

**Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию**

**Уральский государственный университет
им. А. М. Горького**

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ**

**Для студентов 1 курса
химического факультета
дневного отделения**

**Екатеринбург
1996**

Подготовлено кафедрой
неорганической химии

Составители: **Л. И. Балдина,**
А. Ф. Гусева,
И. Н. Атманских

С Составители Л. И. Балдина,
А. Ф. Гусева, И. Н. Атманских
1996

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящего руководства к лабораторно-практическим занятиям – не только экспериментальное раскрытие теоретических положений общей химии, но также и формирование навыков научно-исследовательской деятельности у студентов первого курса химического факультета. Для овладения общими способами организации самостоятельной работы предлагается схема последовательности действий, которой следует руководствоваться при подготовке к лабораторно-практическим занятиям, их проведении и оформлении отчета. Кроме того, дано краткое описание техники химического эксперимента.

По каждой теме лабораторных занятий формулируются задания, которые должны будут выполнить студенты. При этом использована методика, которая предполагает постепенное уменьшение числа задаваемых ориентиров и их конкретности. В работах по атомно-молекулярному учению после формулировки задания поставлены вопросы в соответствии с общей схемой деятельности, на которые необходимо ответить, используя учебную литературу, лекции, дополнительные источники. При подготовке к работе по всем темам предлагается решить задачи для осмысленного выполнения эксперимента в лаборатории.

ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Теоретический этап

1.1 Сформулировать цель работы.

1.2. Продумать, какие понятия, законы, правила, гипотезы необходимо использовать для достижения поставленной цели. В учебной литературе, лекциях найти ответы на эти вопросы.

1.3. На основании проведенного теоретического анализа (п.1.1, 1.2) спланировать выполнение эксперимента. Определить:

- а) какие реакции нужно осуществить;
- б) какие физические величины при этом нужно измерить;
- в) какие реактивы, посуду, оборудование необходимо использовать, какую установку (прибор) следует собрать (зарисовать схему);

г) в какой последовательности будут выполнены все необходимые действия ; какие меры предосторожности следует соблюдать;

д) в какой форме производить запись наблюдений, измерений (предпочтительно это делать в виде таблицы).

Теоретический этап необходимо оформить письменно.

2. Экспериментальный этап.

2.1. Отобрать необходимые для выполнения работы реактивы, оборудование и посуду.

2.2. Собрать прибор или установку.

2.3. Провести опыт, тщательно наблюдая за всеми происходящими явлениями и измеряя необходимые физические величины. Сделать записи в лабораторном журнале в соответствии с продуманной ранее формой.

3. Обработка экспериментальных данных.

3.1. Логически объяснить наблюдаемые явления, составить уравнения химических реакций в разных формах (молекулярной, ионной, термохимической) в соответствии с целью работы.

3.2. Если эксперимент количественный, необходимо выполнить соответствующие вычисления с той же точностью, которая достигается в измерениях.

3.3. Обосновать с помощью математических расчетов (вычисление изменения изобарно-изотермического потенциала; константы равновесия реакции; ЭДС, генерируемой реакцией) направление протекания изученных реакций, учитывая условия проведения опыта.

3.4. На миллиметровой бумаге построить графики полученных экспериментальных зависимостей. На координатных осях указываются переменные величины и единицы, в которых они измеряются. По оси абсцисс (ось x) откладывают независимую переменную, т.е. величину, задаваемую самим экспериментатором, а по оси ординат (ось y) – определяемую величину. Масштабы на координатных осях следует выбирать так, чтобы экспериментальные точки не сливались друг с другом и по возможности располагались по диагонали графика , а

координаты любой точки на графике определялись легко и быстро без ненужных расчетов.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, ПОСУДА, ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ.

Химическая посуда

Вся посуда по назначению делится на несколько групп:

- общего пользования (используется для выполнения нескольких химических операций), рис.1;
- мерная посуда, рис. 2;
- посуда специального назначения, рис. 3;
- посуда из фарфора и других материалов, рис. 4.

Химические реактивы, их хранение

Реактивы - это индивидуальные вещества, их растворы или смеси строго регламентированного состава, предназначенные для лабораторных работ, научных исследований и химического анализа.

Химические реактивы могут использоваться в твердом, жидком и газообразном состояниях (в виде паров). Их принято разделять по степени чистоты на несколько квалификаций, характеристики которых приведены в таблице.

Квалификация реактива	Символ	Содержание основных веществ, масс.%	Содержание отдельных примесей, масс.%
Чистый	ч	не менее 98	0,01-0,5
Чистый для анализа	чда	не менее 99	до 0,1
Химически чистый	хч	выше 99	10^{-3} - 10^{-5}
Особо чистый	очч	близко к 100	10^{-5} - 10^{-10}

Твердые реактивы хранят в стеклянных и полиэтиленовых банках, а жидкие - в склянках.

В зависимости от свойств веществ банки и склянки закрывают стеклянными, полиэтиленовыми, резиновыми и корковыми пробками.

Гигроскопичные вещества хранят в бюксах (рис. 1, поз. 12), эксикаторах (рис. 3, поз. 14), запаянных ампулах, склянках с

хлоркальциевыми трубками (рис. 3, поз. 9) и банках с притертыми пробками. Пробки банок можно заливать парафином. Реактивы, изменяющиеся под действием света, хранят только в темных склянках.

Газы в больших количествах хранят в баллонах, в небольших - в газовых бюретках и газометрах (рис. 3, поз. 12).

Правила работы с реактивами

1. Оберегать реактивы от загрязнения. Не сливать излишки растворов и не сыпать твердые вещества обратно в сосуд, из которого они взяты. Не путать пробки разных склянок! После употребления реактива склянку тотчас закрыть пробкой и поставить на место.

2. На всех склянках с реактивами всегда должны быть этикетки с названием вещества или химической формулой и указанием его качества. Для растворов должна быть указана концентрация.

3. Реактивы брать в возможно малых количествах.

4. Твердые вещества брать при помощи стеклянных, фарфоровых, пластмассовых шпателей (рис. 4, поз. 2), лопаточек, а жидкие - с помощью пипетки.

5. При отборе реактива склянку брать этикеткой в ладонь и последнюю каплю снимать о край сосуда, в который отливают.

Весы и взвешивание

Обычно в химических лабораториях применяют теххимические, аптечные и аналитические весы.

Теххимические и аптечные весы позволяют определить массу с точностью до 0,01 г, а аналитические – до 0,0001 г. К весам прилагается комплект гирь, называемый разновесом. Гири из разновеса берут пинцетом.

При взвешивании предмета его кладут на левую чашку, а гири – на правую.

Теххимические весы имеют приспособление, называемое арретиром, которое поддерживает чашки весов в нерабочем состоянии. Чтобы привести весы в рабочее положение, нужно опустить арретир. Снимать и класть предметы и разновесы следует при опущенном (нерабочем состоянии) арретире. Взвешивание можно считать законченным, если отклонение стрелки весов влево и вправо от средней

черты станет одинаковым. После взвешивания сразу же вернуть гирьки и разновес.

При взвешивании следует соблюдать следующие правила:

1. Не ставить на чашки весов горячие, мокрые предметы. При работе с жидкостями не допускать попадания жидкости на весы и разновесы.

2. Не класть взвешиваемое вещество прямо на чашку весов, а только в специальную посуду (рис. 1, поз. 11; 12) или на фильтровальную бумагу.

3. Брать гирьки только пинцетом и не пользоваться ими из другого разновеса.

4. После взвешивания ничего не оставлять на весах.

