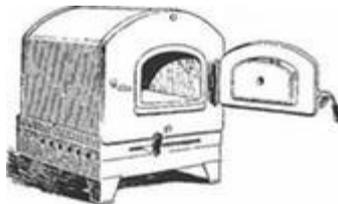
3б



3в



4



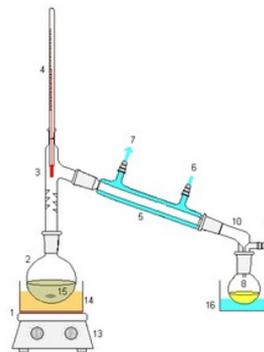
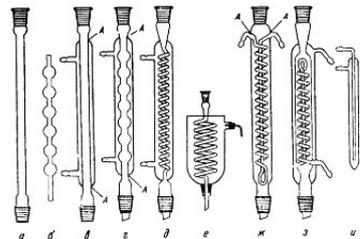
5а



5б



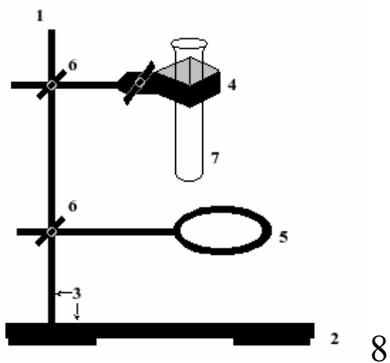
6а



6б



7



8

Закрепление различных видов химической посуды на металлическом штативе

Рисунок 7. Оборудование химической лаборатории: 1- спиртовка, 2- горелка Бунзена, 3 - электроплитка, 3б- электроплитка закрытого типа, 3в- электроплитка с открытой спиралью, 4- шкаф сушильный, 5а-б- муфельная печь, 6а- холодильник Либиха, 6б- установка для перегонки с нисходящим холодильником Либиха, 8- штатив (1 – стержень; 2 – подставка; 3 – лабораторный штатив; 4 – лапка; 5 – кольцо; 6 – зажим с двумя винтами; 7 – пробирка: цилиндрическая).

Спиртовки используются для нагрева или прокаливания малых количеств вещества в пробирке или металлической ложечке.

Горелки Бунзена – газовые – применяют для нагревания или расплавления больших количеств веществ в термостойкой посуде. Нередко в целях достижения равномерного нагревания используют асбестированные сетки, которые помещают между пламенем горелки и сосудом с нагреваемым веществом.

Бани электрические водяные, масляные и песчаные – металлические емкости, заполненные соответствующим наполнителем, подогреваемые электроплиткой, используются для равномерного нагрева реакционной смеси или выпаривания раствора.

Шкаф сушильный используется для высушивания осадка, хроматограмм и т.п. в контролируемых температурных условиях.

Печь муфельная предназначена для прокаливания или расплавления различных твердых веществ при высоких температурах.

Холодильники различных типов используются при возгонке и перегонке летучих веществ. При этом последние, охлаждаясь конденсируются в виде жидкости.

Штатив с приспособлениями – для закрепления различных видов химической посуды.

6. Весы и взвешивание

Весы предназначены для измерения массы вещества. В зависимости от требуемой точности в лабораториях пользуются техническими, теххимическими, либо аналитическими весами. Технические и теххимические весы позволяют производить взвешивание с погрешностью до +0,01 г. с предельной нагрузкой до десятка килограммов (технические весы) и до 1 кг (теххимические). У аналитических весов различной конструкции предельная нагрузка варьируют от 20 до 200 мг. и погрешность взвешивания составляет + 0,0001г.

6.1. Лабораторные, технические и теххимические весы

Наиболее широко в учебных лабораториях используются простые по устройству лабораторные весы, состоящие из основания и штатива, с коромыслом, на плечах которого подвешены чашки (рис.8а.).

В лабораторной практике применяют разнообразные технические и теххимические весы. Более совершенны последние; они имеют арретирное и балансировочное устройства, повышающие надежность и стабильность показаний весов. К весам прилагается набор гирь, помещенный в футляр, – разновес. Масса гирь-разновесок разная – от 10 мг до 500 мг.; она обозначена цифрами на каждой гирьке.

Технические весы 1 класса Т1-1. помещены в застекленный футляр с тремя дверцами (рис.8.).

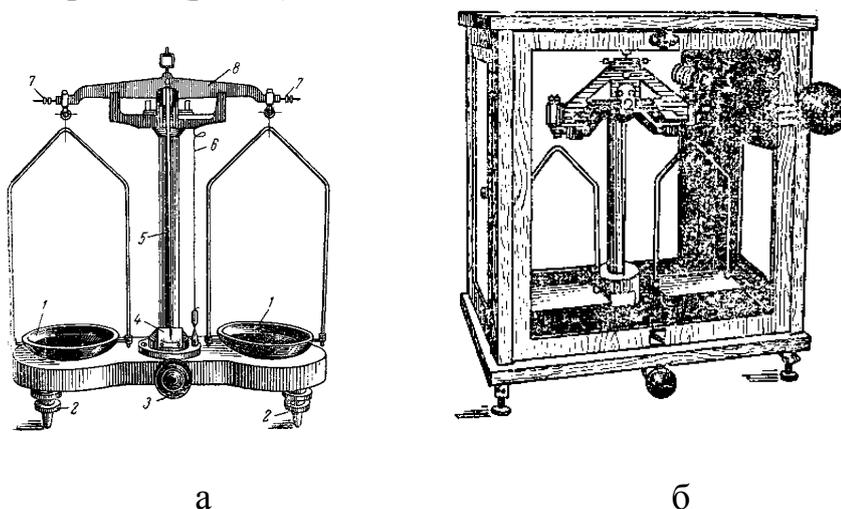


Рисунок 8. Весы, используемые в химической лаборатории: а – лабораторные весы: 1-чашки, 2-установочные винты, 3-ручка арретира, 4-шкала, 5- стрелка, 6- отвес, 7- балансировочные гайки, 8- коромысло; б – технические весы Т1 -1: 1- проволочные кольца, 2,3 – лимбы, 4- арретир.

Гирьки массой 1 г. и более также находятся в специальном футляре, их помещают на чашку весов вручную пинцетом. Миллиграммовые гирьки имеют вид проволочных колец 1; они находятся внутри весов и накладываются механически с помощью большого 2 и малого 3 лимбов. На лимбах имеются надписи, показывающие массу гирь. Массу вещества находят как сумму гирь, взятых из разновеса, и гирек, наложенных с помощью лимбов.

При взвешивании на технических весах следует строго соблюдать общие правила, гарантирующие правильность взвешивания.

1. Все действия с предметом и гирьками можно проводить только при арретированных весах (ручка 4 повернута влево до упора).
2. Нельзя взвешивать предметы, имеющие температуру, отличную от комнатной.

3. Нельзя взвешивать сыпучие вещества непосредственно на чашке весов – следует помещать их в сухой стакан, тигель, бюкс или на часовое стекло.

4. Весы и гирьки необходимо содержать в чистоте и постоянно готовыми к работе.

Квадрантные весы

Квадрантные весы – это весы, с полным механическим гиреналожением очень удобны для быстрого и точного взвешивания. Внешний вид одной из моделей таких весов – ВЛК-500г-М показан на рис.9.

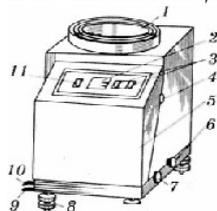


Рисунок 9. Квадрантные весы ВЛК-500г-М:

1 – чашка; 2 – экран; 3, 11 – окна; 4 – ручка делительного устройства; 5 – передняя панель; 6– ручка регулировки нуля; 7– ручка гиревого механизма; 8 –установочные винты ножек; 9 – уровень; 10 – тумблер.

Они заключены в футляр с застеленным экраном 2 и окнами 3 и 11. Тумблер 10 служит для включения подсветки экрана. На шкале, находящейся за экраном 2, имеется отсчетная отметка в виде двух треугольников. Регулировка нулевой отметки производится ручкой 6. Ручка 7 управляет гиревым механизмом (соответствующие показания – в окне 11). Ручка 4 управляет делительным устройством, которое позволяет снимать отсчет с точностью ± 10 мг (соответствующие показания на экране 2 и в окне 3).

Порядок взвешивания на весах ВЛК-500г-М следующий.

1. Проверяют установку весов по уровню 9, находящемуся с левой стороны весов. При необходимости положение весов регулируют установочными винтами ножек 8.

2. С помощью шнура присоединяют весы к электросети и включают тумблер 10.

3. При ненагруженной чашке весов 1 ручки 7 и 4 осторожным поворотом ставят в такое положение, чтобы на экране 2 и в окнах 3 и 11 была цифра 0 (полное отсутствие нагрузки на весы). В этом положении проверяют нулевую отметку: риска нуля по шкале на экране 2 должна находиться точно посередине между двумя треугольниками. В случае необходимости добиваются этого, вращая ручку 6.

4. Помещают взвешиваемый предмет на чашку весов 1. Если при этом на экране 2 появляется изображение шкалы, оперируют только ручкой 4. Если изображения шкалы нет, добиваются его появления плавным, без толчков, вращением ручки 7, а затем

пользуются ручкой 4, находя положение, при котором отметка против какого-либо числа на экране 2 встала точно посередине между двумя треугольниками нулевой отметки.

5. Записывают отсчет, который складывается из: а) показаний в окне 11 (сотни граммов); б) показаний на экране 2 (десятки и единицы граммов); в) показаний в окне 3 (десятки и сотые доли грамма).

7. Основные приемы работы в лаборатории.

7.1. Растворение пробы

В подавляющем большинстве случаев химический анализ предполагает предварительный перевод исследуемого вещества в раствор. Выбор способа разложения анализируемой пробы зависит от природы вещества, метода его определения после растворения и от ряда других обстоятельств. Необходимо всегда выбирать такой способ разложения, который был бы наиболее быстрым, простым и не вызывал побочных эффектов – потерь анализируемого вещества вследствие газовой выделенной (H_2S , CO_2 , SiF_4 , NH_3 и др.), образования малорастворимых соединений ($PbCl_2$, $CaSO_4$, H_2SnO_3 и т.д.) или соединений, препятствующих определению элемента.

При растворении следует стремиться к тому, чтобы вещество растворилось полностью, независимо от того, полный или неполный анализ требуется провести. Многие неорганические соли и некоторые органические соединения хорошо растворяются в воде, подкисленной минеральными кислотами, чтобы предотвратить гидролиз (соли железа, висмута и др.). Органические соединения хорошо растворяются в органических растворителях – спирте, ацетоне, хлороформе и др. Большинство металлов и сплавов, а также оксидов, карбонатов, сульфидов растворяется в разбавленных или концентрированных кислотах.

Растворение проводят обычно в стакане при нагревании на водяной, песочной бане или на плитке. Нельзя допускать кипения и разбрызгивания жидкости. При растворении стакан накрывают часовым стеклом, которое по окончании растворения обмывают из промывалки небольшим объемом воды.

Не всегда растворение происходит полностью и заканчивается получением прозрачного раствора. Часто, особенно при анализе природных объектов, остается нерастворенная часть. Для полного растворения пробы полученной раствор разбавляют горячей водой и фильтруют осадок через бумажный фильтр. Фильтр промывают горячей водой, помещают с осадком в тигель, подсушивают, озоляют, а остаток сплавляют с одним из плавней, после чего он легко растворяется.

