МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Тверской государственный университет

Д.С. Исаев

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ХАРАКТЕРА**

 **ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебное пособие для учащихся 8-х классов

ТВЕРЬ 2001

УДК 546 (075.3)

ББК Г1я721-5

 И 85

Научный руководитель проекта

кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии ТГУ Ю.А.Рыжков

Рецензенты:

доктор химических наук, профессор

Л.И.Ворончихина,

кандидат технических наук, доцент

Г.И.Андреева

заслуженный учитель Российской Федерации

Р.П.Калёнова

**Исаев Д.С.**

И 85 Практические работы исследовательского характера по неорганической химии: Учебное пособие для учащихся 8-х классов. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2001.- 56 с.: ил.

Настоящее пособие адресовано учащимся 8-х классов. Оно содержит описания экспериментальных работ I и II практикумов 8-го класса; контрольные вопросы творческого характера по этим практикумам и методы решения творческих задач по Альтшуллеру; рекомендации по представлению результатов измерений (правила округления, математическая обработка и графическое представление); более 70 задач и упражнений; итоговый тест для контроля усвоения экспериментальных навыков (таких, как организационные, технические, измерительные, интеллектуальные и конструкторские) и справочные данные, необходимые для выполнения практических работ.

Выполнение предложенных работ направлено на совершенствование знаний учащихся по неорганической химии, формирование у них исследовательских навыков и накопление опыта химического творчества.

Пособие будет полезно не только учащимся средних общеобразовательных учреждений, гимназий и лицеев, но и студентам педагогических вузов, учителям химии.

*Убедительная просьба о результатах работы с пособием, об обнаруженных недостатках и ошибках, а также пожелания по его дальнейшему улучшению сообщить автору по адресу:*

*170037, г. Тверь, ул. Склизкова, 95, сш № 43, кабинет химии.*

УДК 546 (075.3)

ББК Г1я721-5

 Исаев Д.С., 2000

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Предисловие для учащихся........................................................................ | 4 |
| Экспериментальные работы первого практикума................................... | 7 |
| №1. *Исследование свойств веществ*................................................. | 7 |
| №2. *Определение количественного состава двухкомпонентных сплавов металлов*......................................................................................... | 9 |
| №3. *Определение загрязненности поваренной соли*......................... | 12 |
| №4. *Определение молярной массы газа*............................................ | 16 |
| №5. *Изучение скорости горения свечи*.............................................. | 19 |
| Контрольные вопросы по работам первого практикума......................... | 20 |
| Экспериментальные работы второго практикума.................................... | 20 |
| №6. *Количественное определение кислорода в воздухе*.................. | 20 |
| №7. *Определение процентного выхода кислорода в реакциях разложения*........................................................................................... | 22 |
| №8. *Получение водорода и исследование его свойств*.................... | 24 |
| №9. *Применение индикаторов в реакциях нейтрализации*............ | 27 |
| №10.*Приготовление раствора заданной концентрации. Определение зависимости между концентрацией раствора и его плотностью*................................................................................... | 29 |
| №11. *Определение формулы кристаллогидрата*............................. | 32 |
| Контрольные вопросы по работам второго практикума......................... | 35 |
| Тестовый контроль усвоения экспериментальных навыков по химии.. | 36 |
| ЛИТЕРАТУРА.............................................................................................. | 40 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ............................................................................................ | 41 |
| 1. Значащие цифры. Правила округления.......................................................... | 41 |
| 2. Расчет молярного объема газа......................................................................... | 43 |
| 3. Математическая обработка результатов практических работ...................... | 43 |
| 4. Графическое представление численных данных........................................... | 46 |
| 5. Плотности некоторых металлов...................................................................... | 51 |
| 6. Давление водяного пара при различных температурах................................ | 51 |
| 7. Окраска важнейших кислотно-основных индикаторов................................ | 52 |
| 8. Плотность растворов хлорида натрия при 20 оС........................................... | 53 |
| 9. Плотность растворов некоторых веществ...................................................... | 54 |
| 10. Физические величины и их единицы измерения......................................... | 55 |
| ОТВЕТЫ........................................................................................................ | 55 |

**ПРЕДИСЛОВИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ**

Юные химики!

Перед выполнением практической работы обязательно очень внимательно прочтите описание. Если во введении появляется новый для вас материал, то будет разумно составить его краткий конспект в рабочей тетради еще дома, до урока.

Если инструкции по выполнению работы в подробном виде нет, то следует подумать над путями решения поставленной задачи. Для решения творческой задачи или ответа на нестандартный вопрос можно использовать следующие алгоритмы активизации мышления.

№ I. Мозговой штурм

1. Прочитайте внимательно название работы, условия задачи и предложите все возможные, в том числе и абсурдные гипотезы для ее решения. При выдвижении гипотез запрещается их критика.

2. Сделайте анализ предложенных гипотез и выберите из них те, которые наиболее вероятны.

№ 2. Метод контрольных вопросов

Прочитайте внимательно условие задачи и предложите все возможные ответы. Для обеспечения поиска решений постарайтесь ответить на следующие вопросы:

1. Как по-новому применить систему (тело, вещество, явление, процесс, закономерность), в которой возникла проблема?

2. Как упростить систему?

3. Как модифицировать (изменить) систему?

4. Что можно увеличить (уменьшить) в системе?

5. Что можно заменить, преобразовать, перевернуть наоборот?

№3. Морфологический анализ

Морфологический анализ - это метод преобразования системы путем объединения различных элементов, веществ и явлений.

1. Выберите систему для преобразований.

2. Запишите в вертикальный ряд названия ее элементов.

3. Запишите в горизонтальный ряд названия веществ, из которых состоят элементы системы, и функции элементов.

4. Разделите прямоугольник между рядами на квадраты. Укажите в них все возможные варианты строения и функций системы, объединяя различные элементы.

После выполнения экспериментальной части работы сразу приступайте к оформлению лабораторного журнала и анализу полученных экспериментальных данных (см. **ПРИЛОЖЕНИЯ 1-4**).

Можно рекомендовать следующую последовательность записей в рабочем журнале.

1. Дата.

2. Название работы.

3. Цель эксперимента.

4. Условия проведения эксперимента (температура, атмосферное давление, рН и т.п.)

5. Реактивы и оборудование. Схема установки.

6. Сводка формул, необходимых для расчетов. Предварительные расчеты.

7. Таблица для непосредственной записи измерений и первоначальных расчетов (заготавливается заранее).

8. Графики с результатами измерений.

9. Подробное описание эксперимента (наблюдение за ходом процесса - изменение температуры, растворение или образование осадка и т.п.).