Измерение объема жидких реактивов

Измерение объема жидких реактивов производят с помощью мерной посуды (рис.2): мерных стаканов (3), мензурок (2), цилиндров (1), пипеток (5, 6), бюреток (4) и мерных колб (7).

Цилиндры, мензурки и мерные стаканы используются в тех случаях, когда нужно относительно грубо измерить объем жидкости.

Бюретки позволяют точно измерять объем вытекающей жидкости или выделяющегося газа. Точность измерения объема 0,1%.

Мерные колбы применяют для приготовления растворов нужных концентраций или разбавления растворов в то или иное число раз. Точность измерения объема 0,12%.

Для отбора точных объемов пользуются градуированными (рис. 2, поз. 6) и неградуированными (рис. 2, поз. 7) пипетками. Градуированную пипетку можно использовать для отмеривания всего объема или части его.

Нагревание

В лаборатории часто приходится использовать нагревание при проведении химических реакций; при прокаливании, обезвоживании, плавлении твердых веществ; для упаривания и кипячения растворов.

Для нагревания применяются различные приборы: электрические плитки, сушильные шкафы, электропечи (муфели), спиртовки, бани. В зависимости от свойств веществ и цели нагревания применяют различные способы.

1. При кратковременном нагревании веществ в пробирках (рис. 1, поз 1), в фарфоровых и металлических тиглях (рис. 4, поз. 5) пользуются непосредственно "голым" огнем. Нагревание производят в верхней зоне пламени, закрепляя пробирку в деревянном держателе. Жидкости в стеклянной термостойкой и фарфоровой посуде (рис. 1, поз. 1 – 4, 6) нагревают на спиртовках через асбестовую сетку.

2. Если необходимо длительное нагревание при высокой температуре (прокаливание, сплавление и т.д) используют электроплитки (температура до 300°) и электropечи (температура 300 – 1000°). Вещества для прокаливания помещают в фарфоровые, металлические или алундовые тигли (рис. 4, поз. 5) или лодочки (рис. 4, поз. 6).

3. Если нагревание растворов (упаривание) должно проводиться в определенном узком интервале температур, применяют бани (водяные, песчаные или глицериновые), которые заполняются жидкостью (песком) на 2/3 объема. Нагревание проводится парами кипящей воды; если вместо воды используется глицерин или масло, нагревание проводится самой жидкостью. Песчаная баня служит для длительного нагревания. С помощью бань можно поддерживать температуру до 300°.

4. Высушивание – нагревание для удаления гигроскопической влаги при температуре до 110° – осуществляют в сушильном шкафу. Гигроскопические и разлагающиеся при нагревании вещества сушат в эксикаторах (рис. 3, поз. 14) водоотнимающими веществами.

Высушивание закончено, если кристаллы ссыпаются с палочки при легком постукивании.

Отделение твердых компонентов от жидких

Для отделения твердых компонентов от жидких применяется фильтрование и декантация. Фильтрование – это процесс отделения жидкости от твердого вещества через фильтрующий материал с одновременным задерживанием на его поверхности осадка.

Когда целью фильтрования является выделение твердого осадка, используют гладкий фильтр. Если нужно получить чистую жидкость, применяют складчатый фильтр. Для отделения мелкокристаллического осадка и для ускорения фильтрации пользуются фильтрованием под вакуумом или фильтрованием с отсасыванием (рис.

3, поз. 13). Для отделения тяжелого осадка применяют декантацию – сливание жидкости с осадка.

Если требуется отфильтровать горячий раствор, применяют специальную воронку с электрическим подогревом. Это металлическая воронка, между двойными стенками которой вмонтирован нагревательный элемент. В эту воронку вставляют обычную стеклянную воронку (рис. 1, поз. 8) и подогревают.

Правила фильтрования

1. Приготовленный фильтр не достигает края воронки 3 – 4 мм и плотно прилегает к ее стенкам.

2. Фильтр смачивают небольшим количеством дистиллированной воды.

3. Осадку дают осесть на дно сосуда и осторожно, не взмучивая его, сливают жидкость по стеклянной палочке на фильтр, и только последнюю порцию жидкости перемешивают с осадком.

4. Воронку заполняют жидкостью так, чтобы ее уровень был на 2 – 3 мм ниже края фильтра.

5. Когда вся жидкость стечет, осадок промывают промывной жидкостью.

6. Фильтрование под вакуумом проводят с помощью установки, изображенной на рис.3 (поз. 13). Фильтр должен полностью закрывать дырчатое дно воронки Бюхнера, и его края не должны подниматься вертикально. Затем включают насос и, когда воздух начнет просасываться через дно воронки, сливают жидкость. Фильтрование считается законченным, если с конца воронки не свисает капля. Смесь на фильтре ни в коем случае не перемешивать! Осадок на фильтре равномерно распределяют по дну и уплотняют плоской стеклянной пробкой. По окончании операции от отростка колбы снимают трубку и только тогда закрывают водопроводный кран. Снимать вещество из воронки Бюхнера нужно следующим образом: воронку отсоединяют от колбы, переворачивают и выбивают (выдувают) вещество легкими ударами на лист фильтровальной бумаги.

Фильтрующие материалы

Фильтрующими материалами могут быть бумага, вата, стекловата, ткань. Различают бумажные фильтры: обычные и

беззольные. Беззольным считается фильтр, если масса золы, образующейся при его сгорании, не превышает 0,0001 г. Для фильтрования агрессивных жидкостей применяют воронки и тигли Шотта (воронки с впаянной пористой стеклянной пластинкой), рис. 1, поз. 13.

Характеристики бумажных фильтров

Цвет ленты	Диаметр пор, нм	Характеристика бумаги и тип осадка
красная или черная	10	широкопористая быстрофильтрующая, для грубых осадков
белая	около 3	средней пористости, для крупных осадков
синяя осадков	1 - 2,5	мелкопористая, для тонкодисперсных
зеленая	менее 1	высокоплотная, для очень тонкодисперсных осадков
желтая	3	обезжиренная бумага

Измельчение

Для измельчения твердых веществ чаще всего применяют различные ступки (рис. 4, поз. 3): фарфоровые, металлические, агатовые. Металлические ступки используют для грубого измельчения, фарфоровые – для более тонкого, а агатовые – для материалов с высокой твердостью.

Очень крупные куски сначала измельчают молотком. Куски веществ величиной с грецкий орех можно измельчить в ступке, в которую помещают вещество на 1/4 высоты. Растирают осторожно, чтобы вещество не выбрасывалось из ступки. Размер ступки необходимо выбирать в соответствии с количеством вещества. Ступки нельзя использовать для нагревания.

Растворение твердых веществ

Приготовление растворов – одна из важнейших операций в неорганическом синтезе. При выполнении ее необходимо соблюдать следующие правила.

1. Растворы следует готовить на дистиллированной воде.
2. Обычно растворение проводят в стеклянном или фарфоровом стаканах (рис. 1, поз. 2), колбах Эрленмейера (рис.1, поз. 6), склянках. Для приготовления точных растворов пользуются мерными колбами. Если вещество растворяется с большим выделением тепла, то раствор готовят в тонкостенной фарфоровой или термостойкой стеклянной посуде.

Емкость сосуда, где будет готовиться раствор, должна быть немного больше заданного объема. Каждую склянку с раствором нужно снабжать этикеткой или надписью.

3. В сосуд наливают немного растворителя, а затем всыпают вещество, перемешивают и доливают растворитель.

4. К легкогидролизующимся веществам добавляют вещество, предотвращающее гидролиз, а затем растворяют в воде.

5. Для увеличения скорости растворения используют измельчение растворяемого вещества, перемешивание и нагревание раствора с осадком.