Перемешивание производят стеклянной палочкой, добиваясь наиболее равномерного распределения одного раствора в другом или осадка в растворе.

7.2. Осаждение

Осаждение обычно проводят в конических пробирках. В пробирку наливают определенное количество исследуемого раствора и пипеткой приливают соответствующий реактив до полного осаждения, которое считается достигнутым, если после отстаивания от прибавления одной капли не происходит помутнения прозрачного раствора над осадком.

7.3. Отделение раствора от осадка

Раствор от осадка отделяют капиллярной пипеткой. Капилляр пипетки опускают в раствор так, чтобы пипетка опиралась о край наклоненной пробирки. По мере поднятия раствора в пипетке капилляр постепенно приближают к осадку, но не касаются его. Когда раствор уже больше не поднимается, широкое отверстие пипетки закрывают указательным пальцем, вынимают ее из пробирки и раствор из пипетки переносят в чистую пробирку.

7.4. Фильтрование и промывание осадков

Фильтрование проводят для отделения осадка от маточного раствора. С этой целью используют различные материалы: фильтровальную бумагу, пористое стекло, асбест и др. Выбор материала зависит в основном от свойств осадка и раствора над ним. Наиболее часто в количественном анализе пользуются *беззольными бумажными фильтрами*.

Размер фильтра выбирают, исходя из массы осадка: он не должен занимать больше половины высоты фильтра. Воронку для вкладывания фильтра выбирают так, чтобы фильтр не доходил до ее краев на 5-15 мм. От того, насколько правильно сложен фильтр, зависит скорость фильтрования.

Техника работы с бумажными фильтрами состоит в следующем.

Фильтр складывают пополам, полученный полукруг перегибают еще пополам, но так, чтобы боковые сгибы не совпадали друг с другом на 3-5 мм. Затем отделяют один слой бумаги и полученный таким образом конус вставляют в воронку, разглаживая сгибы фильтра (рис.10). Смачивают конус водой из промывалки и подгоняют фильтр таким образом, чтобы верхняя часть конуса плотно прилегала к стенкам воронки. Затем выполняют фильтр дистиллированной водой и проверяют, заполнена ли трубка воронки водой. Если нет, закрывают конец трубки пальцем левой руки, фильтр наполняют до краев водой и правой рукой осторожно приподнимают его по стенке воронки так, чтобы удалился воздух из трубки, после чего снова плотно прижимают фильтр к стеклу.



Рисунок 10. Воронка с углом в 60° и складывание бумаги для фильтра Берцелиуса.

Для фильтрования под воронку с фильтром ставят чистый стакан; при этом трубка воронки должна касаться стенки стакана в верхней его части. Фильтрование начинают с декантации жидкости: осторожно сливают раствор, не взмучивая осадка. Сливание производят по палочке, наполняя фильтр не больше чем на $2/3$ его высоты. Палочка должна находиться над фильтром или, пока фильтруется жидкость, - в стакане. Когда вся жидкость с осадка будет слита, осадок промывают, также используя метод декантации. Для этого в стакан с осадком приливают из промывалки (рис. 11.) небольшой объем промывной жидкости (состав ее указывается в прописи) и, хорошо перемешав палочкой, дают отстояться жидкости, после чего сливают ее по палочке на фильтр. Повторяют эти операции 2-3 раза, затем переносят осадок на фильтр.



Рисунок 11. Промывалка

К осадку, промытому в стакане методом декантации, добавляют небольшой объем промывной жидкости, перемешивают палочкой и сразу же по палочке сливают жидкость с осадком на фильтр, заполняя его не больше чем на $2/3$ высоты. После сливания всей взмученной жидкости добавляют новую порцию промывного раствора и поступают таким же образом. Осторожно, тонкой струйкой из промывалки обмывают осадок на фильтре по верхнему его краю несколько раз. Конец промывания контролируют по отрицательной реакции на удаляемые примеси.

7.5. Определение реакции среды

На предметное стекло кладут полоску индикаторной бумаги и стеклянной палочкой переносят на нее каплю исследуемого раствора. Изменение окраски индикаторной бумаги указывает на реакцию среды в растворе.

7.6. Нагревание

Нагревание в лаборатории осуществляют при помощи спиртовых, газовых горелок и электронагревательных приборов.

Из электронагревательных приборов в химических лабораториях чаще всего применяют электроплитки. Нагревание реактивов в стеклянной химической посуде проводят через асбестированную металлическую сетку. Длительное нагревание в определенных интервалах температур проводят на водяных, масляных и песчаных банях.

7.7. Выпаривание

Эту операцию осуществляют для увеличения концентрации раствора или полного отделения растворителя от растворенного в нем нелетучего вещества. Выпаривание проводят в фарфоровых чашках и тиглях, на водяных банях, на электроплитках или на асбестированных сетках газовыми горелками. Следует избегать сильного перегревания, особенно в конце выпаривания (может произойти разбрызгивание или термическое разложение вещества).

Небольшое количество жидкости (1-2 капли) можно выпаривать на стеклянной пластинке над электроплиткой.

7.8. Высушивание и прокаливание осадков

Для нахождения массы осадок сначала доводят до определенного не изменяющегося во времени химического состава. Достигается это либо высушиванием, либо прокаливанием осадка до тех пор, пока масса его не примет постоянное значение. Масса считается постоянной, если результаты двух последующих взвешиваний различаются не больше чем на 0,0002 г.

Высушивание проводят при температуре не выше 150-200 °С. Не следует помещать мокрый стеклянный фильтр в нагретый сушильный шкаф: это может привести к растрескиванию фильтра. Первое высушивание ведут в течение 1-2 ч., последующие – 20-30 мин.

Прокаливанию подвергают те вещества, которые не изменяют своего состава при температуре прокалывания, при соприкосновении с бумагой и продуктами ее сгорания.

Прокаливанию предшествует операция *озоления*. Для этого подсушенный на воздухе или в сушильном шкафу бумажный фильтр с осадком помещают в тигль из указанного в прописи материала, предварительно прокаленный до постоянной массы при той же температуре, при которой будет прокаливаться осадок.

Тигль с фильтром осторожно нагревают на пламени горелки или в муфельной печи (при открытой дверце). При этом бумага должна обугливаться и медленно тлеть, но не гореть. Когда бумага почернеет, начнет рассыпаться и окажется на дне тигля, тигль продвигают вглубь печи, закрывают дверцу и постепенно повышают температуру до требуемой. При этой температуре прокалывают тигль с осадком около 1 ч., после чего не менее 25-30 мин. Охлаждают его в эксикаторе и взвешивают.

Затем снова помещают тигль в печь и прокаливают 25-30 мин. при той же температуре, после чего снова охлаждают в эксикаторе (время остывания тигля должно быть каждый раз одним и тем же) и взвешивают. Прокаливание и взвешивание повторяют до тех пор, пока масса тигля с осадком не примет постоянное значение.

Массу осадка находят как разность между результатом последнего взвешивания тигля (или фильтра) с осадком и последнего взвешивания пустого тигля (или фильтра).

7.9. Экстрагирование

Его применяют в химии главным образом для отделения анализируемого вещества от других и для концентрирования его из очень разбавленных растворов.

Метод экстрагирования основан на извлечении вещества из смеси при помощи органических растворителей, не смешивающихся с водой. Для этой цели часто используют такие вещества, как тетрахлорид углерода CCl_4 , хлороформ $CHCl_3$ и другие.

Техника экстрагирования в лабораторных условиях весьма проста. В делительную воронку (рис.12.) помещают водный раствор, содержащий анализируемое вещество, и, если нужно, добавленные к нему реагенты (кислоты или щелочи, буферные растворы, реагенты, связывающие вещество в комплекс, и др.), необходимые для перевода вещества в экстрагируемую форму. Затем в воронку приливают определенный объем органического растворителя, закрывают ее притертой пробкой и энергично встряхивают содержимое в течение времени, указанного в прописи (обычно не более 1-2 мин.).



Рисунок 12. Делительная воронка

Для наилучшего перемешивания переворачивают воронку вверх-вниз резкими движениями рук, придерживая правой рукой пробку, а левой – кран воронки, что обеспечивает быстрое расслаивание жидкостей после смешивания.

Перемешав жидкости, воронку вставляют в кольцо или лапку штатива и дают отстояться до тех пор, пока смесь разделится на два прозрачных слоя с четко обозначенной границей. Органический слой будет находиться или в верхнем или нижнем слое, в зависимости от того, меньше или больше его плотность относительно плотности воды. Разделенные слои сливают (при открытой пробке воронки) последовательно в два разных сосуда.

Лабораторное занятие 1. Классы неорганических соединений.

Опыт 1. Получение кислоты и основания

Реактивы и оборудование: порошок серы, синий лакмус, штатив с пробирками, банки и ложечки для сжигания веществ, спиртовки.

Теоретическое пояснение. Кислотами называются сложные вещества, состоящие из атомов водорода, способных замещаться на атомы металлов и кислотных остатков. По составу кислоты делятся на кислородсодержащие (HNO_3 , H_2SO_4 и т.д.) и бескислородные (HCl , HBr , H_2S); по числу атомов водорода, способных замещаться на металл – одноосновные (HCl , HBr , HNO_2 и др.), двухосновные (H_2SO_4 , H_2SO_3 , H_2S и др.), трехосновные (H_3PO_4); по способности к отщеплению ионов водорода (диссоциации) – сильные (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), средние (H_2SO_3 , H_3PO_4), и слабые кислоты (H_2S , H_2CO_3).

Кислоты согласно теории электролитической диссоциации в качестве катиона образуют только катионы водорода H^+ (точнее ионы гидроксония H_3O^+): $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Основность кислоты определяется числом катионов водорода, образующихся при диссоциации. Многоосновные кислоты диссоциируют ступенчато:

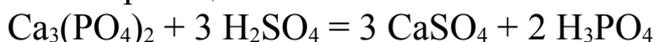


В растворах кислот лакмус становится красным, метиловый оранжевый – розовым, фенолфталеин остается бесцветным.

Кислоты получают растворением кислотных оксидов в воде:



или по реакции обмена соли с кислотой:

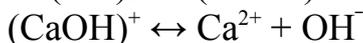


Основания – химические соединения, содержащие гидроксильную группу OH^- и способные диссоциировать в водном растворе с образованием гидроксильных ионов OH^- . По степени диссоциации различают слабые (NH_4OH) и сильные основания (NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Хорошо растворимые в воде основания называются щелочами.

Гидроксиды – продукты соединения оксидов с водой. Различают основные (основания), кислотные (кислоты) и амфотерные (амфолиты) гидроксиды.

Основания при диссоциации в растворе в качестве анионов образуют только гидроксид – ионы: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

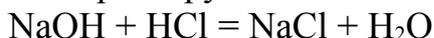
Кислотность основания определяется числом ионов OH^- . Многокислотные основания диссоциируют ступенчато:



Водные растворы хорошо растворимых оснований (щелочей) изменяют окраску индикаторов: в щелочных растворах фиолетовый лакмус синее,

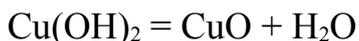
бесцветный фенолфталеин становится малиновым, а метиловый оранжевый – желтым.

Основания реагируют с кислотами, образуя соли и воду:



Если основание и кислота взяты в эквимолярных отношениях, то среда становится нейтральной, а такая реакция называется реакцией нейтрализации.