10. Вычисления.

11. Таблица и графики с результатами вычислений.

12. Выводы.

Большое значение имеет правильная и четкая защита работы на последнем уроке практикума. При защите закрепленной за группой работы ученик (или группа учащихся) излагает методику работы, конкретные результаты, полученные на каждом этапе исследования, выводы и, что очень важно, предложения по дальнейшим исследованиям. Эти предложения могут быть составлены по каждому этапу, например: изменение формулировки проблемы и проведение нового исследования, изучение дополнительной литературы, проведение дополнительной практической проверки, предложения по применению полученных решений в новых областях науки, сопоставление вновь полученных результатов с другими результатами, полученными при решении этой проблемы, для поиска новой информации и др.

Учителю в письменной форме сдается отчет о работе (один от группы).

План отчета должен повторять план научной статьи:

1. Введение (название работы, цель).

2. Методика эксперимента.

3. Результаты эксперимента (в том числе и результаты, полученные другими группами учащихся).

4. Вычисления.

5. Обобщение и анализ результатов, их обсуждение.

6. Выводы.

Язык отчета должен быть ясным и кратким. Каждое новое положение следует начинать с новой строки. В тексте старайтесь не употреблять подряд много существительных в родительном падеже, частого чередования причастий и близкого расположения одного и того же слова. Обычно местоимения «я» и «мы» при обсуждении собственных экспериментов не употребляются.

Наиболее ответственной частью отчета являются выводы, где нужно очень кратко рассказать о результатах исследования и его новизне (что...исследовано, доказано, показано, обнаружено, установлено, определено, выявлено и т.п.). Число выводов определяется содержанием практической работы (как правило, не более двух или трех).

Особое внимание обратите на контрольные вопросы к практикумам. Вопросы потребуют от вас творческого решения. Придется немного пофантазировать. Возможно, и здесь вам помогут вышеназванные методики. Учтите, что творческое решение, как правило, рождается в ходе длительной работы, поэтому первая идея редко бывает оригинальной. Не забывайте также, что наиболее ценится простое решение проблемы.

Имейте в виду, что результаты вашей работы во время практикума будут оцениваться по следующим видам учебной деятельности:

1. Подготовка к практическому занятию.
2. Выполнение практической работы (аккуратность, чистота рабочего места, использование надлежащего оборудования, соблюдение правил техники безопасности, работа с прибором в соответствии с инструкцией, поведение в лаборатории; непрерывная запись в рабочем журнале хода эксперимента, промежуточных расчетов и предварительных выводов; число выдвинутых гипотез; число различных объяснений (даже и неверных); участие в дискуссиях при планировании эксперимента, выборе путей его проведения, объяснении результатов; погрешность эксперимента и т.п.)
3. Записи в личном рабочем журнале (оформление тетради для практических работ).
4. Отчет о проделанной работе.

Желаю вам творческих успехов!

Автор

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПЕРВОГО ПРАКТИКУМА**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

*ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ*

 1. Введение. Получите у учителя вещества для работы. Изучите свойства веществ, указанных на этикетках, по приведенному ниже плану. Чтобы определить то или иное свойство, с каждым из выданных вам веществ нужно будет провести опыты, занося наблюдаемые изменения в таблицу. Цель работы: провести исследование некоторых физических свойств выданных веществ.

2. Реактивы и оборудование : вещества для описания свойств (по усмотрению учителя); бумага, медь, железо, стекло (для испытания твердости), вода, ступка, пестик, химический стакан, спиртовка, спички, тигельные щипцы или пинцет, лампочка для карманного фонаря, соединительные провода, выключатель, батарея питания; справочник физико-химических свойств веществ.

3. Порядок и техника проведения работы

1. Приготовить таблицу для записи результатов.

Таблица 1

 Результаты исследования свойств веществ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Свойство | Вещество 1 | Вещество 2 |
| 1 | 2 | 3 |
| Агрегатное состояние | т / ж / г | - |
| Цвет | какой (если есть) | - |
| Блеск | какой (если есть) | - |
| Запах | какой (если есть) | - |
| Твердость по отношению кбумагемедижелезустеклу | тверже/мягчетверже/мягчетверже/мягчетверже/мягче | - |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Механические свойства пластичностьупругость (эластичность) хрупкость | есть/нетесть/нетесть/нет | - |
| Плотность относительно воды  | > или<1,0 г/см3  | - |
| Растворимость в воде | растворимо или нет | - |
| Цвет водного раствора | какой (если есть) | - |
| Отношение к нагреванию | устойчиво (разлагается) | - |
| Поведение в пламени | плавится (горит) | - |
| Электропроводность | есть (нет) | - |
| Температуры кипения и плавления  | по справочнику | - |

2. По внешнему виду определить агрегатное состояние вещества, цвет, блеск.

3. Оценить (осторожно!) запах вещества.

4. Оценить твердость вещества. Для этого поцарапать кусочком твердого вещества сначала бумагу, затем медь, железо и стекло. Например, если вещество оставляет на бумаге царапину, то оно тверже бумаги, а если след подобно карандашу, то мягче.

5. Определить механические свойства, характерные для вещества, испытав его на растирание в фарфоровой ступке.

6. Проверить отношение вещества к воде.

7. Исследовать отношение вещества к нагреванию. Пинцетом или щипцами внести кусочек вещества в пламя спиртовки. Пронаблюдать, горит вещество или плавится, каков характер дыма и запаха.

8. Определить электропроводность вещества. Для этого собрать цепь по схеме (рис.1.). Проверить ее работоспособность. Определить электропроводность по загоранию лампочки.



Рис.1. Схема электрической цепи,

 предназначенной для определения электропроводности веществ

9. Значения tпл .и tкип. веществ найти по справочнику.

10. Сравнить выданные вещества по их свойствам. Указать черты сходства и отличия.

11. Сделать вывод.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ МЕТАЛЛОВ*

1. Введение. Известно немногим более 80 металлов, но из них получены десятки тысяч различных сплавов. Сплавы представляют собой смеси двух или более индивидуальных металлов, их получают совместным нагреванием компонентов до полного расплавления смеси. Компонентами сплавов могут быть также и неметаллы, и соединения. Чаще сплавы подразделяют по составу: медные, алюминиевые, никелевые, титановые и др. Свойства сплавов отличаются от свойств исходных компонентов. Сплав золота с серебром характеризуется большой твердостью, в то время как сами эти металлы сравнительно мягкие. Химическая связь в сплавах металлическая, поэтому они обладают металлическим блеском, электрической проводимостью и другими свойствами металлов. Зная качественный состав сплава и его плотность, можно рассчитать процентное содержание каждого металла. Задачи такого типа имеют большое практическое значение. Для знакомства с методикой их решения в конце описания работы приведен пример. Плотность твердых веществ, не растворяющихся в воде, определяют различными способами. Один из них описан в работе. Для определения плотности находят массу вещества (взвешиванием), а также объем (опуская вещество в воду и фиксируя изменение объема). Так как плотность вещества (*r*) равна отношению массы к объему, то значение плотности можно рассчитать по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| . | (1) |

Единицы плотности [г/см3, кг/м3 и т.д.].