Получение и сушка газов

Газ в лаборатории можно получить при взаимодействии твердого вещества и раствора, при термическом разложении веществ и из баллона со сжатым газом.

Форма и конструкция прибора для получения будут зависеть от свойств получаемого газа.

Если газ получают разложением твердого вещества, то последнее помещают в пробирку, закрепленную горизонтально, чтобы выделяющаяся влага не стекала к месту нагрева.

Если газ выделяется при взаимодействии жидкости с твердым веществом, используют пробирки или колбы Вюрца (рис.1, поз. 5), аппарат Киппа (рис. 3, поз. 11). В этом случае пробирка или колба Вюрца закрепляется в вертикальном положении. Аппарат Киппа – прибор непрерывного действия, он используется для получения больших количеств газа.

Методы собирания газа зависят от их свойств. Газы тяжелее воздуха собирают в открытый сосуд. Если газ и воздух близки по массе, то газ собирают методом вытеснения воды. При этом нужно учесть, взаимодействует ли газ с водой. Если да, то вместо воды необходимо использовать другую жидкость. Например, насыщенный раствор поваренной соли. Газ легче воздуха собирают в открытый перевернутый вверх дном сосуд.

Газы, как промышленные, так и получаемые в лаборатории, загрязнены сопутствующими веществами, а газы, выделенные из водных растворов, содержат воду. Очистка и сушка газов производятся в специальных сосудах (рис. 3, поз. 1 – 10).

Охлаждение

Для охлаждения веществ после прокаливания или сплавления в атмосфере сухого воздуха используют эксикаторы (рис. 3, поз. 14).

Охлаждение с целью выкристаллизации твердого вещества производят проточной водой, льдом, охладительной смесью. Лед (снег) в виде кусочков размеров с горошину смешивают с водой до кашицеобразной массы. Для более низких температур лед смешивают с хлоридом натрия: на 1 часть льда 0,3 части хлорида натрия ($T = -21^{\circ}\text{C}$) или 1 часть льда и 1,43 части пятиводного хлорида кальция.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

УСТАНОВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ КРИСТАЛЛОГИДРАТА ИСХОДНОЙ НАВЕСКОЙ 1,5-2 г

Теоретическое исследование задания

1. Определить цель работы.
2. Определить понятия: кристаллогидрат, кристаллизационная вода, формула, химическая формула. Какую информацию можно извлечь из формулы кристаллогидрата для выполнения работы? Как ее можно математически выразить? Как записать формулу кристаллогидрата в общем виде? Как можно рассчитать количества вещества безводной соли и кристаллизационной воды и какие экспериментальные данные для этого необходимы?

3. Как экспериментально определить массу безводной соли и кристаллизационной воды, если имеется образец кристаллогидрата? Какую реакцию для этого необходимо осуществить? Приведите ее уравнение. В каких условиях происходит эта реакция? Как выбрать ее температурный режим?

Задачи к лабораторной работе

Вариант 1

1. Массовая доля воды в кристаллогидрате сульфата никеля (II) равна 44,8%. Какое количество воды содержит 1 моль кристаллогидрата?

2. При обезвоживании 1,197 г кристаллогидрата хлорида меди (II) убыль массы оказалась равной 0,252 г. Вычислить, сколько молекул кристаллизационной воды приходится на одну формульную единицу CuCl_2 .

3. Определить формулу кристаллогидрата соды, если известно, что при прокаливании 14,3 г кристаллогидрата получается 5,3 г безводной соли.

Вариант 2

1. Массовая доля воды в кристаллогидрате сульфата магния равна 51,2%. Какое количество воды содержит 1 моль кристаллогидрата?

2. При обезвоживании 5,0 г медного купороса убыль массы оказалась равной 1,8 г. Вычислить, сколько молекул кристаллизационной воды приходится на одну формульную единицу CuSO_4 .

3. Определить формулу кристаллогидрата хлорида бария, если известно, что при прокаливании 3,66 г кристаллогидрата получается 3,12 г безводной соли.

Вариант 3

1. Массовая доля воды в кристаллогидрате сульфата меди (II) равна 36%. Какое количество воды содержит 1 моль кристаллогидрата?

2. При обезвоживании 1,7 г кристаллогидрата хлорида меди (II) убыль массы оказалась равной 0,36 г. Вычислить, сколько молекул кристаллизационной воды приходится на одну формульную единицу CuCl_2 .

3. Определить формулу железного купороса, если известно, что при прокаливании его образца массой 1,39 г получается 0,76 г безводного сульфата железа (II).

Вариант 4

1. Массовая доля воды в кристаллогидрате сульфата железа (II) равна 45,3%. Какое количество воды содержит 1 моль кристаллогидрата?

2. При обезвоживании 3,69 г кристаллогидрата сульфата магния убыль массы оказалась равной 1,89 г. Вычислить, сколько молекул кристаллизационной воды приходится на одну формульную единицу $MgSO_4$.

3. Определить формулу кристаллогидрата соды, если известно, что при прокаливании 2,86 г кристаллогидрата получается 1,06 г безводной соли.

Т Е С Т

Установить с помощью цифр правильную последовательность:

1. Кристаллогидрат - это
 - содержащее
 - вода
 - кристаллизационная
 - соединение
 - химическое
2. Кристаллизационной называют
 - вода
 - вещество
 - связанное
 - химически
3. Химическая формула - это
 - соединение
 - условная
 - химическое
 - помощь
 - запись
 - качественный
 - и

- количественный
- индекс
- символ
- цифровой
- состав
- химический

Дополнить:

4. Химическая формула H_2SO_4 дает следующую информацию о веществе:

- а) _____;
- б) _____;
- в) _____;
- г) _____;
- д) _____;
- е) _____;

ж) если вещество молекулярного строения, то _____;

з) если вещество ионного строения, то _____.

**Обвести кружком номер правильного ответа
и дополнить:**

5. Для определения состава кристаллогидрата сульфата никеля (II) можно использовать реакцию:

1 – обмена; 2 – разложения; 3 – соединения; 4 – замещения, уравнение которой _____.

6. Условия проведения данной реакции зависят от _____.

_____.

**Установить с помощью цифр
правильную последовательность:**

7. Состав кристаллогидрата сульфата никеля (II) можно определить экспериментально по плану:

- взвесить пустой тигель
- охладить тигель с веществом в эксикаторе
- взвесить тигель с безводной солью
- взвесить тигель с кристаллогидратом
- обезводить кристаллогидрат
- повторить последовательно все операции, начиная с п.

Дополнить:

8. Для расчета состава кристаллогидрата сульфата никеля (II) используется соотношение: _____.
9. Для выполнения эксперимента необходимы:
- а) приборы _____;
 - б) посуда _____;
 - в) другое оборудование _____;
 - г) реактивы _____.
10. При выполнении эксперимента следует соблюдать меры предосторожности работы с _____.

Обвести кружком номер ошибочного ответа:

11. Погрешность измерений в данном опыте будет обусловлена следующим:

1 - чистотой исходного реактива; 2 – материалом тигля; 3 – точностью теххимических весов; 4 – несоблюдением температурного режима; 5 – несоблюдением условий охлаждения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

Задание 1. Получить в аппарате Киппа, очистить и измерить массу определенного объема газа (200 – 300 мл).

Теоретическое исследование задания

Какие вещества и в каком виде можно использовать для получения диоксида углерода в лаборатории с помощью реакции обмена при комнатной температуре? Составить уравнения реакций в ионном виде.

Опишите устройство аппарата Киппа и принцип его действия. Из каких частей он состоит, каково их назначение?