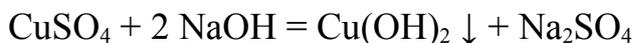
Многие нерастворимые в воде основания при нагревании разлагаются:



Щелочи получают растворением оксидов в воде:

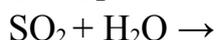


Нерастворимые в воде основания обычно получают действием щелочей на растворимые соли металлов:



Ход работы. Наливают в банку для сжигания веществ немного воды. В железную ложечку насыпают немного порошка серы. Нагревают ложечку с серой в пламени спиртовки и, когда сера загорится, вносят быстро ложечку с горячей серой в банку с водой. После того, как горение прекратится, содержимое банки хорошо взбалтывают. Приливают раствор синего лакмуса и наблюдают покраснение раствора вследствие изменения цвета индикатора в кислой среде.

Задание. Допишите уравнения реакции и назовите полученные вещества.



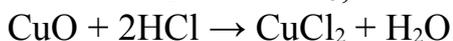
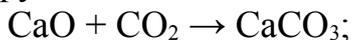
Опыт 2. Получение основания из оксида металла

Реактивы и оборудование: порошок оксида кальция (CaO), фенолфталеин, красный лакмус, штатив с пробирками.

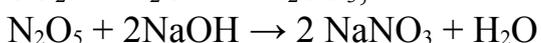
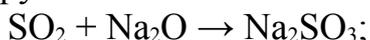
Теоретическое пояснение. Оксиды – продукты соединения элементов с кислородом. Различают солеобразующие и несолеобразующие оксиды, а также пероксиды, которые по свойствам относятся к солям пероксида водорода H_2O_2 . Пероксиды образуют щелочные (Li, Na, K, Rb, Cs) и щелочноземельные (Ca, Sr, Ba) металлы, в них атомы кислорода связаны между собой ковалентной связью (например, K_2O_2 : K–O–O–K) и легко разлагаются с отщеплением атомарного кислорода, поэтому пероксиды являются сильными окислителями. Несолеобразующих оксидов немного (например, CO, NO, N_2O), они не образуют солей ни с кислотами, ни с основаниями. Солеобразующие оксиды подразделяют на основные, кислотные и амфотерные.

Основные оксиды образуют металлы с низшими степенями окисления +1, +2, их гидратами являются основания. Хорошо растворимые в воде

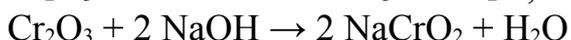
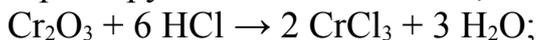
основания щелочных металлов называются щелочами. Основания щелочно-земельных металлов (Ca, Sr, Ba) также образуются при растворении в воде соответствующих оксидов, но их растворимость меньше. К щелочам приближается только гидроксид бария Ba(OH)₂. Основные оксиды реагируют с кислотными оксидами и кислотами, образуя соли:



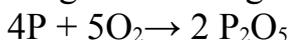
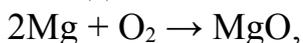
Кислотные оксиды образуют неметаллы (B, C, N, P, S, Cl и др.), а также металлы, расположенные в побочных подгруппах больших периодов, образующие соединения высших степеней окисления +5, +6, +7 (V, Cr, Mn и др.). Гидратами кислотных оксидов являются кислоты. Кислотные оксиды реагируют с основными оксидами и основаниями:



Амфотерные оксиды образуют металлы главных и побочных подгрупп средних степеней окисления +3, +4 (Al, Cr, Mn, Sn и др.), иногда +2 (Sn, Pb), их гидраты проявляют как основные, так и кислотные свойства. Амфотерные оксиды реагируют как с кислотами, так и с основаниями:



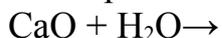
Оксиды можно получить реакцией соединения элемента с кислородом:



или реакцией разложения сложного вещества:



Ход работы. Наливают в пробирку 2-3 мл воды и добавляют немного негашеной извести CaO, тщательно перемешивают. Смесь разливают на две пробирки. В одну из них прибавляют 3-5 капель фенолфталеина, во вторую – раствор красного лакмуса. Отмечают изменение окраски индикаторов. *Задания.* 1. Допишите уравнения проходящей реакции:



2. Назовите полученное соединение.

3. Напишите его графическую формулу.

Опыт 3. Получение нерастворимых оснований

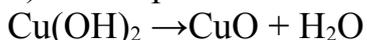
Реактивы и оборудование: растворы хлорида магния (MgCl₂), хлорида железа (III) (FeCl₃), гидроксида натрия (NaOH), соляной кислоты (HCl), штатив с пробирками.

Теоретическое пояснение. Нерастворимые основания обладают следующими свойствами:

1) Не окрашиваются индикатором.

2) Реагируют с кислотой. При этом получается соль данной кислоты и обязательно вода.

3) Легко разлагаются при нагревании на оксиды и воду. Например:



Ход работы. К нескольким каплям растворов солей хлоридов магния и железа ($\text{MgCl}_2, \text{FeCl}_3$) приливают несколько капель раствора едкого натра NaOH . Отмечают цвет образующихся осадков, составляют уравнения реакции:



Содержимое каждой пробирки разделяют на 2 части. К одной части добавляют избыток кислоты (HCl), а к другой – избыток щелочи. Наблюдают растворение осадка. Составляют уравнения соответствующих реакций.

Задания. 1. Сделайте вывод о свойствах образующихся гидроксидов.

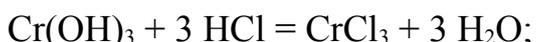
2. Проверьте отношение осадков к кислоте (HCl) и к щелочам (NaOH). 3. Объясните что наблюдается? 4. Составьте уравнения реакций.

5. Сделайте вывод об отношении гидроксидов магния и железа к кислоте и к избытку щелочи.

Опыт 4. Получение и свойства амфотерного гидроксида

Реактивы и оборудование: растворы хлорида цинка (ZnCl_2), гидроксида натрия (NaOH), соляной кислоты (HCl), штатив с пробирками.

Теоретическое пояснение. Амфолиты представляют собой гидроксиды, проявляющие в реакциях как основные, так и кислотные свойства. К ним относятся $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и другие. Амфотерные гидроксиды реагируют с основаниями как кислоты, а с кислотами – как основания:



Ход работы. Наливают в 2 пробирки 3-4 капли раствора ZnCl_2 и прибавляют по каплям раствор NaOH до появления осадка (смесь слегка следует встряхнуть). В одну из пробирок приливают по каплям кислоту, в другую – щелочь (содержимое пробирки встряхнуть!). Наблюдают что происходит?

Задание. Составьте уравнения реакций:

а) растворения гидроксида цинка в кислоте.

в) растворения гидроксида цинка в щелочи.

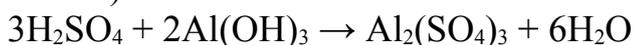
Отметьте принципиальное отличие гидроксида цинка от гидроксидов магния и железа (опыт 3.) и сделайте вывод о свойствах гидроксида цинка.

Опыт 5. Образование кислых солей

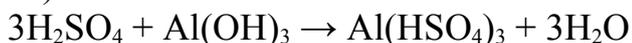
Реактивы и оборудование: известковая вода ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), углекислый газ (CO_2), пробирки, штатив, аппарат Кипа.

Теоретическое пояснение. Соли – это сложные вещества, образованные атомами металлов и кислотными остатками. В зависимости от количественных соотношений, взятых для реакции кислоты и основания, могут образовываться различные по составу соли:

1. Средними или нормальными солями называют соли, которые образуются при замещении металлом всех атомов водорода в кислоте (кислота и основание при получении соли взяты в эквивалентных количествах):

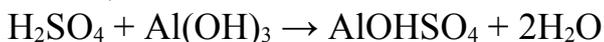


2. Кислыми солями (гидросоли) называют соли, которые образуются в результате неполного замещения водорода на металл или аммонийную группу (при получении кислой соли кислота должна быть в избытке):



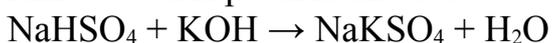
избыток

3. Основными солями (гидроксосоли) называют соли, где идет неполное замещение гидроксильных групп основания или амфотерного гидроксида на кислотные остатки. Основные соли - продукт неполной нейтрализации многокислотного основания кислотой.



избыток

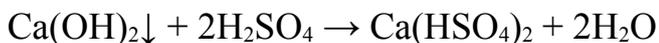
4. Двойными солями называют соли, где идет замещение атомов водорода многоосновной кислоты на атомы разных металлов, или как продукт замещения гидроксильных групп многокислотного основания на кислотные остатки разных кислот.



Кислые соли можно получить при действии кислоты на среднюю соль:



или избытка кислоты на основание:



Ход работы. Наливают в пробирку 3-4 капли известковой воды и пропускают через раствор углекислый газ из аппарата Кипа. При этом вначале образуется осадок средней соли, который растворяется при дальнейшем пропускании углекислого газа через суспензию карбоната кальция из-за образования кислой соли.

Задания. 1. Напишите уравнения реакций образования средней и кислой солей. 2. Сделайте вывод о растворимости в воде средних и кислых солей. 3. Составьте графические формулы средней и кислой солей. Назовите их.

Лабораторное занятие 3. Приготовление растворов различной концентрации.

Опыт 1. Приготовление растворов с заданной массовой долей вещества

Реактивы и оборудование: карбонат натрия (Na_2CO_3), сода кристаллическая ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), весы, ареометр, мерная колба, воронка, мерный цилиндр.

Теоретическое пояснение. Понятие растворы включает в себя истинные растворы и коллоидные растворы. Различие между ними заключается прежде всего в размерах частиц и однородности систем.

Истинные растворы - это термодинамически устойчивые однофазные, однородные гомогенные системы, состоящие из двух или большего числа компонентов с размером частиц на уровне 10^{-10} - 10^{-9} м. Компонентами, составляющими раствор, являются растворитель и растворенные вещества. Растворителем условно принято считать компонент, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора, и который содержится в большем количестве. Растворители могут быть жидкими или твердыми, а растворяемые вещества могут находиться в любом из трех агрегатных состояний.

Концентрация растворов - это важнейшая характеристика любого раствора. Она определяет содержание вещества в единице массы или объема раствора (иногда растворителя). В практике чаще всего используют следующие концентрации: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента (или нормальная концентрация), моляльная концентрация, титр раствора, молярная доля.

Отношение количества или массы вещества, содержащегося в системе, к объему или массе этой системы называется концентрацией.

Способы выражения концентрации растворов:

молярная концентрация - отношение количества растворенного вещества, содержащегося в системе, к объему раствора.

$$C_M = \frac{v}{V} \text{ (моль/л или моль/м}^3\text{);}$$

молярная концентрация эквивалентов – отношение количества эквивалентов растворенного вещества, к объему раствора.

$$C_{\text{э}} = \frac{v_{\text{э}}}{V} \text{ (моль/л или моль/м}^3\text{);}$$

моляльная концентрация – отношение количества растворенного вещества, содержащегося в системе, к массе растворителя.

$$C_m = \frac{m_{\text{р.в.}}}{m_{\text{р-ля}}} \text{ (моль/кг);}$$

молярная доля (χ_1) компонента в растворе - отношение количества этого компонента (v_1) к общему количеству всех содержащихся в системе веществ;

$$\chi_1 = v_1 / (v_1 + v_2 + \dots)$$

массовая доля растворенного вещества – это отношение его массы к массе раствора

$$W(\text{р. в.}) = \frac{m_{\text{р.в.}}}{m_{\text{р-ра}}} 100\%$$

может выражаться и в долях от единицы.