2. Реактивы и оборудование: образцы сплавов металлов (латунь, нейзильбер, силумин, припой и др.); весы с разновесами, бюретка на 25 мл, вода; тонкие нитки.

3. Порядок и техника проведения работы

1. Подготовить таблицу для записи данных опыта (табл. 2 а).

2. Взвесить полученный образец сплава с максимальной точностью.

3. Заполнить бюретку водой.

4. Привязать ниточку к образцу и погрузить его в воду. Определить объем сплава.

5. Вычислить плотность сплава.

6. Вычислить процентный состав компонентов сплава.

7. Сделать вывод.

Таблица 2 а

## Результаты количественного

определения состава двухкомпонентных сплавов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название сплавов(качественный состав) | m(сплава),г | V(сплава),мл | (сплава),г/мл |
| Латунь (*Cu, Zn*) |  |  |  |
| **[[1]](#footnote-1)\***Нейзильбер (*Cu, Ni »* *Zn*) |  |  |  |
| Силумин (*Si, Al*) |  |  |  |
| Припой (*Sn, Pb*) |  |  |  |

4. Задачи

**1**. Сколько потребуется меди и олова для выплавления 520 кг бронзы, состоящей на 68% из меди и на 12% из олова?

**2**. Для выплавления мельхиора было взято 136 кг меди, 60 кг никеля и по 2 кг марганца и железа. Вычислите процентный состав металлов в полученном сплаве.

**3**. Для изготовления обручального кольца массой 5,5 г взяли 3,2 г золота, 0,4 г серебра и 1,9 г меди. Какой пробы будет кольцо, если пробу выражают числом весовых частей драгоценного металла в 1000 частях сплава?

**4**. Для клиента кабинета протезирования зубов изготовлена золотая коронка массой 4,380 г. Определить пробу сплава, если для изготовления потребовалось 4,012 г золота.

**5**. На заводе для выделки украшений было принято использовать золотистый сплав, состоящий из 85% меди, 13% цинка и 2% олова. Сколько потребуется каждого металла для изготовления партии бижутерии 1500 штук, если на каждое украшение необходимо 14 г сплава.

**6**. Кольцо, купленное на базаре с рук, не вызывало на вид никаких сомнений в том, что оно выполнено из золота. Но сравнительно низкая цена никак не успокаивала покупателя. Кольцо было отдано на анализ в химическую лабораторию. Качественный анализ показал, что в состав сплава, из которого сделано кольцо, входят медь и золото. Но сколько золота? Решили определить плотность сплава. Масса кольца составила 7 г. Объем 0,76 см3. Рассчитайте процентное содержание металлов в сплаве. Подумайте, удачной ли была покупка.

***Пример вычисления процентного состава компонентов сплава***

Опытным путем найдены следующие данные о латунной пластине: масса пластинки - 32,2 г, объем - 4,00 см3, плотность латуни 8,05 г/см3. Из **ПРИЛОЖЕНИЯ 5** узнаем, что плотность меди -8,96 , цинка - 7,13 г/см3. Требуется вычислить процентное содержание меди и цинка во взятом образце латуни.

Р е ш е н и е

|  |  |
| --- | --- |
| *r(Cu)* = 8,96 г/см3*r(Zn)* = 7,13 г/см3 | Пусть объем меди будет *x* см3, тогда объем цинка *4-x* см3. |

Составляем уравнение:

*8,96х + 7,13(4 - х) = 32,2*

*8,96х+28,52-7,13х=32,2*

*1,83х=3,68*

*х=2,0 (см3) –* объем меди*; 4-x = 2,0 (см3) –* объем цинка*.*

Находим массу меди и цинка.

*m(Cu)=8,96 г/см3 ' 2,0 см3 = 17,9 г*

*m(Zn)=7,13 г/см3 ' 2,0 см3 = 14,3 г*

Вычисляем процентное содержание меди и цинка в сплаве:

**

**

Таблица 2 б

Результаты определения количественного состава латуни

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название компонента сплава | m, г | V, см3 | , %  |
| Медь (Cu) | 17,9 | 2,0 | 55,6 |
| Цинк (Zn) | 14,3 | 2,0 | 44,4 |
| ИТОГО: | 32,2 | 4,0 | 100 |

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ*



1. Введение. Вещества по составу подразделяют на чистые и смеси. Чистыми называются вещества без примесей. Смесь состоит из разных веществ. Смеси существуют однородные и неоднородные. Однородные смеси - это смеси, в которых даже с помощью микроскопа нельзя обнаружить частицы веществ, входящих в смесь (соленая вода, мармелад). Неоднородные смеси - это смеси, в которых невооруженным глазом или с помощью микроскопа можно заметить частицы веществ, составляющих смесь (бензин и вода; глина и вода; загрязненная соль или сахар). Разделение смеси - это выделение из нее отдельных веществ. В смеси сохраняются свойства веществ - компонентов. На основании этих свойств выбирают рациональный способ разделения смеси.

В данной работе описывается количественный способ определения загрязненности поваренной соли. Для этого точно известную навеску загрязненной соли растворяют в воде, отфильтровывают от нерастворимых примесей, выпаривают, а далее сравнивают массу очищенной соли и загрязненной, рассчитывая процент загрязненности вещества.

2. Реактивы и оборудование: загрязненная поваренная соль (для каждой группы учащихся различной загрязненности), химический стакан на 100 мл, стеклянная воронка, фильтровальная бумага, ножницы, фарфоровая чашечка, стеклянная палочка, штатив с кольцом, спиртовка, спички, технические весы с разновесами, электрическая плитка.

3. Порядок и техника проведения работы:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Подготовить таблицу для записи данных опыта. | Таблица 3 |

 Результаты определения загрязненности поваренной соли

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m(чашки со стеклом),г | m(загрязнен-ной соли), | m(чистой соли), | w(примесей), |
| Без соли | с загрязненной солью | с чистой солью | г | г |  % |
|  |  |  |  |  |  |

2. Взвесить чистую сухую фарфоровую чашку и стеклянную воронку.