Какие примеси может содержать диоксид углерода, полученный данным способом? Как экспериментально убедиться в их наличии с помощью качественных реакций? Составьте их уравнения в ионном и молекулярном виде.

Какие химические свойства примесей можно использовать для очистки от них углекислого газа? Составьте уравнения реакций взаимодействия примесей с веществами, используемыми для их очистки. Как экспериментально произвести очистку газа от конкретных примесей? Какую посуду для этого используют?

Какие способы собирания газов существуют и какие подходят в данном случае? На основании свойств газа выбрать способ проверки полноты наполнения сосуда газом.

Нарисуйте схему установки, которую вы будете использовать для получения, очистки и собирания углекислого газа.

Как можно определить массу и объем любого газа? Какие приборы и оборудование понадобятся для этого? Как рассчитать массу пустого сосуда, учитывая, что при обычных условиях он заполнен воздухом?

Вычислить массу измеренного вами объема диоксида углерода.

Задание 2. Рассчитать молекулярную массу диоксида углерода.

Теоретическое исследование задания

На основании каких законов можно вычислить молекулярную массу любого газа? Записать математические выражения законов или следствий из законов. Проанализировать математические выражения, установить, какие физические величины необходимы для вычисления молекулярной массы.

Рассчитать тремя способами молекулярную массу диоксида углерода. Сравнить значения молекулярной массы и оценить правильность измерения.

Рассчитать количество молекул в экспериментальном объеме.

Обосновать меры предосторожности и правила техники безопасности, необходимые в данной работе.

ЗАДАЧИ. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л, 1983. С.21 №81, 82. С.22, №91, 92.

Т Е С Т

Установить правильную последовательность и обвести кружком номер ошибочного ответа

1 Газ - это

вещества

состояние

агрегатное,

которое характеризуется следующими физическими свойствами, отличающимися от других состояний:

1- большая плотность

2 - занимает предоставленный объем

3 - не имеет определенной формы

4 - большая сжимаемость.

Дополнить

2. Все газы состоят из (вид частиц) _____.

Установить правильную последовательность:

3. Идеальный газ - это

бесконечно

модельная

невзаимодействующие

малые

из

частицы

состоящая

система

Дополнить:

4. Газовый закон Гей-Люссака устанавливает взаимосвязь между _____ и _____ газа при _____. Аналитическое выражение закона Гей-Люссака имеет вид: _____.

Установить соответствие:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| 5. Физическая величина | Размерность |
| 1) относительная молекулярная масса | А) а.е.м. |
| 2) масса молекулы | Б) г/см ³ |
| 3) молекулярная масса | В) безразмерная |
| 4) молярная масса | Г) моль |
| | Д) г/моль |
| | Е) л/моль |
| | Ж) г |

1 – _____, 2 – _____, 3 – _____, 4 – _____.

Дополнить:

6. Масса молекулы азота, рассчитанная по соотношению _____, равна _____ г.

7. Углекислый газ, полученный в аппарате Киппа, может содержать следующие примеси _____. Их наличие можно обнаружить с помощью реакций, уравнения которых соответственно таковы: _____ и _____ по следующим внешним признакам: _____ и _____.

8. Очистить от указанных примерей оксид углерода (IV) можно, пропуская его через _____ (название посуды) _____, заполненных соответственно _____ и _____, в которых происходят реакции, уравнения которых _____ и _____.

9. Газ собираем в колбу методом _____, т.к. он _____. Полноту наполнения колбы газом контролируем так: _____.

10. Рассчитать мольную массу диоксида углерода можно с помощью следующих математических выражений: 1) _____; 2) _____; 3) _____. Для вычисления по этим уравнениям потребуется измерить _____ и _____ газа и _____ и _____ окружающей среды.

11. 380 мл газа при 27°C и давлении 102,658 Па имеют массу 0,5 г и содержат _____ молекул.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МАССЫ МЕТАЛЛА.

Задание 1. Определить эквивалентную массу металла методом вытеснения водорода.

Для определения эквивалентной массы металла необходимо провести реакцию взаимодействия металла (0,0100 - 0,0300г) с 10 мл водного раствора серной кислоты (1:3) в приборе, указанном на рис. 5.

Рис.5. Прибор для определения эквивалента металла методом вытеснения водорода:

- 1 – реакционная пробирка;
- 2 – бюретка объемом 50 мл с водой;
- 3 – воронка;
- 4 – резиновый шланг.

Теоретическое исследование задания.

1. Дайте определение понятию эквивалентная масса.
2. На основании какого закона можно рассчитать эквивалентную массу? Приведите все его математические выражения.
3. В чем сущность метода вытеснения водорода? Водные растворы каких веществ можно использовать в этом методе? Для каких металлов этот метод пригоден и почему?
4. Для расчета эквивалентной массы металла методом вытеснения целесообразно использовать следующее математическое выражение закона эквивалентов: $m(\text{Me})/M_{\text{экв}}(\text{Me}) = V^{\circ}(\text{H}_2)/V_{\text{экв}}^{\circ}(\text{H}_2)$, в которое входит объем водорода, измеренный при нормальных условиях. Однако условия опыта отличаются от нормальных. Поэтому необходимо рассчитать объем газа при нормальных условиях, используя объединенный газовый закон: $P^{\circ}V^{\circ}/T^{\circ} = PV/T$, где P, T - давление и температура в условиях проведения опыта, $P^{\circ} = 1,013 \cdot 10^5$ Па, $T^{\circ} = 273$ К, V и V° - объем газа соответственно в условиях опыта и при нормальных условиях. Кроме того, водород, полученный в опыте, собирают в

бюретке, вытесняя воду, поэтому он загрязнен водяными парами. Следовательно, необходимо ввести поправку на водяные пары, используя закон парциальных давлений Дальтона: $P_{\text{атм}} = P(\text{H}_2) + P(\text{H}_2\text{O})$, где $P(\text{H}_2\text{O})$ при данной температуре можно взять из справочника (Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. М., 1979. С.250). Таким образом, окончательное выражение для вычисления объема водорода при нормальных условиях:

$$V^0(\text{H}_2) = T^0(P - P(\text{H}_2\text{O})) V / P^0T.$$

Планирование эксперимента

1. Какие физические величины необходимо измерить?
2. Последовательность выполнения эксперимента:
 - 1) Проверить герметичность прибора. Присоединить реакционную пробирку к бюретке и, поднимая и опуская воронку, следить за уровнем воды в бюретке. Если прибор герметичен, то вначале уровень воды опустится или поднимется, затем останется постоянным. В противном случае проверьте все места соединения в приборе и добейтесь герметичности.
 - 2) Налить в реакционную пробирку 10 мл водного раствора серной кислоты (1:3).
 - 3) Обтереть фильтровальной бумагой края пробирки (зачем?) и положить на край наклоненной пробирки навеску металла (0,0100 - 0,0300 г). Почему необходима точность 0,0001 г для определения массы навески?
 - 4) Осторожно, чтобы не стряхнуть металл в кислоту, закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой, соединенной с бюреткой.
 - 5) Привести к одному уровню мениск воды в бюретке и горлышке воронки, поднимая и опуская воронку. Отметить уровень воды в бюретке V_1 .
 - 6) Стряхнуть металл в кислоту и ждать полного его растворения.
 - 7) После окончания реакции дождаться охлаждения реакционной пробирки до комнатной температуры (для чего?), затем снова отметить уровень воды в бюретке - V_2 .

Задание 2. Определить эквивалентную массу металла прямым методом по кислороду, используя металл и концентрированный раствор азотной кислоты.

Теоретический анализ задания.