Ход работы:

Приготовление раствора из твердого вещества и воды

Приготавливают 250г раствора карбоната натрия с массовой долей Na_2CO_3 5 % из кристаллической соли $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и воды. Рассчитывают массу указанного кристаллогидрата, необходимого для приготовления раствора. Взвешивают эту массу на теххимических весах с точностью до 0,01 г. Вычисляют, какой объем воды необходим для растворения взятой навески. Отмеряют мерным цилиндром этот объем. Выливают воду в стакан и растворяют в ней навеску соли. Ареометром измеряют плотность раствора и по справочной таблице определить массовую долю Na_2CO_3 в полученном растворе.

Приготовление раствора из концентрированного раствора и воды

Приготавливают 250 мл аккумуляторной кислоты, массовая доля в которой H_2SO_4 28 %, из концентрированного раствора серной кислоты.

Определяют ареометром плотность концентрированного раствора серной кислоты, имеющейся в лаборатории. Находят по справочной таблице массовую долю (%) кислоты, соответствующую этой плотности.

Рассчитывают, какую массу концентрированного раствора и воды нужно взять для приготовления 250 мл 28 % раствора H_2SO_4 , плотность которого 1,205 г/см³. Для расчета объемов исходных растворов пользуются диагональную схему, или «правило креста»:

$$\begin{array}{ccc} W_1 m_1 & & \\ W & \diagdown \quad \diagup & \\ & & \\ W_2 m_2 & & \end{array}$$

где W — массовая доля серной кислоты в приготавливаемом растворе; W_1, W_2 — более высокая и низкая массовые доли исходных растворов (для воды $W_2=0$); m_1, m_2 — массы исходных растворов более высокой и низкой массовых долей. Соотношения для исходных растворов: $m_1 = W - W_2, m_2 = W_1 - W$. Пересчитывают полученные массы на объем. Рассчитывают объемы исходных растворов, необходимых для приготовления 250 мл аккумуляторной кислоты. Отмерить вычисленные объемы, сливают в термостойкий стакан и перемешивают (кислоту приливают к воде!). Пользуясь ареометром, определяют плотность приготовленного раствора,

массовую долю H_2SO_4 (по справочной таблице) и расхождение практически полученного значения с заданным.

Вычисляют молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

Опыт 2. Приготовление растворов определенной молярной концентрации и молярной концентрации эквивалента

Реактивы и оборудование: раствор сульфата натрия (Na_2SO_4), кристаллогидрат ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), весы, ареометр, мерная колба, воронка, мерный цилиндр.

Ход работы:

Приготовление раствора из твердого вещества и воды

Приготавливают 50 мл 0,1 М раствора сульфата натрия из кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Рассчитывают, сколько граммов кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нужно взять для приготовления указанного раствора. Взвешивают на теххимических весах вычисленное количество соли с точностью до 0,01 г на часовом стекле. В мерную колбу на 50 мл через воронку переносят навеску соли, небольшим количеством воды смывают с часового стекла и воронки всю соль в колбу. Постепенно добавляют воду и перемешивают жидкость до полного растворения соли. Затем доводят объем раствора до метки. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, переливают в сухой цилиндр, ареометром измеряют плотность и по справочной таблице находят массовую долю соли. Вычисляют молярную концентрацию полученного раствора.

Задание. Установите расхождение концентрации полученного раствора с заданной.

Приготовление раствора из концентрированного раствора и воды

Приготавливают 50 мл 0,1 н. раствора серной кислоты из раствора, имеющегося в лаборатории. Определяют ареометром его плотность. Находят по таблице массовую долю H_2SO_4 в растворе. Рассчитывают навеску, а затем объем раствора, необходимый для приготовления 0,1 н. раствора. Отмеряют мерным цилиндром рассчитанный объем раствора кислоты. Наливают в мерную колбу емкостью 50 мл около половины объема воды и вливают отмеренный объем серной кислоты через воронку. Смывают кислоту с воронки водой, взбалтывают раствор, охлаждают, доводят водой до метки и хорошо перемешивают.

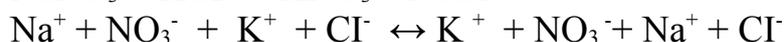
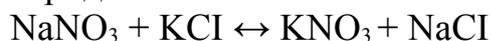
Задание. Проверьте правильность приготовления раствора аналогично опыту 1.

Опыт 3. Ионные реакции в растворах электролитов.

Реактивы и оборудование: штатив с пробирками, пипетка-капельница, растворы хлорида натрия (NaCl), хлорида железа (III) FeCl_3 , соляной кислоты (HCl), нитрата серебра (AgNO_3).

Теоретическое пояснение. В растворах электролитов реакции происходят не между их молекулами, а между ионами, их называют ионными реакциями. Ионные реакции бывают: обратимыми и необратимыми.

Примером обратимой реакции будет реакция между нитратом натрия и хлоридом калия:

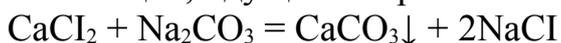


Взаимодействие между ионами отсутствует, т.к. степень диссоциации всех электролитов примерно одинакова. Такие реакции до конца не идут.

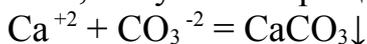
Необратимыми ионными реакциями называются реакции, которые идут с образованием малодиссоциированных соединений (например, H_2O , газов или труднорастворимых веществ). В необратимых ионных реакциях равновесие смещается в сторону образования наименее диссоциированных веществ.

Примеры необратимых ионных реакций:

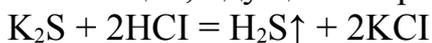
1. Реакция, идущая с образованием труднорастворимого вещества:



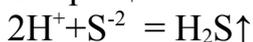
После сокращения одинаковых ионов, в левой и правой частях уравнения, получим сокращенное ионное уравнение:



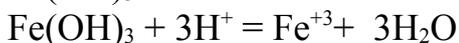
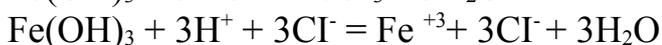
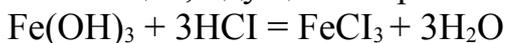
2. Реакция, идущая с образованием газообразного вещества:



Сокращенное ионное уравнение:



3. Реакция, идущая с образованием малодиссоциированного вещества:



В ионных реакциях труднорастворимые соединения, газы и малодиссоциированные соединения пишутся всегда в молекулярном виде.

Ход работы. В три пробирки наливают по 2-3 капли растворов NaCl , FeCl_3 , HCl в каждую из них добавляют по 1-2 капли раствора нитрата серебра AgNO_3 . Наблюдают образование белого осадка.

Задание. Напишите все три реакции в молекулярном, а также полном ионном и сокращенном ионном виде.

Лабораторное занятие 4. Влияние различных факторов на степень гидролиза соли. Смещение равновесия гидролиза.

Опыт 1. Реакция среды в растворах различных солей.

Реактивы и оборудование: растворы хлорида аммония (NH₄Cl), ацетата натрия (CH₃COONa), хлорида натрия (NaCl), карбоната натрия (Na₂CO₃), лакмуса, пробирки.

Теоретическое пояснение. Гидролизом называется обменная реакция взаимодействия соли с водой, приводящая к смещению равновесия диссоциации воды и, как правило, к изменению кислотности среды.

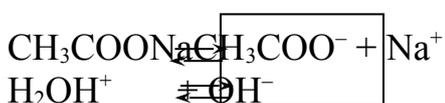
Гидролизу могут подвергаться только те соли, ионы которых способны связывать H⁺ или OH⁻ – ионы воды в малодиссоциированные соединения, т.е. соли, образованные слабыми кислотами и слабыми основаниями. Соли, образованные сильными кислотами и сильными основаниями, гидролизу не подвергаются.

В результате гидролиза солей образуется либо кислота (кислая соль) и основание, либо основание (основная соль) и кислота. Следовательно, процесс гидролиза соли можно рассматривать как процесс, обратный реакции нейтрализации. Так как реакции нейтрализации обычно идут до конца (практически необратимо), то равновесие реакции гидролиза смещено в сторону реагирующих веществ. Концентрация продуктов гидролиза соли, как правило, мала.

1. *Гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой.*

Например, ацетат натрия CH₃COONa и H₂O диссоциируют на ионы:

В водном растворе:



Ионы CH₃COO⁻ и H⁺ связываются, образуя слабую малодиссоциированную уксусную кислоту и вызывая смещение равновесия диссоциации воды вправо, в сторону увеличения концентрации OH⁻.

Уравнение реакции гидролиза ацетата натрия могут быть:

- молекулярное:



- ионное:



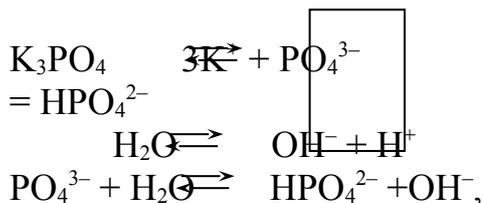
- краткоеионное:



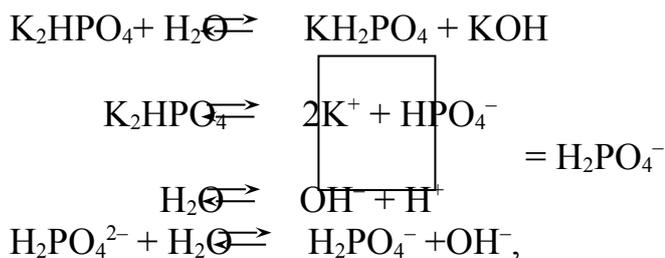
Реакция среды при гидролизе соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой, – щелочная (pH > 7).

1. Гидролиз солей, образованных многоосновными слабыми кислотами, проходит ступенчато. 2. Так фосфат калия K₃PO₄ образован сильным основанием и трехосновной слабой кислотой. 3. Гидролизуется в три ступени:

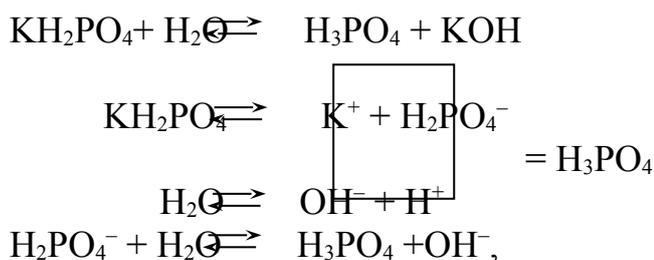
I ступень:



II ступень:



III ступень:

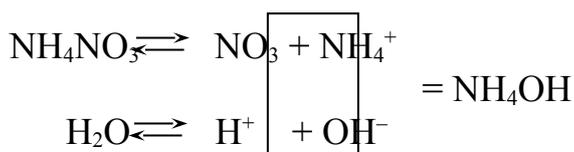


Наиболее полно гидролиз протекает по I ступени и практически не протекает по второй и третьей ступеням.

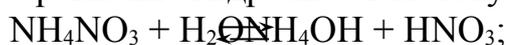
Равновесие реакции гидролиза сильно смещено в сторону реагирующих веществ, то в растворе при обычных условиях обнаруживаются лишь продукты гидролиза по I ступени. Лишь при условиях, особо благоприятствующих гидролизу, можно обнаружить продукты II и III ступеней гидролиза.