3. Взвесить эту же чашку с загрязненной солью (3-4 г) и воронкой.

4. Отмерить в стакан по 3 мл воды на каждый грамм соли.

5. Растворить соль в воде.

6. Подготовить фильтр, отфильтровать полученную смесь, соблюдая пра­вила фильтрования.

7. Чашку с фильтратом закрыть воронкой и поместить на электрическую плитку или спиртовку. Нагреть до полного высушивания соли.

8. Остудить чашку до комнатной температуры и взвесить.

1. Вычислить массовую долю примесей по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| . | (2) |

10. Сравнить полученное значение с истинным. Рассчитать относительную погрешность определения (*d*).

11. Сделать вывод.

12\*. Вам выдана смесь поваренной соли, песка, железного порошка, гранул полиэтилена, моделирующая мусор, а также компоненты этой смеси в чистом виде. Попытайтесь найти простые и эффективные методы разделения этой смеси. Определите массовую долю каждого компонента в смеси.

I3\*. Вам выдана смесь медных, цинковых, железных и алюминиевых опилок. Определите массовую долю металла в ней.

4. Вопросы и задания

**7**. Чем отличается однородная смесь от неоднородной? Приведите примеры.

**8**. Почему вещества можно выделить из смеси, в которой они находятся?

**9**. Как вы считаете, морская вода является чистым веществом или смесью? Почему?

**10**. Объясните, почему дистиллированная вода во всех странах обладает одними и теми же свойствами, а вода, взятая из разных рек, обладает не вполне одинаковыми свойствами?

**11**. Какая вода - морская, речная, дождевая, снеговая, колодезная, водопроводная - содержит наибольшее количество примесей? Какая из них по содержанию примесей ближе к дистиллированной?

**12**. Какие из перечисленных ниже объектов являются смесями, а какие - чистыми веществами: а) гранит, б) сахарный песок, в) поваренная соль, г) дистиллированная вода, д) молоко, е) свободный от влаги и пыли воздух, ж) профильтрованная речная вода, з) газированная вода? Почему?

**13**. Выберите правильный ответ. Чистые вещества отличаются от смесей тем, что а) не имеют постоянного состава, б) имеют постоянный состав, в) их можно разделить физическими способами, г) их нельзя разделить физическими способами.

**14**. Какие смеси разделяют фильтрованием? Примеры.

**15**. Приведите примеры, когда фильтрование используют для домашних нужд.

**16**. Заполните таблицу, приведя примеры соответствующих смесей в дополнение к тем, которые уже есть в качестве образца.

Таблица 4

Виды смесей

|  |  |
| --- | --- |
| Агрегатное состояние веществ в смеси | Примеры смесей |
| т - т | гранит … |
| т - ж | глина в воде … |
| т - г | пыль, дым … |
| ж - ж | водоэмульсионная краска … |
| ж - г | туман, взбитые сливки … |
| г - г | кислородно-гелиевая смесь для дыхания подводников … |

**17**. В сахар случайно попала угольная пыль. Как очистить от нее сахар?

**18**. Как разделить следующие смеси, растертые в порошок: а) мел и поваренную соль, б) речной песок, сахар и древесный уголь?

**19**. Даны три растертых в порошок вещества: сахар, мел и речной песок. Перечислите последовательность действий, необходимых для их разделения. Объясните, на чем основан ваш выбор действий.

**20**. Если смешать железные опилки с порошком угля, как вы думаете, будет ли полученная смесь по-прежнему притягиваться магнитом? Почему?

**21**. Выберите правильный ответ. Смесь 2-х веществ, одно из которых растворимо, а другое нерастворимо в воде, можно разделить: а) выпариванием, б) сливанием осадка (декантацией), в) фильтрованием, г) отстаиванием.

**22**. Выберите правильный ответ. Фильтрованием можно разделить смеси, которые состоят: а) из жидкостей, нерастворимых одна в другой, б) жидкости и нерастворимого в ней твердого вещества, в) жидкости и растворимого в ней твердого вещества.

**23**. Выберите правильный ответ. Отстаивание применяют для разделения смесей веществ с водой в тех случаях, когда нерастворимые в воде вещества отличаются от нее: а) температурой кипения, б) плотностью, в) цветом.

**24**. В одной русской сказке старый дед смешал вместе соль и сахар. Что бы вы посоветовали ему сделать, чтобы разделить эту смесь?

1. Назовите изображенный процесс. К каким явлениям его можно отнести: к физическим или химическим? Где этот процесс применяется и на чем основан его принцип? Найдите рисунок, где этот процесс изображен верно. Какие ошибки допущены в других рисунках, и какие нежелательные результаты при этом получаются?



Рис.2

**26**. На рис. 3 показана делительная воронка для разделения смеси двух (или более) несмешивающихся жидкостей. Опишите ваши действия по ее использованию.



Рис.3. Разделение смеси с использованием делительной воронки

##### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЯРНОЙ МАССЫ ГАЗА*

*А. Определение молярной массы кислорода*

1. Введение. Молярная масса (М) - масса 1 моль вещества или масса 6,02⋅1023 структурных единиц вещества. Единица измерения молярной массы: г/моль или кг/моль (в СИ). Молярную массу вещества рассчитывают по периодической системе исходя из того, что она численно равна относительной атомной или молекулярной массе.

Смысл и единица измерения молярной массы вытекает из формулы, устанавливающей связь между абсолютной массой и количеством вещества

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где *M(в-ва)* - молярная масса вещества, г/моль; *m(в-ва)* - абсолютная масса вещества, г; *ν(в-ва)-* количество вещества, моль. Молярная масса - важная характеристика вещества.

Клапейрон и Менделеев в 1874 г. вывели уравнение состояния идеального газа, объединив законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Авогадро

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4 а) |
|  | (4 б) |

где R*-* универсальная газовая постоянная равная 

Из уравнения (4б) следует, что для вычисления молярной массы газа (M) надо определить его массу (m), температуру (T), давление (p) и объем(V)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Если при определении молярной массы газ над водой, то его давление всегда меньше измеренного атмосферного давления *Р* на величину давления пара воды 

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

В этом случае уравнение (4б) примет вид

.

Значение  при различных температурах приводится в **ПРИЛОЖЕНИИ 6.**

2. Реактивы и оборудование: *KMnO4*, раствор *Н2О2*(6%), насыщенный раствор *K2Cr2O7*, спички, штатив, пробирка, весы с разновесами, каучуковые пробки, соединительные трубки, колба Эрленмейера на 250 мл, зажим Мора, химический стакан на 200 мл, вода, термометр, барометр, двухколеннвя пробирка.