- 1) В чем сущность прямого метода определения эквивалентной массы металла по кислороду?
- 2) Как можно получить оксид металла, используя металл и концентрированный раствор азотной кислоты? Какие реакции необходимо для этого провести? Каковы их условия?
- 3) Для каких металлов (положение в ряду напряжений) применим данный метод?
- 4) Какое математическое выражение закона эквивалентов целесообразно использовать для вычисления эквивалентной массы металла? Какие физические величины необходимо для этого измерить?
- 5) Какова должна быть навеска металла и точность ее взвешивания? Каков должен быть объем кислоты?
- 6) В какой посуде следует проводить реакции? Какие приборы необходимы для проведения опытов? Как определить окончание реакции?

Последовательность выполнения эксперимента.

- 1) Взвесить на технических весах тигель с точностью до 0,1 г.
- 2) Взвесить тигель с металлом (около 2 г).
- 3) В вытяжном шкафу провести реакцию взаимодействия металла с концентрированным раствором азотной кислоты.
- 4) После окончания реакции осторожно выпарить воду на электрической плитке и прокалить соль.
- 5) Охладить тигель в эксикаторе.
- 6) Взвесить тигель с оксидом металла.

ЗАДАЧИ. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л., 1983. С.9, №1, 4, 9, 10, 11. С.10, №15.

ТЕСТ

Установить правильную последовательность:

1. Эквивалент - это

- 1 моль водород атом количество
 замещает которое или присоединяет

вещество

Дополнить:

2. Масса одного эквивалента вещества называется

_____.

Масса одного эквивалента магния равна _____

3. Имея концентрированный раствор азотной кислоты и металл, стоящий в ряду напряжений между _____ и _____, эквивалентную массу этого металла можно экспериментально определить (название) _____ методом. Для этого необходимо провести реакции:

1) взаимодействия _____ с _____;

2) _____ образующейся соли.

4. Вычислить эквивалентную массу металла можно, используя следующее математическое выражение закона эквивалентов

_____.

Из этого выражения следует, что для определения эквивалентной массы металла необходимо измерить следующие физические величины:

1) _____; 2) _____.

5. Чтобы рассчитать эквивалент металла по его эквивалентной массе, необходимо использовать такое соотношение: _____.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МАССЫ СЛОЖНОГО ВЕЩЕСТВА.

Задание 1. Определить эквивалентную массу карбоната щелочноземельного металла, вступающего в реакцию с 5мл 1н соляной кислоты с выделением диоксида углерода, используя тот же прибор, что и в работе по определению эквивалентной массы металла методом вытеснения, заменив воду в бюретке раствором хлорида натрия (запорной жидкостью).

Теоретическое исследование задания

На основании какого закона можно рассчитать эквивалентную массу сложного вещества? Какое из математических выражений закона эквивалентов целесообразнее использовать в данном задании? Проанализировав это выражение, выяснить, какие физические величины и как необходимо рассчитать и измерить.

Почему в качестве запорной жидкости в приборе используется раствор хлорида натрия? Какие примеси будет содержать газ, полученный в этом приборе, и что нужно учесть при расчете его объема при нормальных условиях?

Задание 2. Найти эквивалентную массу карбоната щелочноземельного металла, проведя реакцию взаимодействия его с 1н соляной кислотой.

Навеска вещества 2 – 3 г, объем кислоты задается преподавателем и измеряется с помощью бюретки.

Теоретическое исследование задания

На основании какого закона можно рассчитать эквивалентную массу сложного вещества? Какое из математических выражений целесообразно использовать в данном задании? Как рассчитать массу хлороводорода, если известен объем и концентрация соляной кислоты?

ЗАДАЧИ. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л., 1983. С.10, №16, 17.

Т Е С Т

Дополнить:

1. Если задана точная навеска карбоната двухвалентного металла, эквивалентную массу которого необходимо определить, то следует провести химическую реакцию, протекающую по уравнению _____, собрать _____ (название вещества) и измерить его _____.

2. Для расчета эквивалентной массы карбоната двухвалентного металла в данном случае целесообразно использовать следующее выражение закона эквивалентов: _____.

3. Условия проведения опыта отличаются от нормальных, поэтому необходимо рассчитать _____ при н.у. по уравнению _____, математическое выражение которого _____.

4. Газ, получаемый при взаимодействии карбоната двухвалентного металла с соляной кислотой, в используемом приборе загрязнен _____ (формула вещества), поэтому необходимо ввести поправку на давление, используя закон _____ (название).

5. Эквивалент газа, выделяющегося в результате взаимодействия карбоната двухвалентного металла с кислотой, равен _____.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВЕЩЕСТВ

Задание 1. Очистить соль от растворимых примесей методом политермической перекристаллизации.

На чем основан метод политермической перекристаллизации?

Пользуясь таблицей растворимости из справочника, вычислить:

а) какой объем воды необходимо взять для растворения данной массы соли (указанной преподавателем);

б) какую массу соли необходимо взять для растворения ее в данном объеме воды (указанном преподавателем), чтобы получить насыщенный при температуре 60°C раствор.

Какие приборы и оборудование потребуются для проведения опыта? Укажите условия нагревания и охлаждения. Почему раствор нагревают почти до кипения и лишь потом фильтруют? Как выбрать способ фильтрования горячего раствора, чтобы увеличить скорость фильтрования? Указать условия сушки перекристаллизованной соли. Как определить, что соль сухая?

По данным растворимости соли рассчитать, сколько должно ее выделиться из раствора при охлаждении. Относительно этого количества определить выход (в процентах) очищенной соли.

Исследовать исходную соль, маточный раствор и перекристаллизованную соль на наличие в них примесей. Сравнить результаты трех испытаний, убедиться в эффективности метода очистки веществ перекристаллизацией.

Задание 2. Очистить воду от растворимой соли.

Какой метод чаще используется для очистки воды от растворимой соли? На чем он основан? Собрать прибор. Доказать отсутствие примесей в очищенной воде.

ЗАДАЧИ: 1) Определить массу (г) кристаллогидрата $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ в осадке после перекристаллизации ($80 - 20^\circ C$), если было взято для перекристаллизации 28,05 г кристаллогидрата, объем воды 27,2 мл. Рассчитать степень потери сульфата магния с маточным раствором в процентах при перекристаллизации.

2) *Глинка Н.Л.* Задачи и упражнения по общей химии. Л., 1983. С.111, № 448 – 451.

Т Е С Т

Дополнить:

1. Раствор - это _____ система, состоящая из _____.

2. Концентрацией раствора называют _____ содержание _____ вещества в _____; чаще всего для водных растворов используют такие способы выражения концентрации раствора: _____.

3. Для приготовления 100 мл соляной кислоты с массовой долей HCl 20% (плотность 1,10 г/см³) из 36%-й (плотность 1,18 г/см³) необходимо с помощью _____ отмерить _____ мл исходного раствора и _____ мл воды. Проверить концентрацию полученной соляной кислоты можно, измерив _____ раствора следующим образом:

4. Насыщенный раствор – это раствор, в котором при данной температуре устанавливается _____.

5. Качественно растворимость показывает _____ одного вещества _____ в _____ веществе, а количественно растворимость равна _____ раствора и выражается чаще всего в _____.

6. Перекристаллизация - это процесс _____ который используется для _____ веществ от _____. Политермическая перекристаллизация основана на _____ зависимости _____ от _____.

Установить правильную последовательность:

7. Перекристаллизация осуществляется следующим образом:
- охладить раствор до заданной температуры
 - поместить навеску в заданный объем воды и нагреть
 - рассчитать навеску соли, необходимую для приготовления определенного объема насыщенного раствора при данной температуре
 - отфильтровать и высушить кристаллы с помощью водоструйного насоса.