2. Гидролиз солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой.

Нитрат аммония NH_4NO_3 диссоциирует на ионы NO_3^- и NH_4^+ . Ионы NH_4^+ связывают ионы OH^- воды, вызывая смещение равновесия диссоциации воды в сторону увеличения концентрации H^+ – ионов в растворе.

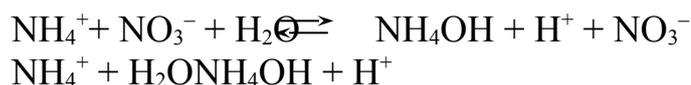


Уравнение гидролиза в молекулярной форме:



В ионной форме:

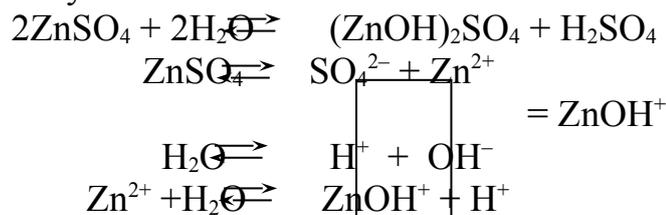




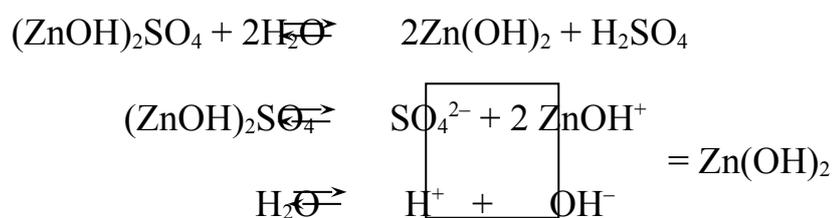
Реакция среды при гидролизе соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, – кислая ($\text{pH} < 7$).

Сульфат цинка ZnSO_4 образован сильной кислотой и слабым двухкислотным основанием. Гидролиз этой соли может протекать по 2 ступеням, хотя при обычных условиях практически ограничивается лишь I ступенью.

I ступень:



II ступень:



Реакция среды кислая ($\text{pH} < 7$).

3. *Гидролиз солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой.* Подобные соли легче других подвергаются гидролизу, так как ионы этих солей одновременно связываются обоими ионами воды с образованием двух слабых электролитов.

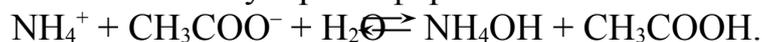
Реакция среды в растворах таких солей зависит от относительной силы кислоты и основания, т.е. водные растворы таких солей могут иметь нейтральную, кислую, или щелочную реакцию в зависимости от констант диссоциации образующихся кислот и оснований.

Соль $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ образована слабым основанием NH_4OH и слабой кислотой CH_3COOH одинаковой силы. ($K_{\text{дис.}}\text{NH}_4\text{OH} = 1.8 \cdot 10^{-5}$; $K_{\text{дис.}}\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

Реакция гидролиза в молекулярной форме:



в ионно-молекулярной форме:



Поскольку концентрация ацетат-ионов и ионов аммония в растворе одинакова, а константы диссоциации кислоты и основания равны, то реакция среды будет нейтральной ($\text{pH}=7$).

В результате реакции гидролиза цианида аммония NH_4CN ($K_{\text{дис. HCN}} = 7.2 \cdot 10^{-10}$; $K_{\text{дис. NH}_4\text{OH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}$)



среда будет слабощелочной ($\text{pH}>7$).

Ход работы. Берут пять пробирок. В первую пробирку наливают 1 мл раствора хлорида аммония NH_4Cl , во вторую – 1 мл раствора ацетата натрия CH_3COONa , в третью – 1 мл раствора хлорида натрия NaCl , в четвертую – 1 мл раствора карбоната натрия Na_2CO_3 , в пятую – 1 мл воды.

Затем в каждую пробирку добавляют 1 – 2 капли раствора лакмуса. Отмечают окраску растворов в пробирках. Определяют значение pH раствора, пользуясь данными таблицы.

Таблица 4. Окраска универсального индикатора в зависимости от значения pH раствора

| pH | Окраска индикатора |
|-------------|--------------------|
| 2 | розовая |
| 3 | красно-оранжевая |
| 4 | оранжевая |
| 5 | желто-оранжевая |
| 6 | желтая |
| 7 | желто-зеленая |
| 8 | зеленая |
| 9 | сине-зеленая |
| 10 | фиолетовая |

По изменению окраски лакмуса делают вывод о реакции среды в растворе каждой соли. Полученные результаты вносят в таблицу.

Таблица 5. Изменение окраски лакмуса.

| № пробирки | Формула соли | Окраска лакмуса | Реакция среды | pH раствора $\text{pH}<7$ $\text{pH}=7$ $\text{pH}>7$ |
|------------|--------------|-----------------|---------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Задания. 1. Сделайте выводы. 2. Составьте уравнения реакций гидролиза в молекулярной и ионной формах.

Опыт 2. Влияние концентрации раствора на степень гидролиза соли.

Реактивы и оборудование: растворы сульфата цинка ($ZnSO_4$), гидроксида калия (KOH), пробирки.

Теоретическое пояснение. Количественно процесс гидролиза можно характеризовать степенью гидролиза h (%).

$$h (\%) = \frac{\text{число гидролизованных молекул соли}}{\text{общее число растворенных молекул соли}} \cdot 100$$

Степень гидролиза зависит от химической природы образующейся при гидролизе кислоты (основания) при прочих равных условиях.

Например, одномолярные растворы ацетата натрия и цианида натрия при $22^\circ C$ гидролизуются соответственно следующим образом:

$CH_3COONa \sim$ на $0,003\%$ ($K_{\text{дис.}} CH_3COOH = 1.8 \cdot 10^{-5}$)

$NaCN \sim$ на 5% ($K_{\text{дис.}} HCN = 7.9 \cdot 10^{-10}$)

Основные факторы, влияющие на степень гидролиза соли: природа соли, ее концентрация, температура, добавление кислоты, щелочи или других солей.

Влияние природы соли на степень ее гидролиза определяется тем, что чем более слабым электролитом (основанием или кислотой) образована данная соль, тем в большей степени она подвержена гидролизу.

По мере уменьшения концентрации соли ее гидролиз усиливается, так как гидролиз соли лимитирован ничтожным количеством H^+ и OH^- -ионов, образующихся при диссоциации воды. Чем больше ионов воды приходится на долю ионов соли, тем полнее идет гидролиз.

Ход работы. Наливают в пробирку 1–2 мл раствора сульфата цинка ($ZnSO_4$), добавляют по каплям раствор гидроксида калия (KOH) до появления осадка, а затем до его растворения. К полученному раствору добавляют воду до появления осадка.

Задания. 1. Сделайте выводы. 2. Составьте уравнения реакций гидролиза в молекулярной и ионной формах.

Опыт 3. Влияние температуры на степень гидролиза соли

Реактивы и оборудование: растворы ацетата натрия (CH_3COONa) и фенолфталеина, пробирки, спиртовка, держатель для пробирок.

Теоретическое пояснение.

Влияние температуры на степень гидролиза также объясняется принципом Ле-Шателье. Гидролиз протекает с поглощением тепла и, как для каждой экзотермической реакции, с повышением температуры равновесие реакции гидролиза сдвигается вправо, т. е. с повышением температуры степень гидролиза возрастает.

Для солей, образованных катионом сильного основания и анионом слабой (кислоты), степень гидролиза невелика. Так, в $0,1$ н. растворе ацетата

натрия CH_3COONa степень гидролиза при 25°C около 0,01%, а для 0,1 н. раствора цианида натрия NaCN 1,5%.

Ход работы. Наливают в пробирку 1–2 мл раствора ацетата натрия CH_3COONa и прибавляют 1–2 капли фенолфталеина. Нагревают раствор в пробирке и наблюдают изменение окраски индикатора.

Задание. Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза солей и дайте объяснение.

Опыт 4. Смещение равновесия гидролиза

Реактивы и оборудование: растворы хлорида железа (III) (FeCl_3), карбоната натрия (Na_2CO_3), пробирки.

Теоретическое пояснение. Влияние добавления в раствор соли кислоты, основания или другой соли можно определить исходя из принципа Ле-Шателье. В том случае, когда добавляемые электролиты связывают продукты гидролиза соли, гидролиз соли усиливается. Если же добавляемый электролит увеличивает концентрацию продуктов гидролиза или связывает исходные вещества, то гидролиз соли уменьшается.

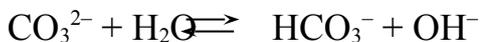
Например:



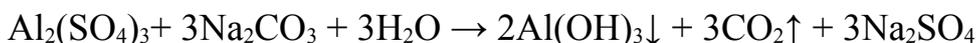
Прибавление к этому раствору щелочи, т.е. ионов OH^- , или другой соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием смещает равновесие гидролиза в сторону реагирующих веществ, а добавление кислоты, т.е. ионов H^+ , или соли, образованной сильной кислотой и слабым основанием смещает равновесие гидролиза в сторону продуктов реакции.

Рассмотрим пример взаимодействия растворов двух солей, взаимно усиливающих гидролиз друг друга.

В растворах карбоната натрия Na_2CO_3 и сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, взятых порознь, устанавливаются равновесия:



и гидролиз этих солей ограничивается практически первой ступенью. Если смещать растворы этих солей, то ионы H^+ и OH^- уходят из сферы реакции в виде малодиссоциирующей воды, что смещает оба равновесия вправо и активизирует последующие ступени гидролиза, что приводит к образованию осадка $\text{Al}(\text{OH})_3$ и газа CO_2 .



Ход работы. Наливают в пробирку 2–3 капли раствора хлорида железа (III) FeCl_3 , а затем прибавляют по каплям раствор карбоната натрия Na_2CO_3 до появления осадка и выделения газа.

Задания. 1. Сделайте вывод. 2. Составьте уравнения реакций.

Лабораторное занятие 5. Способы получения и химические свойства предельных и непредельных углеводородов.

Реактивы и оборудование: натронная известь, ацетат натрия, гексан, керосин, парафин, оксид меди (II), безводный сульфат меди (II), известковая вода, раствор перманганата калия, бромная вода, пробирки, газоотводная трубка, промывалка, фарфоровые чашки, кристаллизатор, лучина, огнезащитная прокладка, стакан, штатив, цилиндр, горелка.