3. Порядок и техника проведения работы

Определение молярной массы кислорода проводится с помощью прибора, изображенного на рис. 4. Здесь 1 - колба емкостью 250 мл, 2 - химический стакан на 200 мл, 3 - сифон с зажимом (4), 5 - стеклянная трубка, 6 - тугоплавкая пробирка. Пробки в пробирке и колбе каучуковые.



Рис.4. Схема установки для определения

молярной массы газа

1. Собрать прибор, как указано на рис. 4. Колбу заполнить водой. Налить воды в стакан 2.

2. Заполнить водой сифон. Для этого через трубку 5 вдувать воздух в прибор при открытом зажиме 4 и, когда сифон заполнится водой, закрыть зажим (можно для этой операции использовать резиновую грушу).

З. В сухую пробирку 6 насыпать 0,5 г *KMnO4* или в двухколенную пробирку поместить около 5-6 мл раствора *Н2О2* и 2 мл раствора *К2Cr2O7*. Взвесить с точностью до 0,01 г.

4. Проверить прибор на герметичность. Для этого плотно вставить пробки и открыть зажим 4, а конец сифона держать над водой в стакане. Если прибор герметичен, то вода из сифона не вытекает.

5. Привести давление внутри прибора к атмосферному. Для этого открыть кран 4 и поднять стакан с водой так, чтобы вода в нем и в колбе 1 находилась на одинаковом уровне, и затем снова закрыть зажим.

6. Вылить воду из стакана и налить в него точное количество ее - 50 мл. Опустить конец сифона в стакан с водой.

7. Открыв зажим 4, начать разложение вещества (при использовании *КМnО4* пробирку нагревать осторожно!).

8. Когда в стакан перекачается примерно 100-150 мл воды, прекратить нагревание. Дать прибору охладиться. После привести давление внутри прибора к атмосферному. Если получение кислорода проводится разложением пероксида водорода в присутствии катализатора бихромата калия, то реакцию провести до конца без нагревания.

9. Измерить объем вытесненной воды в стакане 2 (из измеренного количества вычесть ранее добавленные 50 мл). Объем воды равен объему полученного кислорода при температуре опыта.

1. Взвесить пробирку и определить массу полученного кислорода по разности массы пробирки до и после опыта.

11. Определить температуру в лаборатории, величину атмосферного давления (по барометру), давление водяного пара при температуре опыта (из **ПРИЛОЖЕНИЯ 6**). Для определения давления водяного пара построить график зависимости давления водяного пара от температуры (использовать графическую интерполяцию).

12. Записать результаты в тетрадь в следующем порядке (см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *а)* | масса пробирки с содержимым до нагревания | г(кг) |
| *б)* | масса пробирки после нагревания | г(кг) |
| *в)* | масса выделившегося кислорода (разность пунктов *а* и *б*) | г(кг) |
| *г)* | объем воды в стакане после опыта | мл(м3) |
| *д)* | объем воды в стакане до опыта | мл(м3) |
| *е)* | объем вытесненной воды, равный объему выделившегося кислорода в условиях опыта (разность пунктов *г* и *д*) | мл(м3) |
| *ж)* | температура воздуха в лаборатории | оС(К) |
| *з)* | атмосферное давление (по барометру) | мм.рт.ст.(Па) |
| *и)* | давление водяных паров при температуре опыта | мм.рт.ст.(Па) |
| *к)* | давление кислорода в колбе (разность пунктов *з* и *и*) | мм.рт.ст.(Па) |

13. По полученным данным вычислить молярную массу кислорода с помощью уравнения (5), используя данные других групп класса (отсев промахов провести с помощью Q - критерия, см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**). Все расчеты проводить в системе СИ.

14. Вычислить точность определения по формуле



 где

 относительная погрешность определения, %;

*М(э)* - молярная масса, найденная из опыта, г/моль.

15. Сделать вывод.

*Б\*. Определение молярной массы оксида углерода (IV)*

На основании описания определения молярной массы кислорода (пункт *А*) составить инструкцию по определению молярной массы оксида углерода (IV).

Для получения оксида углерода (IV) можно использовать реакцию взаимодействия мрамора или мела (*CaCO3*) с кислотой (соляной, уксусной). Схему прибора (рис.6.) можно модифицировать или оставить прежней. Подтвердить теоретические предположения на практике.

При расчетах учитывать, что газ собирают над водой.

Для более точных расчетов можно учесть растворимость оксида углерода (IV) в воде (мл/100 г *Н2О* ):

171,30; 119,410; 87,820; 75,925; 53,040; 35,960

(в степени указана температура)

Вычислить точность определения *M(CO2).*

###### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

*ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ СВЕЧИ*

1. Введение. Горение - химический процесс (реакция окисления веществ), сопровождающийся свечением и выделением теплоты. Чаще всего горение происходит на воздухе. В процессе горения в большинстве случаев образуется пламя, представляющее собой столб газообразных веществ. Целью данной работы является анализ физических и химических процессов, происходящих при горении свечи и определение скорости расходования кислорода во время горения.

2. Оборудование: банки объемом 0,5л, 0,8л, 1л, 2л, 3л, 5л, секундомер, свеча, спички, рулетка.

3. Порядок и техника проведения работы

1. Подготовить таблицу для записи данных опыта.

Таблица 5

Результаты изучения скорости горения свечи

|  |  |
| --- | --- |
| V (банки) , л |  , с |
|  |  |

2. Зажечь свечу и накрыть банкой объемом 0,5л.

3. Определить время (t), в течение которого горит свеча.

4. Провести подобные действия, используя банки других объемов.

5. Выразить зависимость продолжительности горения свечи от объема банки в виде графика и экстраполяцией определить отрезок времени, через который погаснет свеча, накрытая банкой объемом 10 л (построение произвести на миллиметровой бумаге).

6. Записать в виде таблицы, какие физические и химические процессы происходят при горении свечи.

Таблица 6

Явления, происходящие при горении свечи

|  |  |
| --- | --- |
| Физические явления | Химические явления |
|  |  |

1. Определить объем классной комнаты.
2. Рассчитать, сколько времени будет гореть свеча, если в комнату не поступает воздух и весь кислород расходуется на горение свечи. Скорость расходования кислорода определить по графику из пункта 5.

9. Сделать вывод.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАБОТАМ ПЕРВОГО ПРАКТИКУМА

1. Какие физические свойства характеризуют вещество? Как их определяют на практике?

2. Почему определение плотности двухкомпонентных сплавов вызывает большой интерес у сотрудников заводских лабораторий? С чем это связано?

3. Что нужно переработать или дополнить в методике определения загрязненности поваренной соли для устранения грубых промахов и получения более точных результатов?