Дополнить:

8. На основании справочных данных:

	Температура, °C			
	0	20	50	80
100				
Растворимость Li ₂ CO ₃ , г/100 г воды	1,54	1,33	1,08	0,85
0,72				

можно рассчитать, что из 202,16 г насыщенного при 50°C раствора карбоната лития при нагревании его до 80°C выпадает соль массой _____ г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ЭНЕРГЕТИКА РАСТВОРЕНИЯ И ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Задание 1. Определить теплоту реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием, используя по 100 мл 1н растворов, указанных преподавателем.

Рассчитать теплоту нейтрализации, используя следствие из закона Гесса и сравнить с экспериментально полученной величиной.

Задание 2. Определить энтальпию гидратации сульфата меди.

Опыт проводится в калориметре. В предварительно взвешенный калориметрический стакан налить 300 мл воды и измерить ее температуру. Взвесить 0,5 г сульфата меди на теххимических весах. Быстро и аккуратно всыпать соль в стакан с водой. Осторожно перемешивая раствор мешалкой, следить за изменением температуры. Отметить наивысшую температуру раствора. Вычислить количество теплоты, выделившейся при растворении данной навески сульфата меди. При расчете принять плотность раствора, равную единице, а удельную теплоемкость раствора – равную теплоемкости воды - 4,184 Дж/г град. Удельная теплоемкость стекла равна 0,753 Дж/г град.

Вычислить энтальпию растворения 1 моль сульфата меди. Опыт и расчеты повторить для медного купороса, взяв навеску 10 г.

По найденным энтальпиям растворения безводного сульфата меди и медного купороса вычислить энтальпию гидратации сульфата меди.

ЗАДАЧИ. Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. М., 1979. С.19, №3. С.20, №15. С.21, №16. С.22, №17.

ТЕСТ

Дополнить:

1. Тепловой эффект реакции - это _____

_____, а энтальпия - это

_____.

2. Термохимическое уравнение реакции нейтрализации уксусной кислоты раствором аммиака можно записать следующим образом: _____.

Изменение энтальпии данной реакции в стандартных условиях, рассчитанное по соотношению _____, равно _____ кДж/моль.

3. Растворение в воде соли сопровождается _____ энергии (_____ энтальпии системы), необходимой для _____ кристаллической решетки, и _____ энергии (_____ энтальпии системы) за счет процесса _____.

Таким образом, значение энтальпии растворения при стандартных условиях может быть _____ и _____.

4. Энтальпией растворения называется _____

_____.

она выражается в _____.

5. Если растворимость соли в воде с ростом температуры уменьшается, значит процесс растворения ее сопровождается _____ теплоты, т.е. _____

значением энтальпии растворения.

Установить правильную последовательность

и дополнить:

6. Экспериментально энтальпию растворения медного купороса можно определить так:

рассчитать изменение температуры системы

навеску медного купороса высыпать в воду и тщательно перемешать

- налить определенный объем воды в химический стакан и измерить ее температуру
- вычислить теплоту, поглощенную при растворении, по формуле _____
- измерить температуру полученного раствора сульфата меди
- вычислить энтальпию растворения медного купороса по формуле _____.

Дополнить:

7. Чтобы рассчитать энтальпию гидратации сульфата меди, необходимо экспериментально определить энтальпию растворения _____ и _____.

Для расчета энтальпии гидратации необходимо воспользоваться законом _____, который применительно к данному случаю следует записать так: _____.

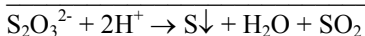
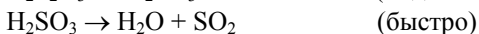
8. Так как при растворении 10 г CaCl_2 в 200 мл воды температура раствора повысилась на 7,7К, следовательно, энтальпия растворения его равна _____ кДж/моль (удельную теплоемкость раствора принять равной 4,18 Дж/г К).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

Задание 1. Исследовать скорость разложения тиосульфата натрия.

Соли тиосерной кислоты устойчивы как в твердом состоянии, так и в растворе. Тиосерная кислота $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ самопроизвольно разлагается даже в разбавленном растворе с образованием сернистой кислоты и серы. Поэтому при подкислении раствора тиосульфата натрия последовательно будут протекать реакции, уравнения которых:



Скорость суммарного процесса определяется второй стадией. Почему?

Опыт 1. Провести реакцию между 2-3 мл раствора тиосульфата натрия (концентрацией 50 г/л) и серной кислотой (15 мл концентрированной кислоты на 1 литр раствора), чтобы определить момент появления коллоидных частиц серы. Сначала появляется слабая опалесценция (различие окраски при рассматривании растворов в проходящем и отраженном свете, обусловленное светорассеянием), а затем происходит постепенное помутнение. По времени, прошедшему от момента приливания раствора тиосульфата натрия к серной кислоте до помутнения, можно судить о скорости реакции. Этим пользуются в следующих опытах.

Опыт 2. Определить условную скорость реакции разложения тиосульфата натрия, используя растворы, приготовленные в соответствии с таблицей.

№ Условная	Объем, мл			исходных концентраций Na ₂ S ₂ O ₃	Отношение (τ)	Время,с скорость 1/τ,с ⁻¹
	Na ₂ S ₂ O ₃ 1-й раствор	H ₂ O	H ₂ SO ₄ 2-й раствор			
1	5	10	5			
2	10	5	5			
3	15	0	5			

В этом и следующих опытах измеряется не скорость реакции, а промежуток времени между началом реакции и ее видимым результатом. Однако этот промежуток времени обратно пропорционален скорости реакции, поэтому величину 1/τ можно назвать условной скоростью реакции. Результаты опыта обработать графически.

Опыт 3. Определить условную скорость реакции разложения тиосульфата натрия, используя по 10 мл исходных растворов соли и кислоты, при трех температурах, отличающихся на 10°. На основании экспериментальных данных рассчитать температурный коэффициент реакции и величину кажущейся энергии активации.

Опыт 4. Определить условную скорость реакции разложения тиосульфата натрия в присутствии различных количеств сульфата меди, для чего к 10 мл раствора соли добавить по 1, 3 и 5 мл 0,1М раствора CuSO₄ и довести общий объем растворов до 20 мл. Результаты опыта обработать графически.

Задание 2. Определить условную скорость реакции растворения 0,1 – 0,2 г измельченного и неизмельченного мела в 10 мл 2н соляной кислоте.

Задание 3. Изучить смещение химического равновесия.

Опыт 1. Провести реакцию между 1-2 каплями насыщенных растворов хлорида железа (III) и роданида аммония, добавить затем к полученному раствору 20 мл воды и изучить смещение химического равновесия при изменении концентраций реагентов и продуктов реакции. Написать выражение константы равновесия данной реакции.

Опыт 2. Изучить влияние температуры на реакцию иода с крахмалом.

Описать и объяснить все наблюдаемые явления в проведенных опытах. Составить уравнения протекших реакций.

ЗАДАЧИ. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л., 1983. С.96, №325, 326, 329. С.97, №331, 337. С.98, №352. С.99, №358.

Т Е С Т

Дополнить:

1. Скорость химической реакции - это _____
_____.
2. Скорость реакции зависит от следующих факторов:

_____.
3. Математическое выражение закона действующих масс для прямой реакции, уравнение которой $Fe + 5CO \rightarrow Fe(CO)_5$, имеет вид _____, где коэффициент пропорциональности называют _____, которая имеет следующий физический смысл: _____
_____.
4. Скорость реакции, температурный коэффициент которой равен 4, при увеличении температуры на 100° возрастает в _____ раз.
5. Математическое выражение уравнения Аррениуса _____, где энергия активации - это _____
_____.