Ход работы:

| № и название опыта | Техника безопасности | Действия | Уравнения реакций | Наблюдения, выводы |
|---|---|--|---|--|
| 1. Получение метана | Соблюдать правила работы с горючими газами и нагревательными приборами. Не допускать попадания натронной извести на кожу. | 1. Тщательно перемешаем натронную известь с ацетатом натрия и поместим в пробирку. Закроем пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Нагреем смесь. 2. Подожжем метан. | $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow$ | CH_4 – это..., который горит пламенем ... цвета. |
| 2. Горение метана и изучение его физических свойств | Соблюдать правила работы с горючими газами и нагревательными приборами. Не допускать попадания натронной извести на кожу. | 1. Заполним метаном цилиндр. 2. Подожжем метан. | $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow$ | CH_4 представляет собой ... газ, ... в воде. Он ... воздуха. Вывод: CH_4 - ... газ. |
| 3. Горение жидких алканов. | Соблюдать правила работы с горючими жидкостями. Работать с небольшими количествами | 1. Подожжем небольшие количества гексана и керосина. | $\text{C}_6\text{H}_{14} + \text{O}_2 \rightarrow$ | 1. Сравните скорость загорания гексана и керосина. 2. Керосин горит с выделением ... |

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| | жидких углеводородов (не более 2 мл). | | | Вывод: алканы с небольшой Mг загораются ..., чем алканы с большой Mг. |
| 4. Горение твердых углеводородов. | Соблюдать правила работы с горючими веществами. Не наклоняться над кипящим парафином. Не допускать попадание парафина на одежду, кожу. | 1. Нагреем парафин до кипения. 2. Выливаем кипящий парафин из пробирки в кристаллизатор, наполненный водой. | | Кипящий парафин, смешиваясь с воздухом, |
| 5. Установление качественного состава предельных углеводородов | Соблюдать правила работы с нагревательными приборами. | 1. Общим методом определения углерода и водорода в органических соединениях является окисление веществ оксидом двухвалентной меди. При этом углерод окисляется до углекислого газа, а водород до воды. 2. Углекислый газ обнаруживают при помощи известковой воды. 3. Воду обнаруживают безводным сульфатом меди (II). | 1. $C_{18}H_{38} + CuO \rightarrow$ 2. $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow$ 3. $CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow$ | 1. CuO восстанавливается до Cu или до Cu_2O , имеющих ... цвет. 2. Известковая вода ... от Образование CO_2 доказывает наличие ... 3. Под действием воды ... $CuSO_4$ переходит в ... кристаллогидрат - медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Появление воды доказывает наличие... |
| 6. Отношение метана к раствору перманганата калия и бромной воде. | Соблюдать правила работы с горючими газами и нагревательными приборами. | 1. Пропустим метан через раствор перманганата калия. 2. Пропустим | | 1. Изменяют ли свою окраску раствор $KMnO_4$ и Br_2 ? |

| | | | | |
|--|--|---------------------------|--|----------------------------------|
| | | метан через бромную воду. | | Вывод: CH_4 стоек к ... |
|--|--|---------------------------|--|----------------------------------|

Общий вывод:

Опыт 7. Свойства алкенов

Взаимодействие гексена с бромной водой и раствором перманганата калия. В одну из пробирок налейте примерно 1-2 мл водного раствора перманганата калия, в другую пробирку – такое же количество бромной воды.

В каждую из пробирок добавьте по 1-2 мл гексена. Встряхните пробирки. Дайте жидкостям отстояться. Запишите наблюдаемые явления и выводы.

Опыт 8. Получение этилена и качественные реакции на двойную связь.

Приготовьте пробирки или стаканчики с бромной водой и подкисленным раствором перманганата калия (к раствору перманганата калия добавьте немного раствора серной кислоты). Соберите прибор, состоящий из колбы Вюрца с пробкой и газоотводной трубкой. В пробирку или колбу Вюрца налейте 10 мл этанола и 10 мл серной кислоты. В пробирку добавьте стеклянные капилляры или битый фарфор для равномерного кипения. Смесь осторожно нагрейте на пламени спиртовки до кипения. Газоотводную трубку прибора последовательно опустите в стаканчики или пробирки с раствором перманганата калия и с бромной водой и пропускайте этилен через каждый раствор до изменения окраски.

Опыт 9. Изучение действия концентрированных серной и азотной кислот на этиленовые углеводороды. 1 мл в пробирку наливают – алкен. Параллельно проводят опыты сравнения: добавляют по 4 капли концентрированной кислоты (серной или азотной) в каждую пробирку. Смесь встряхивают в течение 1–2 мин. О протекании реакции судят по следующим признакам: разогревание смеси, исчезновение слоя углеводорода, изменение окраски. Вопросы и задания. Напишите соответствующие уравнения реакций. Отметьте скорость протекания реакции алкена с концентрированной серной кислотой.

Опыт 10. Изучение действия брома на жидкие алканы и алкены. В сухую пробирку наливают 1 мл алкана и добавляют 1–2 капли раствора брома в четыреххлористом углероде. Содержимое пробирки встряхивают в течение 1 мин. Если изменений не происходит, осторожно нагревают пробирку до исчезновения окраски (опыт проводят в вытяжном шкафу!). После этого к отверстию пробирки подносят стеклянную палочку,

смоченную концентрированным раствором аммиака, или влажную синюю лакмусовую бумажку. Аналогично проводят опыт с жидким алкеном.

Задания.

1. Изобразить образование σ (сигма)-связей (C–C и C–H) в молекуле этана. 3. Написать структурные формулы углеводородов: а) 2,5-диметилгексан; б) 3-метил-3-этилпентан; в) 2,2,3,3-тетраметилпентан; г) 2-метил-3-изопропилгексан.

2. Написать структурные формулы изомерных углеводородов состава C_8H_{18} , имеющих в главной цепи 6 углеродных атомов. Назвать их по международной номенклатуре. Указать в изомерах первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.

3. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на смесь: а) бромистого метила и бромистого этила; б) йодистого пропила и йодистого метила; в) йодистого этила и йодистого третбутила.

4. Из каких галогенопроизводных можно получить по реакции Вюрца: а) бутан; б) 2-метилпропан; в) 2-метилбутан.

5. Написать схему реакции прокаливания следующей соли органической кислоты: $CH_3 | CH_3 - CH_2 - CH - COONa$ с твердым гидроксидом натрия. Назвать полученное соединение.

6. Какие галогенопроизводные могут быть получены замещением двух атомов водорода на хлор в углеводороде 2-метилбутан? Назвать образующиеся соединения.

7. Написать схему реакции нитрования (по Коновалову) углеводорода 3-этилпентана.

8. Написать схему реакции получения углеводорода действием спиртового раствора щелочи (KOH) на 2-бром-2-метилпентан. Назвать полученное соединение.

9. Какими способами можно получить бутен-1?

10. Какие углеводороды получаются при дегидрировании: а) 2-метилбутана; б) бутана; в) 2,2-диметилпентана.

11. Написать схему реакции осторожного окисления $KMnO_4$ (реакция Вагнера) следующих углеводородов: а) бутен-1; б) 2-метилбутен-2; в) пентен-2.

12. Написать схему реакции гидратации углеводородов: а) 2-метилгексен-1; б) бутен-2; в) 3-метилпентен-2.

13. Написать схему реакции присоединения HCl к следующим углеводородам: а) 2-метилбутен-1; б) 2-метилбутен-2. В какой из этих реакций не имеет значение правило Марковникова?

14. Написать схемы следующих превращений: а) 3-метилпентен $-1 + HBr$? $+ KOH$ (спирт.)? $KMnO_4$? б) 2-метилбутан $-H_2$ (Pt)? $+ Br_2$? $+ Zn$? в) 3-хлор-2-метилпентан $+ KOH$ (спирт.)? $+ HBr$? г) 2-метилпентен-2 $+ Cl_2$? $+ Mg$? $KMnO_4$?

15. Объяснить электронное строение σ (сигма)-связей и π (пи)-связи в молекуле пропена.

Опыт 11. Получение ацетилена и качественные реакции на тройную связь.

В колбу с боковым отводом (колбу Вюрца) положите кусочек карбида кальция, налейте 15-20 мл воды и закройте колбу пробкой. Газоотводную трубку прибора последовательно опускайте в стаканчики или пробирки с раствором перманганата калия и с бромной водой (по 3-5 мл) и продолжайте пропускать ацетилен через растворы до изменения окраски. Какое изменение окраски наблюдается в каждой пробирке? Запишите уравнение реакции получения ацетилена из карбида кальция и уравнение реакции взаимодействия ацетилена с бромной водой.

Опыт 12. Взаимодействие ацетилена с аммиачным раствором оксида серебра.

В пробирку налейте небольшое количество (около 5 мл) свежеприготовленного аммиачного раствора оксида серебра. В пробирку пропускайте ацетилен и наблюдайте происходящие с раствором изменения.

Что вы наблюдали при пропускании ацетилена через аммиачный раствор оксида серебра? Напишите уравнение протекающей реакции.

Задания.

1. Указать тип гибридизации орбиталей в ацетиленовых углеводородах. Чем образованы σ (сигма)-связи и сколько-ко их в пропине?

2. Какая реакция лежит в основе промышленного способа получения ацетилена?

3. Написать уравнение реакции между 1,1-дибром-3-метилбутаном и избытком спиртового раствора щелочи. Назвать полученное соединение.

4. Какой ацетиленовый углеводород может быть получен из 3,3-диметилпентена-1?

5. Получить любым способом 3-метилпентин-1 и написать для него уравнения реакций: а) с водой (в условиях реакции Кучерова); б) с аммиачным раствором оксида Ag.

6. Написать химические реакции пропина: а) с HBr; б) с Na. Назвать полученные соединения.

7. Указать, какими реакциями можно отличить друг от друга три углеводорода: пропан, пропен-1, пропин-1. Написать схемы реакций.

8. Написать уравнение реакций гидратации для этина и бутина-1.

9. Получить изопропилацетилен из соответствующе-годигалогенопроизводного. Написать для него уравнение реакции с избытком бромистого водорода. Назвать полученное соединение.

10. Указать, какой качественной реакцией можно отличить бутин-1 от бутина-2.

Лабораторное занятие 6. Химические свойства кислородосодержащих (спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот) соединений.

Реактивы и материалы: карбид кальция; 25%-ный раствор серной кислоты; концентрированная соляная кислота; концентрированный раствор аммиака; 10%-ный раствор гидроксида натрия; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; 1%-ный раствор сульфата меди (II); 0,2 н раствор нитрата серебра; насыщенный раствор гидросульфита натрия; оксид ртути (II); 40%-ный водный раствор формальдегида; бензальдегид; фуксинсернистая кислота; ацетон; диэтилкетон; циклогексанон; обезвоженный ацетат натрия; солянокислый 2,4-динитрофенилгидразин; 1%-ный раствор йода в йодистом калии, уксусная, муравьиная, бензойная, щавелевая кислоты; концентрированные и 2 н растворы соляной и серной кислот; 1%-ные растворы сульфата меди (II), хлорида кальция, ацетата (нитрата) свинца, хлорида железа (III), перманганата калия; карбонат натрия; безводный ацетат натрия; формиат натрия; насыщенный раствор хлорида натрия; 2 н водный раствор и 15%-ный спиртовой раствор гидроксида натрия; насыщенный раствор гидроксида кальция (или бария); этиловый и изоамиловый спирты; твердый жир; растительное масло; растворы индикаторов: лакмус, метиловый оранжевый, фенолфталеин; уксусный и фталевый ангидриды; резорцин; фенол; бромная вода; магний (стружка).

Оборудование: набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, широкая пробирка, три стаканчика (100 мл), стеклянная палочка, пробиркодержатель, спиртовка, водяная баня, кипятильники, вата, предметное стекло.

Опыт 1. Получение и гидролиз этилата натрия.

В пробирку налить 1...2 мл обезвоженного этилового спирта и поместить небольшой кусочек металлического натрия с предварительно обрезанными корками и просушенного между листами фильтровальной бумаги. Реакция сопровождается выделением тепла и водорода, и при охлаждении на дне пробирки остается осадок этилата натрия. При добавлении 2 мл воды осадок растворяется. Добавить в пробирку 1...2 капли фенолфталеина. Наблюдается ли изменение окраски раствора и почему? Напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 2. Получение глицерата меди.