4. Возможно ли практическое определение молярных масс таких газов, как водород, метан, азот? Что для этого необходимо сделать?

5. Какие погрешности в работе по изучению процесса горения свечи могут привести и приводят к ухудшению данных?

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ВТОРОГО ПРАКТИКУМА**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

*КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В ВОЗДУХЕ*

1. Введение. Воздух имеет сложный состав. Его составные части можно подразделить на три группы: постоянные, переменные и случайные. К первым относятся кислород (около 21% по объему), азот (около 78%) и так называемые инертные газы (около 1%). Содержание этих составных частей практически не зависит от того, в каком месте поверхности земного шара взята проба сухого воздуха. Ко второй группе относятся углекислый газ (0,02-0,03%) и водяной пар (до 3%). Содержание случайных составных частей зависит от местных условий. Помимо различных газов, воздух всегда содержит большее или меньшее количество пыли. Содержание компонентов воздуха определяют на основании их физических и химических свойств. В данной работе описывается количественное определение кислорода в воздухе, основанное на его химическом взаимодействии с металлами.

2. Реактивы и оборудование: пробирка с резиновой пробкой, кристаллизатор, бюретки (2шт.), штатив, спиртовка, спички, медь, восстановленная водородом.

3. Порядок и техника проведения работы

1. Подготовить таблицу для записи данных.

Таблица 7

Результаты количественного определения кислорода в воздухе

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень воды в бюретке, мл | V, мл | j(О2),% |
| h1 | h2 | h3 | V(О2) | V(О2)ср | V(воздуха) | V(воздуха)ср |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

2. Взять пробирку, внести в нее около 0,5 г мелкозернистой или по­рошкообразной меди и плотно закрыть резиновой пробкой. Распреде­лить медь легким постукиванием по пробирке от дна до середины.

3. Нагревать пробирку в горизонтальном положении до полного почернения меди или до тех пор, пока медь не перестанет изменять свою окраску. Пробирку охладить.

4. Закрепить 2 бюретки в штативе и наполнить первую водой на 1/2 объема, а вторую до «0» деления. Отметить уровень воды в 1-й бюретке (h1).

5. Пробирку с окисленной медью опустить закрытым концом в кристаллизатор с водой. Под водой ослабить пробку и осторожно приоткрыть отверстие пробирки. Установить пробирку так, чтобы уровень вошедшей в нее воды совпал с уровнем воды в сосуде. В этом положении снова зак­рыть пробирку пробкой.

6. Воду из пробирки перелить в 1-ю бюретку и отметить новый уровень (h2).

7. Вычислить объем кислорода: V(О2) = h1 - h2 (среднее арифметическое значение найти, используя данные других групп).

8. Пробирку, в которой производился опыт, наполнить водой из другой бюретки до черты, отмечающей основание пробки, и в третий раз отметить уровень воды во второй бюретке (h3).

9. Вычислить объем воздуха: V(воздуха) = h3 (среднее арифметическое значение найти, используя экспериментальные данные других групп).

10. Вычислить объемную долю кислорода /j(О2)/ в воздухе (по средним значениям).

11. Вычислить относительную погрешность определения объема кислорода в воздухе ().

12. Составить уравнение химической реакции (УХР) кислорода с медью. Указать тип реакции.

13. Сделать вывод.

14\*. Предложите способ количественного определения оксида углерода (IV) в воздухе, исходя из свойства CO2 связываться в нерастворимую соль с гидроксидом бария (баритовой водой) по УХР:

CO2 + Ba(OH)2 = BaCO3  + H2O

15\*. Предложите свой способ определения кислорода в воздухе. Разработайте методику и подтвердите предположения экспериментально. Если результат будет положительным, то сравните точность определения кислорода в воздухе с вышеуказанным методом по относительной погрешности определения(d).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

# *ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТНОГО ВЫХОДА КИСЛОРОДА*

#  *В РЕАКЦИЯХ РАЗЛОЖЕНИЯ*

1. Введение. Выход продукта - величина, показывающая, какую часть (в долях единицы или % ) составляет масса, количество или объем практически полученного продукта от массы, количества или объема этого же продукта, рассчитанных по УХР (т.е. теоретически возможных).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7,8,9)  |

 Иногда вместо выхода продукта указывают его потери - w(потерь), тогда h = 1 - w(потерь) или h = 100% - w(потерь)%. Знание процента выхода кислорода позволит экономить реактивы при его получении.

2. Реактивы и оборудование : *KMnO4*, *H2O2* (3 или 6%), насыщенный раствор *K2Cr2O7*, технические весы с разновесами , сухие пробирки, кристаллизатор с водой, стеклянная трубка, мерный цилиндр на 200 мл, спиртовка, спички, 2 штатива.

3. Порядок и техника выполнения работы

I. Подготовить таблицу для записи данных опыта.

Температура помещения - °С(К) ;

атмосферное давление - мм.рт.ст.(Па).

Таблица 8

Результаты определения объема выделившегося кислорода

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m(пробирки до опыта),г | m(вещества), | m(пробирки после опыта), | V(О2), |
| безвещества | свеществом | г | г | мл |
|  |  |  |  |  |

2. Взвесить пробирку без вещества и с веществом.

3. Собрать прибор по рис.5.

4. Заполнить кристаллизатор и мерный цилиндр водой.

5. Провести разложение вещества до тех пор, пока полностью прекратится выделение кислорода.

6. Не переставая нагревать пробирку, вынуть газоотводную трубку из воды, подняв зажим на штативе.

7. Определить объем выделившегося кислорода.

8. Определить процент выхода кислорода по массе, количеству и объему (см. формулы 7,8 и 9) по сравнению с теоретически возможным (по УХР). Для расчета молярного объема газа (Vm) при условиях эксперимента (теоретический объем) использовать **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**.

9. Испытать кислород тлеющим угольком лучины.

10.Сделать вывод.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рис.5. Схема прибора для определения выхода кислорода:1 - пробирка с веществом;2 - кристаллизатор с водой;3 - мерный цилиндр;4 - пробка с газоотводной трубкой;5 - штатив |

3адачи

**27**. При прокаливании 10 г карбоната кальция получили 4 г оксида кальция. Определите выход оксида кальция (в %).

**28**. Боевое отравляющее вещество дихлорид оксоуглерода (II) *СОСl2* (фосген) получают по реакции



При взаимодействии оксида углерода (II) *СО* с 224 мл хлора получили 200 мл фосгена. Каков его выход?