6. Математическое выражение для константы равновесия реакции, уравнение которой $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$; $\Delta H < 0$, имеет вид

_____, понижение температуры смещает равновесие _____, а понижение давления _____.

7. Удаляя из зоны реакции диоксид углерода, можно сместить равновесие реакции, уравнение которой $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$, _____.

8. Действие катализатора объясняется тем, что _____, при этом энергия активации _____.

Обвести кружком номер ошибочного ответа:

9. Добиться смещения химического равновесия в общем случае можно следующим образом:

- 1 - изменением температуры
- 2 - введением катализатора
- 3 - изменением давления
- 4 - изменением концентрации исходных веществ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ГОМОГЕННОЕ И ГЕТЕРОГЕННОЕ РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Задание 1. Изучить влияние различных факторов на электролитическую диссоциацию в растворах электролитов.

Опыт 1. Изучить влияние природы растворителя на процесс электролитической диссоциации хлорида меди (II), используя следующие реактивы: безводный хлорид меди (II), дистиллированную воду и ацетон. Объяснить результаты опыта, используя значения величин диэлектрических постоянных растворителей.

Опыт 2. Изучить влияние разбавления на процесс электролитической диссоциации хлорида меди (II). Объяснить результаты опыта с точки зрения химического равновесия.

Опыт 3. Сравнить химическую активность сильного и слабого электролита. В опыте использовать следующие реактивы: растворы 2н

хлороводородной и уксусной кислот, гранулированный цинк, концентрированную соляную кислоту; а также оборудование: пробирку Вюрца, газоотводную трубку, мерный цилиндр на 10 мл, кристаллизатор, фарфоровую чашку. Нарисовать прибор, объяснить результаты опыта с точки зрения электролитической диссоциации.

Опыт 4. Изучить влияние одноименного иона на процесс электролитической диссоциации уксусной кислоты. В качестве реактивов использовать 0,1н уксусную кислоту, кристаллический ацетат натрия, раствор метилового оранжевого.

Задание 2. Изучить гидролиз солей и факторы, на него влияющие.

Опыт 1. Определить характер гидролиза солей:

- а) хлорида калия
- б) нитрата свинца
- в) карбоната натрия
- г) сульфида аммония

Определить pH растворов солей с помощью индикаторной бумаги. Привести уравнения гидролиза солей в ионной и молекулярной формах.

Опыт 2. Сравнить характер гидролиза кислых и средних солей, образованных одной и той же кислотой.

Определить pH растворов фосфата и гидрофосфата натрия одинаковой концентрации. Объяснить различия.

Опыт 3. Изучить взаимодействие металла с продуктами гидролиза соли. В качестве реактивов использовать 0,5 н раствор карбоната натрия и гранулы Al. Описать наблюдаемые явления и объяснить их. Привести уравнения реакций в ионном и молекулярном виде.

Опыт 4. Изучить процесс совместного гидролиза солей $AlCl_3$ и Na_2S . Описать наблюдаемые явления. Объяснить их, приведя соответствующие уравнения реакций.

Задание 3. Изучить условия растворения труднорастворимых солей.

Изучить возможность растворения карбоната кальция, полученного из раствора обменной реакцией, в 2 н соляной кислоте и в 2 н уксусной кислоте. Объяснить полученные результаты, рассчитав константы равновесия протекающих реакций.

ЗАДАЧИ. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л., 1983. С.149, № 586, 588, 590, 596. С.150, №597, 598, 602. С.151, №607.

ТЕСТ

Дополнить:

1. Причиной электролитической диссоциации веществ с _____ и _____ типами связи является электростатическое взаимодействие между _____ и _____. Чем больше диэлектрическая постоянная растворителя, тем _____ степень диссоциации вещества в данном растворителе.

2. Кислотой, по Аррениусу, называется соединение, при диссоциации которого образуется _____, кислотой, по Бренстеду – Лоури, является _____.

3. Константа кислотности K_a и константа основности K_b для сопряженной кислотно-основной пары связаны уравнением _____.

4. Добавление в раствор слабого электролита раствора сильного электролита, имеющего одноименный ион со слабым, _____ диссоциацию слабого электролита.

5. Константа равновесия многоступенчатой реакции равна _____ констант отдельных стадий.

6. Если PP сульфида металла больше, чем $K_a^I K_a^{II} (H_2S)$, то данный сульфид _____ получить при взаимодействии соли металла с сероводородом.

7. Растворить карбонат кальция в соляной кислоте _____, т.к. константа равновесия этой реакции, рассчитанная по уравнению _____, имеет следующее значение _____.

8. При добавлении в насыщенный раствор соли сильного электролита, содержащего одноименный катион, растворимость соли _____ и осадок _____.

9. При смешении водных растворов различных солей в первую очередь выпадает осадок малорастворимой соли, PP которой _____.

10. В кислотно-основных реакциях гидросульфит-ион может быть _____ протонов, проявляя свойства _____, по реакции, уравнение которой _____, а также _____ протонов, проявляя свойства _____, по реакции, уравнение которой _____.

11. При растворении в воде ортофосфата натрия происходит, во-первых, процесс _____, во-вторых, взаимодействие иона _____ с водой по реакции, уравнение которой _____, в результате чего раствор соли имеет рН ____ 7, т.е. _____ среду. При повышении температуры указанной соли рН раствора _____, т.к. _____.

12. В растворах карбоната калия и хлорида магния за счет диссоциации содержатся ионы _____, а за счет _____ взаимодействия с водой – ионы _____. При сливании указанных растворов наблюдается следующее: _____ вследствие _____ протекания _____ реакции _____ согласно _____ уравнению _____ (молекулярная и ионная формы).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ. ЭЛЕКТРОЛИЗ

Задание 1. Изучить окислительно-восстановительные реакции в растворах.

Опыт 1. Провести реакцию взаимодействия водного раствора KMnO_4 (концентрацию раствора подобрать так, чтобы окраска его была бледно-розовой) с водным раствором Na_2SO_3 в кислой, нейтральной и щелочной средах. Как меняется окраска раствора? С чем это связано? Составить уравнения окислительно-восстановительных реакций в ионной и молекулярной формах, используя метод полуреакций. Обосновать результаты опытов, рассчитав ЭДС реакций с помощью табличных значений стандартных электродных потенциалов соответствующих окислительно-восстановительных систем.

Опыт 2. Сделать прогноз возможности восстановления иона Fe^{3+} галогенид-ионами (Cl^- , Br^- , I^-). Провести термодинамический расчет возможности протекания окислительно-восстановительных реакций между Fe^{3+} и I^- . Подтвердить расчет экспериментально, осуществив реакции в растворе между солями Fe^{3+} и I^- и доказав наличие продуктов.

Задание 2. Изучить окислительно-восстановительные реакции в твердой фазе на примере разложения хлората калия в присутствии катализатора MnO_2 и без него. Используя взаимосвязь между строением атома и возможными степенями окисления, сделать прогноз о составе продуктов реакции. Провести реакцию разложения хлората калия в присутствии MnO_2 и без него, доказав наличие продуктов. Написать уравнения термического разложения хлората калия и термодинамически обосновать их возможность.

Задание 3. Собрать медно-цинковый гальванический элемент, измерить ЭДС элемента, используя растворы различной концентрации. Описать наблюдаемые явления. Написать уравнения реакций, протекающих на электродах, и суммарное уравнение химической реакции, в результате которой возникает электрический ток в элементе. В каком направлении переносятся электроны во внешней цепи? Вычислить теоретическую ЭДС элемента. Какие ионы и в каком направлении перемещаются в растворе?