В пробирку налить 0,5 мл 3%-ного раствора сульфата меди и добавить 1 мл 10%-ного раствора щелочи. Выпадает осадок гидроксида меди (II). Какого цвета образовавшийся осадок? Написать соответствующее уравнение реакции. К полученной смеси добавить каплю глицерина и взболтать. Наблюдать растворение осадка гидроксида меди (II). Как изменилась окраска

раствора? Растворение осадка и изменение окраски раствора является результатом образования глицерата меди. Напишите уравнение протекающей реакции.

Какая разница в процессе образования алкоголятов одноатомными (см. опыт 27) и многоатомными спиртами? Объясните эту разницу.

Опыт 3. Образование и разложение фенолятов.

Полученный в предыдущем опыте раствор фенола в воде взболтать до образования эмульсии и прибавить к нему 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. При этом фенол полностью растворяется. Реакция протекает с образованием фенолята натрия. Если к раствору фенолята натрия прибавить соляную кислоту, происходит выделение свободного фенола в виде мельчайших капелек, вследствие чего раствор в пробирке начинает мутнеть. Напишите уравнения реакций образования фенолята натрия и разложения фенолята натрия соляной кислотой. Какими свойствами обладает фенол?

Опыт 4. Взаимодействие фенола с бромом.

В пробирку налить последовательно 2 мл 2%-ного водного раствора фенола и 4...5 мл бромной воды. Наблюдать выделение хлопьевидного осадка 2,4,6-трибромфенола. Какие реакции характерны для фенола, по какому механизму они протекают? Напишите соответствующее уравнение реакции. Объясните, почему образуется 2,4,6-трибромфенол. Чем отличается эта реакция от реакции бромирования бензола (опыт 17)?

Опыт 5. Окисление этилового спирта перманганатом калия.

В пробирку налить 2 мл этилового спирта и прибавить 1 мл щелочного раствора перманганата калия. Приготовленную смесь слегка (!) подогреть. Как изменится окраска раствора KMnO_4 ? Обратите внимание на запах уксусного альдегида (запах прелого яблока). Напишите соответствующее уравнение реакции.

Опыт 6. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II)

В две пробирки помещают по 1 мл раствора сульфата меди (II) и по 1 мл раствора гидроксида натрия. В первую пробирку добавляют 0,5 мл этанола, во вторую – столько же глицерина и встряхивают. Нагревают содержимое пробирок.

Опыт 7. Качественная реакция на гликоли и много-атомные спирты (с гидроксидом меди (II))

В пробирку наливают 1–2 мл 3%-го раствора CuSO_4 и добавляют 2 мл 5%-го раствора гидроксида натрия. К смеси прибавляют 0,5 мл исследуемого раствора (глицерина). При наличии многоатомного спирта появляется

интенсивно-синий цвет. Многоатомные спирты с гидроксильными группами у соседних углеродных атомов образуют гликоляты (глицераты) меди хелатного строения, которые растворяются в воде и окрашены в ярко-синий цвет.

Опыт 8. Комплексообразование многоатомных спиртов.

В пробирке получите гидроокись меди, для чего в разбавленный раствор сульфата меди введите раствор едкой щелочи в небольшом избытке.

Отфильтровав большую часть жидкости через маленький фильтр, внесите стеклянной палочкой или лопаткой небольшие количества осадка с фильтра в несколько пробирок. Затем в пробирки добавьте по 0,5-1 см³ воды и по 3–5 капель жидкого спирта. Для сравнения в одну из пробирок с гидроокисью меди и водой не добавляют спирт. Встряхнув все пробирки, дайте их содержимому отстояться и отметьте появление характерной окраски жидкости в некоторых пробирках. Затем добавьте к этим растворам избыток разбавленной соляной кислоты и наблюдайте изменение окраски.

Опыт 9. Реакция с фуксинсернистой кислотой

В пять пробирок помещают по 0,5 мл свежеприготовленного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты и добавляют по 2 капли в одну – раствора формальдегида, во вторую – бензальдегида, в третью – ацетона, в четвертую – циклогексанона, в пятую – диэтилкетона. Встряхивают. Через несколько минут появляется окрашивание.

Опыт 10. Получение ацетальдегида из ацетилен

В пробирку помещают несколько кусочков карбида кальция, немного (на кончике шпателя) оксида ртути (II) и наливают 2 мл раствора серной кислоты. Пробирку быстро закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку с 2 мл воды так, чтобы газоотводная трубка была погружена в воду. Приемную пробирку

охлаждают в стакане воды со льдом. Пробирку с карбидом кальция нагревают 3–4 минуты, пропуская газ через воду.

Наличие ацетальдегида в пробирке с водой обнаруживают по характерному запаху и по реакции с 2 каплями фуксинсернистой кислоты.

Опыт 11. Реакция альдегидов и кетонов с гидроксидом диамминсеребра (I)

В три чистые обезжиренные пробирки вносят по 2 капли раствора нитрата серебра и по 3–4 капли концентрированного раствора аммиака (до полного растворения осадка оксида серебра(I)). После этого добавляют по 2 капли в первую пробирку – раствора формальдегида, во вторую – бензальдегида, в третью – ацетона. Содержимое пробирок осторожно нагревают в пламени спиртовки.

Внимание! Раствор гидроксида диамминсеребра после реакции сдать инженеру и промыть пробирки.

Опыт 12. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

В две пробирки помещают по 0,5 мл раствора гидроксида натрия, добавляют по 0,5 мл воды и 2–3 капли раствора сульфата меди (II). В первую пробирку приливают 2 капли раствора формальдегида, во вторую – 2 капли бензальдегида. Верхнюю часть пробирок прогревают в пламени спиртовки и наблюдают изменение окраски раствора в процессе нагрева.

Опыт 13. Окисление бензальдегида кислородом воздуха

На предметное стекло наносят каплю бензальдегида и оставляют на воздухе. Через некоторое время появляются кристаллы.

Опыт 14. Получение и гидролиз уротропина

В пробирку помещают каплю раствора фенолфталеина и по 0,5 мл раствора формальдегида и раствора аммиака. Добавляют еще несколько капель раствора аммиака до образования не исчезающего малинового окрашивания (избыток аммиака). Несколько капель раствора переносят на предметное стекло и осторожно упаривают в пламени спиртовки до появления кристаллов уротропина (гексаметилентетрамина).

Раствор уротропина делят на две пробирки. В одну пробирку добавляют при встряхивании 1–2 капли раствора гидроксида натрия, в другую – каплю соляной кислоты (при кипячении). Продукты гидролиза можно обнаружить по запаху или реакцией с фуксинсернистой кислотой.

Опыт 15. Реакция бензальдегида и ацетона с гидросульфитом натрия

В две пробирки наливают по 0,5 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия. В первую добавляют 3 капли бензальдегида, во вторую – 3 капли ацетона. Смеси в пробирках энергично встряхивают и наблюдают выпадение кристаллов соответствующих веществ.

К полученным кристаллам добавляют разбавленный раствор соляной (или серной) кислоты.

Опыт 16. Получение 2,4-динитрофенилгидразона бензальдегида

В пробирку помещают несколько кристаллов солянокислого 2,4-динитрофенилгидразина, ацетата натрия и добавляют 1 мл воды. Содержимое пробирки встряхивают до полного растворения веществ. К раствору приливают 3–4 капли бензальдегида и встряхивают до выпадения кристаллов.

Опыт 17. Реакция с солянокислым гидроксиламином

В две пробирки помещают по 2 капли соответственно ацетальдегида и ацетона и прибавляют 1 мл раствора солянокислого гидроксиламина. Смеси

нагревают на водяной бане и добавляют в каждую пробирку по 1 капле метилового оранжевого.

Опыт 18. Получение ацетона из ацетата натрия

В сухую пробирку насыпают обезвоженный ацетат натрия (высота слоя 8–10 мм) и закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки помещают в пробирку с 1 мл воды. Приемную пробирку охлаждают в стаканчике с холодной водой. Соль нагревают на пламени спиртовки.

Водный раствор ацетона используют для следующего опыта.

Опыт 19. Йодоформная реакция кетонов

В две пробирки приливают по 3 капли раствора йода в йодистом калии и по 0,5 мл раствора гидроксида натрия. К обесцвеченным растворам добавляют в одну – 2 капли раствора ацетона (полученного в предыдущем опыте), в другую – 2 капли диэтилкетона.

Опыт 20. Получение уксусной кислоты и изучение ее свойств

В пробирку помещают 1 г ацетата натрия, приливают 1 мл раствора серной кислоты и добавляют кипятивники для равномерного кипения. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки погружают до дна в пробирку-приемник, прикрыв ее влажным ватным тампоном. Смесь осторожно нагревают до ее вспенивания. В приемник постепенно собирают около 1 мл уксусной кислоты. Отделяют приемник от прибора и прекращают нагревание.

Полученную кислоту разбавляют 2 мл воды и раствор разливают поровну в три пробирки.

В первую пробирку вносят 1 каплю лакмуса и нейтрализуют кислоту раствором гидроксида натрия. Добавляют 2–3 капли раствора хлорида железа (III). Затем раствор нагревают до кипения.

Во вторую добавляют немного магниевой стружки. Выделяющийся газ осторожно поджигают горячей лучиной (опыт проводится в защитных очках!).

В третью помещают немного порошка карбоната натрия. К отверстию пробирки подносят горящую лучину.

Опыт 21. Кислотные свойства карбоновых кислот

В три пробирки приливают по 0,5 мл водных растворов карбоновых кислот: муравьиной, уксусной, щавелевой. В первую пробирку добавляют каплю метилового оранжевого, во вторую – каплю лакмуса, в третью – каплю фенолфталеина.

В пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты и прибавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирки встряхивают до растворения кристаллов. К полученному раствору добавляют по каплям раствор соляной кислоты до выпадения осадка.

Опыт 22. Изучение отношения кислот к нагреванию

В пробирку помещают несколько кристаллов щавелевой кислоты и нагревают пробирку. В верхнюю часть пробирки вносят стеклянную палочку, смоченную в известковой (или баритовой) воде.

Аналогично испытывают отношение к нагреванию уксусной и бензойной кислот.

Опыт 23. Изучение отношения карбоновых кислот к окислителю

В пробирку помещают немного формиата натрия, добавляют две капли раствора перманганата калия и 2–3 капли раствора серной кислоты. Содержимое пробирки нагревают и испытывают выделяющийся газ известковой (или баритовой) водой (так же, как в опыте 3). Аналогичные опыты проводят с уксусной и щавелевой кислотами.

Опыт 24. Получение сложных эфиров карбоновых кислот

В сухую пробирку помещают немного порошка обезвоженного ацетата натрия (высота слоя 1–2 мм), 3 капли этилового спирта и 2 капли концентрированной серной кислоты. Осторожно нагревают содержимое пробирки.

Аналогично проводят опыт с изоамиловым спиртом. Для лучшего распознавания запаха эфира содержимое пробирки выливают в стакан с водой, при этом примеси растворяются. Уксусноизоамиловый эфир распределяется на поверхности воды.