**29**. Для окисления оксида серы (IV) *SO2* взяли 112 л кислорода и получили 760 г оксида серы (VI) *SO3* . Чему равен выход продукта (в %) от теоретически возможного?

**30**. Для прокаливания карбоната кальция *СаСО3* взяли 54 г соли. Сколько граммов оксида углерода (IV) можно получить, если выход *СО2* - 90,91%?

**31**. При взаимодействии азота и водорода получили 5,95 г аммиака *NH3* с выходом 36%. Какие объемы азота и водорода были взяты для реакции?

**32**. Найдите объемы азота и водорода, необходимые для получения 1 м3 аммиака *NH3*, если его выход 25%.

**33**. Металлический барий получают восстановлением его оксида *ВаО* металлическим алюминием с образованием оксида алюминия *Аl2O3* и металлического бария. Вычислите долю выхода бария, если из 4,59 кг оксида бария было получено 3,8 кг бария.

**34**. Какую массу кальция можно получить из 120 т карбоната кальция *CaCO3* с помощью двухстадийного процесса, если выход продукта на каждой стадии составляет 90%? Напишите уравнения необходимых реакций.

**35**. Сколько граммов кислорода можно получить при нагревании 20 г перманганата калия *KMnO4*, если реакция разложения протекает с выходом 86%?

**36**. Какой объем оксида углерода (II) был взят для восстановления оксида железа (III) *Fe2O3*, если получено 11,2 г железа с выходом 80% от теоретически возможного?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

*ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ*

1. Введение. В настоящей работе предстоит познакомиться с методом получения водорода из цинка и соляной кислоты. Необходимо также исследовать химические свойства атомарного и молекулярного водорода (восстановительные свойства). В первые секунды получения водорода из указанных веществ образуются атомы водорода, которые потом соединяются в молекулы *Н2*. Атомарный водород, также как и молекулярный водород, обладает восстановительными свойствами.

2. Реактивы и оборудование: пробирки (10 шт.), спиртовка, приборы для получения водорода и кислорода, 2 штатива, раствор *H2SO4*, 0,05% растворы *KMnO4* и *K2Cr2O7*, гранулированный цинк, коническая колба на 250 мл, оксид меди (II), раствор соляной кислоты, химический стакан на 200 мл с водой, *KMnO4* (кристаллический), *Н2О2* (3 или 6%), насыщенный раствор *K2Cr2O7*.

3. Порядок и техника проведения работы

3.1. Горение водорода

Собрать кислород в коническую колбу. Получить водород и поджечь его на воздухе. Внести горящий водород в колбу с кислородом. В чем различие и сходство горения водорода на воздухе и в кислороде? Составить уравнение реакции. Уравнять методом электронного баланса.

3.2. Взрыв водорода с кислородом

3.2.1. Исследовать опытным путем оптимальные условия образования взрывчатой смеси водорода с воздухом. Для этого три пробирки заполнить водой на 2/3, 1/2 и 1/3 объема. Далее методом вытеснения воды заполнить водородом. Содержимое пробирок поджечь. Подтвердить полученный результат теоретическими расчетами.

3.2.2. Аналогично опыту 3.2.1 исследовать оптимальные условия образования взрывчатой смеси водорода с кислородом. Отношение *V(О2): V(Н2)* взять следующие: 1:2 ; 2:2 ; 2:1 .

Кислород получать из *H2О2* в присутствии катализатора (раствор *К2Cr2O7*) или разложением перманганата калия при нагревании.

3.3. Исследование восстановительных свойств водорода

3.3.1. Восстановление оксида меди (II) молекулярным водородом (перед проведением работы проверить водород на чистоту).

Газоотводную трубку с выделяющимся водородом направить (см. рис.6.) на оксид меди; пробирку с оксидом нагреть. Наблюдать за ходом реакции. После окончания реакции спиртовку убрать и охладить полученный продукт в токе водорода. Объяснить, почему охлаждение необходимо проводить в токе водорода.

Составить уравнение реакции восстановления оксида меди (II) водородом. Уравнять методом электронного баланса.

3.3.2. Восстановление перманганата калия (*KMnO4*) водородом. Для проведения опыта возьмите 0,05% раствор *KMnO4*. Подкислите его серной кислотой и разлейте в 2 пробирки. В одну из них поместите гранулу цинка. В другую пробирку пропускайте газообразный (молекулярный) водород. Наблюдайте за ходом обесцвечивания раствора. В каком случае этот процесс происходит быстрее? Почему? Составьте уравнения реакций взаимодействия атомарного и молекулярного водорода с раствором перманганата калия:

*KMnO4 + H2SO4 + H = MnO2 + ...*

*KMnO4 + H2SO4 + H2 = MnO2 + ...*

Уравнять методом электронного баланса.

3.3.3. Восстановление дихромата калия (*K2Cr2O7*) водородом.

Опыт проводится аналогично предыдущему. Окончание реакции можно оценить по изменению цвета раствора от оранжевого до зеленого. Этот цвет обусловлен присутствием в растворе ионов *Cr3+*.

Составить уравнения реакций взаимодействия атомарного и молекулярного водорода с раствором дихромата калия:

*K2Cr2O7 + H2SO4 + H = Cr2(SO4)3 + ...*

*K2Cr2O7 + H2SO4 + H2 = Cr2(SO4)3 + ...*

Уравнять методом электронного баланса. Указать, в каком случае реакция идет быстрее и почему?

3.4. Сделать вывод.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рис.6. Схема установки для восстановления оксида меди (II) водородом:1 - оксид меди (II);2 - молекулярныйводород;3 - соляная кислота;4 - гранулы цинка;5 - штатив |

4. Задания к работе

**37**. Когда-то была предложена конструкция зажигалки, основанная на реакции получения водорода из цинка и соляной кислоты. Но идея не нашла должного применения. Объясните, по какой причине реакцию получения водорода нельзя использовать в зажигалках.

**38**. Почему перед работой с газообразным водородом его нужно про­верять на чистоту?

**39**. А.Л.Лавуазье провел следующий эксперимент. В ствол ружья он поместил железную окалину *FeOЧFe2O3*, сильно нагрел. Затем стал пропускать над раскаленной окалиной водород. Какие вещества получил Лавуазье в результате этого опыта? Составить уравне­ние химической реакции. Уравнять методом электронного баланса.

**40**. На рис.7. показан прибор, которым воспользовался ученик для получения водорода. Объясните, почему ему не удалось собрать полученный газ? Как поступили бы вы на месте этого ученика?

**41**. Составить уравнения реакций водорода с а) *Cl2*, *Na, ZnO;* б) *F2, K, Fe2O3;* в) *Br2, Ca, Al2O3 .* Уравнять методом электронного баланса.