Задание 4. Изучить влияние на химический процесс образования гальванических пар. Провести реакцию взаимодействия цинка с 2н раствором серной кислоты, описать наблюдаемое. Отнять медную проволочку, добавить в раствор несколько капель раствора сульфата меди. Что наблюдается?

Описать и объяснить происходящие явления. Составить уравнения реакций.

Задание 5. Изучить электролиз водных растворов солей.

Опыт 1. Изучить процесс электролиза иодида калия, хлорида олова (II), нитрата свинца с инертными электродами. Доказать образование в катодном и анодном пространстве предполагаемых продуктов. Описать наблюдаемые явления, составить уравнения реакций, протекающих на электродах, суммарное уравнение реакции.

Опыт 2. Провести электролиз сульфата меди в том же электролизере. Описать наблюдаемые явления. Затем, не отключая электролизер от батарейки, поменять местами электроды в коленах прибора. Что происходит? Описать и объяснить наблюдаемое. Составить уравнение катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди в обоих случаях.

ЗАДАЧИ. Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. М., 1979. С.36, №1 (1 – 6). С.38, №2. С.40, №17а, 18.

Т Е С Т

Дополнить:

1. Если элемент находится в соединении в высшей степени окисления, то в окислительно-восстановительных реакциях он может проявлять только _____ свойства.

2. При протекании окислительно-восстановительной реакции происходит _____ степени окисления восстановителя.

3. Zn в окислительно-восстановительных процессах проявляет свойства только _____, т.к. _____ находится в _____ степени окисления.

4. В процессе $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2^-$ _____, степень окисления элемента _____.

5. Если в окислительно-восстановительном процессе участвует атом одного и того же элемента, то внутримолекулярную реакцию называют _____.

6. Если реакция проводится в кислой среде, и реагент содержит меньше атомов кислорода, чем продукт реакции, то недостаток их восполняется введением H_2O по схеме _____.

7. При выводе среды окислительно-восстановительной реакции, если реагент содержит меньше атомов кислорода, чем продукт реакции, то недостаток их восполняется введением ионов _____ по схеме: _____.

8. Окислительно-восстановительная реакция, уравнение которой в ионной форме $\text{SO}_3^{2-} + \text{HPO}_3^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-} + \text{HPO}_4^{2-}$, протекает в _____ среде, т.к. полуреакции окисления и восстановления таковы: _____ и _____.

_____ Молекулярная форма уравнения _____.

данной реакции следующая:

9. Скачок потенциала в системе $\text{Sn}^{2+} - 2e \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ характеризует способность иона Sn^{2+} .

10. Активность окисленной формы о/в системы: $\text{MnO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 5e \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ _____, чем о/в системы: $\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$, т.к. _____.

Поэтому кислый раствор перманганата можно использовать в качестве _____ в реакции, уравнение которой _____.

11. Прибор, в котором происходит превращение химической энергии в электрическую, называется _____.

12. Если на электроде гальванического элемента протекает реакция $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$, то он заряжается _____.

13. Электрод, на котором происходит процесс окисления, называется _____.

14. При электролизе водного раствора иодида калия на угольном аноде происходит следующая реакция (уравнение в ионной форме): _____, т.к. _____. На угольном катоде происходит следующая реакция (уравнение в ионной форме) _____, т.к. _____.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Задание 1. Изучить образование катионных аквакомплексов и анионных гидросокомплексов хрома (III) и цинка (II).

Получить гидроксид хрома (III) и гидроксид цинка (II) и исследовать их кислотно-основные свойства с помощью растворов кислот и щелочей. Объяснить наблюдаемые явления, назвать образующиеся вещества.

Задание 2. Изучить образование аминоккомплексов Zn (II) и Ag (I).

К растворам солей Zn(II) и Ag(I) добавить по каплям раствор аммиака. Объяснить образование осадков и их растворение в избытке аммиака. Сравнить отношение полученных растворов и растворов солей Zn (II) и Ag (I) к действию щелочи. Дать объяснение.

Задание 3. Изучить образование тетраиодогидраргират (II) – комплекса.

К раствору $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ по каплям прибавить концентрированный раствор KI. Объяснить наблюдаемое. Проверить, образуется ли осадок при действии на полученный раствор щелочи. Для сравнения проверить взаимодействие $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ со щелочью. Дать объяснения.

Задание 4. Изучить влияние природы лиганда на окраску комплексов.

Растворить в воде безводный сульфат меди. К полученному раствору добавить раствор аммиака. Объяснить наблюдаемое.

Задание 5. Получение комплексов и сравнение их устойчивости.

В двух пробирках получить роданидный и фторидный комплексы железа (III). К растворам полученных комплексов и раствору гексацианоферрата (III) калия прилить по каплям раствор гидроксида натрия. Отдельно к раствору роданидного комплекса железа (III) прилить раствор фторида натрия. Объяснить наблюдаемое. Сделать вывод об устойчивости различных комплексов железа (III). Подтвердить

ваши выводы справочными данными о константах нестойкости изученных комплексов.

Задание 6. Растворение осадков за счет комплексообразования и разрушение комплекса.

Осадок гидроксида меди (II), полученный по обменной реакции, обработать концентрированным раствором аммиака. К полученному раствору прилить раствор сульфида натрия. Объяснить наблюдаемое.

Написать уравнения всех проведенных реакций в ионном и молекулярном виде.

ЗАДАЧИ. Ахметов Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. М., 1979. С.110, № 4. С.111, № 5. С.112, № 8. С.112, № 9.

Т Е С Т

Дополнить:

1. Комплексное соединение $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ имеет заряд внутренней сферы _____, поэтому по заряду внутренней сферы относится к _____ комплексам, название его следующее:

2. Координационная формула комплекса гексацианоферрат (II) калия такова _____, центральный атом – комплексообразователь в нем – _____ в степени окисления _____ с координационным числом _____.

3. В водном растворе комплекс состава $\text{CoBr}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ диссоциирует полностью по схеме: _____.

Комплексный ион диссоциирует по схеме, уравнение которой _____.

Равновесие этой реакции описывается выражением

_____ ,
которое называется _____.

4. При взаимодействии осадка гидроксида никеля (II) и концентрированного раствора аммиака происходит следующая реакция комплексообразования, которая складывается из двух равновесных стадий: с одной стороны, _____, ее константа равновесия следующая: _____, с

другой стороны, _____, ее константа равновесия _____.

5. В водном растворе константа равновесия реакции, уравнение которой $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 6\text{CN}^- \rightarrow [\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-} + 6\text{NH}_3$,
 $\beta_6 = 1,6 \cdot 10^{35}$ $\beta_6 = 1,0 \cdot 10^{64}$

вычисленная по соотношению _____, равна _____, следовательно, знак изменения стандартной энергии Гиббса следующий _____ и преобладает _____ направление реакции.

6. При сливании водных растворов комплекса $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ и раствора сульфида натрия при 25°C осадок _____ образоваться по реакции, уравнение которой _____

_____, т.к.
_____.

Лабораторные работы
по общей химии

Для студентов 1 курса
химического факультета
дневного отделения

Редактор **Т.А.Сасина**
Технический редактор **Э.А.Максимова**

Подписано в печать 25.06.96. Формат 60 84 1/16.
Бумага для множительных аппаратов. Печать офсетная.
Уч. – изд. л. 2,05. Усл. печ. л. 1,98. Заказ . Тираж 300 экз.
Уральский государственный университет им. А.М.Горького.
Екатеринбург, пр. Ленина, 51.

Типолаборатория УрГУ, Екатеринбург, пр.Ленина, 51.