Смешивают в сухой пробирке несколько кристаллов бензойной кислоты, 4 капли этилового спирта и 2 капли концентрированной серной кислоты. Осторожно нагревают до кипения. Полученную бесцветную жидкость выливают в стаканчик с водой. Часть бензойной кислоты, не вступившая в реакцию, выпадает в осадок.

Опыт 25. Гидролиз жиров в водно-спиртовом растворе

В пробирку помещают немного твердого жира и 3 мл спиртового раствора гидроксида натрия. Смесь перемешивают стеклянной палочкой, помещают в кипящую водяную баню и нагревают в течение 4–5 мин до образования однородной жидкости. Реакцию можно считать законченной, если взятая стеклянной палочкой капля реакционной массы полностью растворится в 4–5 мл воды (на поверхности не образуются капельки жира) с образованием обильной пены при встряхивании.

После этого к полученной густой жидкости добавляют 3–4 мл насыщенного раствора хлорида натрия.

После расслоения жидкости смесь охлаждают и отделяют затвердевший кусочек мыла. Его используют для следующих опытов.

Опыт 26. Выделение свободных жирных кислот из мыла и изучение их свойств

В пробирке смешивают 0,5 мл насыщенного раствора мыла с 2 каплями раствора серной кислоты и полученную смесь нагревают в пламени спиртовки.

К полученной смеси приливают 2–3 капли бромной воды и встряхивают пробирку.

Опыт 27. Образование нерастворимых солей жирных кислот

В две пробирки наливают по 0,5 мл раствора мыла и добавляют по 2–3 капли в одну пробирку – раствор хлорида кальция, в другую – раствор нитрата (ацетата) свинца.

К 0,5 мл раствора мыла приливают 2 мл раствора сульфата меди (II). Раствор с голубым осадком нагревают до кипения.

Опыт 28. Эмульгирующее действие мыла

Вносят в пробирку каплю растительного масла, 5 капель дистиллированной воды и энергично встряхивают. Образуется эмульсия – мутная жидкость, где во взвешенном состоянии находятся мелкие капельки масла. К эмульсии добавляют 5 капель раствора мыла и снова энергично встряхивают.

Опыт 29. Изучение свойств ангидрида уксусной кислоты

В пробирку помещают 0,5 мл воды, 2 капли уксусного ангидрида и встряхивают. После отстаивания смесь расслаивается. Осторожно нагревают в пламени спиртовки содержимое пробирки. В пробирке смешивают 0,5 мл воды, 2 капли уксусного ангидрида и 2 капли раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирки встряхивают. В пробирку приливают 0,5 мл этанола и, добавляя 0,5 мл уксусного ангидрида, постепенно встряхивают. Затем охлаждают и приливают равный объем воды. Добавляют каплю лакмуса и осторожно по каплям нейтрализуют смесь раствором гидроксида натрия.

Лабораторное занятие 7. Идентификация органических соединений.

В настоящее время идентификацию качественный анализ выполняют инструментальными методами: спектральными, хроматографическими, электрохимическими и др. Химические методы используют на отдельных стадиях инструментальных (вскрытие пробы, разделение и концентрирование и др.), но иногда с помощью химического анализа можно получить результаты более просто и быстро, например, установить наличие двойных и тройных связей в непредельных углеводородах при пропускании

их через бромную воду или водный раствор перманганата калия – KMnO_4 . При этом растворы изменяют окраску.

Детально разработанный качественный химический анализ позволяет определять элементный (атомный), ионный, молекулярный (вещественный), функциональный, структурный и фазовый составы неорганических и органических веществ.

Качественный химический анализ базируется на системе химических реакций, характерных для данного вещества – разделения, отделения и обнаружения.

К химическим реакциям в качественном анализе предъявляют следующие требования:

Реакция должна протекать практически мгновенно.

Реакция должна быть необратимой.

Реакция должна сопровождаться внешним эффектом

- а) изменением окраски раствора;
- б) образованием или растворением осадка;
- в) выделением газообразных веществ;
- г) окрашиванием пламени и др.

Реакции, позволяющие получить внешний эффект с определяемым веществом, называют аналитическими (качественными), а добавляемое для этого вещество – реагентом.

Для определения элементов, входящих в состав органических веществ, их необходимо предварительно перевести в неорганические соединения, для дальнейшего исследования которых применяют методы обычного качественного анализа. Например, специальными методами углерод переводят в диоксид углерода, водород – в воду, азот – в азотистый натрий, серу – в сульфид серы и т.д.

Реактивы и оборудование: толуол, органическое вещество (глюкоза, глицерин, крахмал, сахара, парафин); оксид меди (II) (порошок); известковая вода; сульфат меди (II) безводный, мочевины кристаллическая; натрий металлический; сульфат железа (II) 0,1н раствор; хлорид железа (III) 0,1н раствор; соляная кислота 2н раствор; этиловый спирт 90 %-ный, хлороформ (дихлорэтан), медная проволока, пробирки; стекла предметные; пипетки; фильтровальная бумага, пробирка с газоотводной трубкой; стеклянная палочка; микропалочка.

Ход работы:

Опыт 1. Определение углерода пробой на обугливание.

(опыт проводят в вытяжном шкафу)

Оборудование: фарфоровая чашка; стеклянная пластинка (стеклянная палочка).

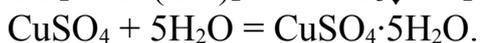
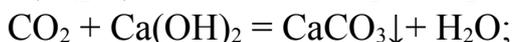
В маленькую фарфоровую чашечку наливают 2–3 капли толуола. При поджигании толуол горит коптящим пламенем. При внесении в пламя стеклянной пластинки или палочки на них образуется слой копоти – углерод. Следовательно, толуол является органическим веществом. Уравнение реакции:



Опыт 2. Определение углерода и водорода сожжением вещества с оксидом вещества.

В сухую пробирку I насыпают черный порошок оксида меди (слой высотой около 5 мм), добавляют половину микролопатки органического вещества и тщательно перемешивают, встряхивая пробирку. В верхнюю часть пробирки помещают небольшой комочек ваты, на который насыпают немного белого порошка безводного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, при этом конец трубки должен почти упираться в вату с сульфатом меди (II) – CuSO_4 . Нижний конец трубки опускают в пробирку II, предварительно налив в нее 5–6 капель известковой воды – $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Пробирку I нагревают над пламенем спиртовки. Через несколько секунд из газоотводной трубки начинают выходить пузырьки газа, и известковая вода мутнеет вследствие выделения белого осадка углекислого кальция.

Пробирку II удаляют. Продолжают нагревать пробирку I пока не произойдет изменение цвета белого порошка обезвоженного медного купороса, находящегося на ватной пробке. Уравнения реакции:

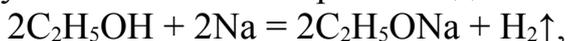


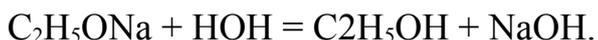
Метод основан на том, что при прокаливании органического вещества в смеси с окислителем (оксидом меди(II) – CuO) происходит окисление углерода органического вещества в диоксид углерода, а водорода – в воду. Оксид меди (II) при этом восстанавливается до металлической меди. Выделение диоксида углерода доказывается появлением белого осадка углекислого кальция. Воду обнаруживают по образованию синих кристаллов кристаллогидрата медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Опыт 3. Качественное определение азота.

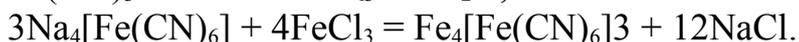
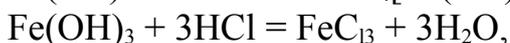
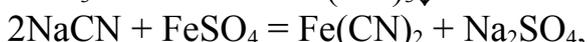
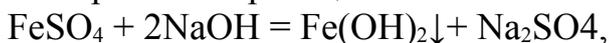
В сухую пробирку помещают 5–10 г мочевины (несколько кристаллов) и вносят небольшой кусочек металлического натрия. Смесь осторожно нагревают над пламенем спиртовки до сплавления мочевины с натрием. При этом наблюдается небольшая вспышка.

После охлаждения пробирки со сплавом в нее добавляют три капли этилового спирта для устранения остатков металлического натрия. При этом образуется алкоголят натрия и выделяется водород:





Затем в пробирку добавляют 5 капель дистиллированной воды и нагревают над пламенем спиртовки до растворения образовавшегося цианистого натрия. С помощью пипетки переносят раствор цианистого натрия на предметное стекло, добавляют 1 каплю сульфата железа (II), который в присутствии щелочи, образовавшейся при реакции алкоголята натрия с водой дает грязно-зеленый осадок гидроксида железа (II) и желтый осадок гидроксида железа (III). Если в растворе имеется избыток цианистого натрия, то образуется гексациано-феррат (II) натрия $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. На фильтровальную бумагу (30 x 30 мм) наносят 1 каплю мутной жидкости, после того, как капля впитается, на это же место наносят 1 каплю соляной кислоты. Уравнения реакции:



Берлинская лазурь может образовываться только после растворения гидроксида железа (III) в кислоте.

При проведении опыта необходимо обратить внимание на то, чтобы натрий плавился вместе с органическим веществом. Если натрий плавится отдельно от вещества, то даже при наличии в веществе азота цианистый натрий не образуется.

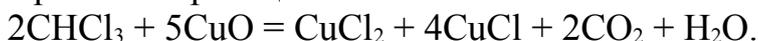
Опыт 4. Определение хлора по зеленой окраске пламени

Галогены проще всего открываются по Бейльштейну – прокаливанием органического вещества с оксидом меди (II) в пламени горелки.

Медную проволоку длиной 10 см с петлей на конце прокаливают в пламени горелки до исчезновения посторонней окраски пламени (признак отсутствия загрязнения медной петлей). Остывшую петлю, покрывшуюся черным налетом оксида меди, опускают в пробирку с 1–2 каплями испытуемого вещества и вновь вносят в пламя горелки. Появляется характерная ярко-зеленая окраска пламени.

При прокаливании кислород оксида меди (II) окисляет углерод и водород органического вещества в диоксид углерода и воду. Медь образует с галогенами летучие соединения, которые и окрашивают пламя горелки в зеленый цвет. Появление зеленого окрашивания указывает на присутствие в органическом соединении галогена.

Уравнения реакции:



Литература

б) основная литература

1. Кузнецова Н.Е. Химия: 10 класс углублённый уровень [Текст]: учебник для учащихся общеобразовательных организаций / Н.Е. Кузнецова, Н.Н. Гара, И.М. Титова. – 6-е изд., перераб. – М.: Вентана-Граф, 2019. – 445 с.

2. Кузнецова Н.Е. Химия: 11 класс: углублённый уровень [Текст]: учебник для учащихся общеобразовательных организаций / Н.Е. Кузнецова, Т.Н. Литвинова, А.Н. Левкин – 4-е изд., стереотип. – М.: Вентана-Граф, 2018. – 432 с.

в) дополнительная литература

1. Ерохин Ю.М. Химия: учебник для СПО [Текст] / Ю.М. Ерохин. – 18-е изд. стер. – М.: ИЦ «Академия», 2014. – 400 с.

2. Богомолова И.В. Неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Богомолова. – М.: Альфа-М, ИНФРА-М, 2016. – 336 с. – ЭБС Znanium.com Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/538925>

3. Артеменко А.И. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для СПО / А.И. Артеменко. — М.: КноРус, 2018. — 528 с. — ЭБС book.ru Режим доступа: <https://www.book.ru/book/924050>