Рис.7. Схема прибора для получения водорода

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

*ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИКАТОРОВ В РЕАКЦИЯХ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ*

1. Введение. Раствор, концентрация которого точно известна, называется титрованным. Для определения концентрации кислоты пользуются титрованным раствором щелочи, и наоборот, для определения концентрации щелочи - титрованным раствором кислоты. Процесс определения концентрации растворенных веществ при помощи титрованных растворов называется *титрованием*. При титровании к раствору неиз­вестной концентрации (допустим, кислоты) прибавляют постепенно при помешивании по каплям титрованный раствор щелочи, до тех пор, пока не окончится реакция нейтрализации. Окончание реакции определяется *индикаторами* - веществами, меняющими свою окраску при изменении концентрации того или иного компонента в растворе (например, концентрации кислоты или щелочи). При изменении рН раствора каждый индикатор изменяет свой цвет в определенной области значений рН, которая называется областью перехода данного индикатора (см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 7**).

Расчеты в титриметрическом анализе

 При протекании реакции

*аА + вВ = сС* +*dD*

 до конца между количествами веществ *А* и *В* достигается соотношениe

|  |  |
| --- | --- |
| . | (10) |

Зная количество одного из реагентов, можно вычислить количество другого, а затем и его молярную концентрацию.

2. Реактивы и оборудование: штатив с зажимом, бюретка на 25 мл, груша, пипетка на 10-15 мл, три конические колбочки для титрования, фенолфталеин, титрованный раствор соляной кислоты, раствор гидроксида натрия или калия, дистиллированная вода, спиртовка, держатель, предметное стекло.

3. Порядок и техника проведения работы

3.1. Точное установление концентрации раствора щелочи при помощи титрования раствором соляной кислоты.

Небольшим количеством щелочи сполоснуть бюретку и укрепить ее в шта­тиве. Заполнить бюретку раствором щелочи до нулевой отметки (по нижнему мениску). Пипеткой на 10-15 мл налить в три конические колбочки раствор соляной кислоты, точная концентрацию которой сообщит учитель. В каждую из конических колбочек добавить 2-3 капли индикатора - фенолфталеина, который остается бесцветным в кислотной среде и окрашивается в малиновый в щелочной среде.

*Титрование* кислоты щелочью *проводят следующим образом: под бюреткой на белый лист бумаги поставить коническую колбочку так, чтобы носик бюретки находился внутри колбочки над жидкостью; жидкость из бюретки подавать медленно правой рукой, а левой размешивать раствор. Капля за каплей щелочь нейтрализует кислоту:*

*HCl + NaOH = NaCl + H2O*

*После добавления "лишней" капли раствора щелочи индикатор изменит окраску. Титрование считают законченным.* Титрование проводят 2-3 раза, каждый раз начиная от нулевой метки. Из полученных данных берут среднее значение, далее рассчитывают количество щелочи по формуле (10) и ее точную концентрацию.

3.2. Доказательство образования соли в реакции нейтрализации.

Как доказать, что в реакции нейтрализации образуется соль? Подтвердить предположение опытным путем.

3.3. Сделать вывод.

4. Задания к работе

**42**. Кислые растворы имеют кислый вкус, щелочные вкус мыла. Сливаются равные объемы растворов соляной кислоты и гидроксида натрия одинаковой концентрации. Каков вкус полученного раствора? Почему?

**43**. Оцените значения *рН* растворов, если при действии индикаторов появляется следующая окраска (см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 7**):

а) фенолфталеин - бесцветная, n-нитрофенол - бесцветная, метиловый оранжевый - розовая, метиловый фиолетовый - голубая;

б) фенолфталеин - бесцветная, n-нитрофенол - бесцветная, метиловый оранжевый - желтая;

в) фенолфталеин - розовая, ализариновый желтый - темно-желтая;

г) ализариновый желтый - оранжевая, индигокармин - голубая.

**44**. При проведении реакции нейтрализации был получен странный результат: при добавлении к раствору щелочи с индикатором метиловым оранжевым первой порции кислоты изменилась окраска индикатора; если же продолжать добавлять кислоту, происходит удивительное явление. Какое именно и почему?

**45**. В редакцию научно-популярного журнала пришло письмо от юного химика. В нем утверждалось, что протекание реакции нейтрализации в некоторых случаях зависит от последовательности сливания растворов кислоты и щелочи. В качестве доказательства своей точки зрения автор привел следующие наблюдения:

а) если к раствору щелочи с фенолфталеином приливать раствор борной кислоты, изменение окраски индикатора не происходит;

б) если поменять порядок приливания растворов, то есть к раствору борной кислоты с фенолфталеином добавлять раствор щелочи, то индикатор изменяет свой цвет. Объясните эти явления.

**46**. Рассчитать:

а) количество  *HCl* для нейтрализации 0,25 г *СаО*;

б) количество *NaOH* для нейтрализации 6,4 г *HNO3*;

в) количество *HNO3* для нейтрализации 3,2 г *Li2O*;

г) количество *HCl* для нейтрализации 4,709 г *Ba(OH)2*;

д) количество *KOH* для нейтрализации 0,55 г *H2SO4*;

е) количество *NaOH* для нейтрализации 5,35 г *HCl*.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

*ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА ЗАДАННОЙ KОНЦЕНТРАЦИИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ РАСТВОРА И ЕГО ПЛОТНОСТЬЮ*

1. Введение. В данной работе необходимо приготовить водный раствор хлорида натрия с заданным содержанием вещества и измерить его плотность, а также выявить закономерность изменения плотности растворов при увеличении их концентрации. Для нахождения плотности применяют *ареометры*. Ареометр представляет собой стеклянный поплавок со шкалой плотности. Изучаемую жидкость наливают в стеклянный цилиндр примерно на 3/4 его объема и осторожно погружают ареометр в жидкость, следя за тем, чтобы он в этой жидкости плавал. Если шкала ареометра находится выше или ниже уровня жидкости в цилиндре, то следует взять ареометр с другими пределами измерения плотности. То значение на шкале ареометра, до которого он погружается в жидкость, и будет отвечать его плотности. После определения плотности жидкости ареометр промывают водой и убирают в коробку с набором ареометров.

2. Реактивы и оборудование: *NaCl* (кристаллический), вода, весы с разновесами, мерные цилиндры на 100 мл, стаканчики, 2 мерные колбы на 100 мл, набор ареометров, коническая колба на 250 мл, насыщенный раствор поваренной соли, сухие химические стаканчики.

3. Порядок и техника проведения работы

3.1. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей растворенного вещества.

Вычислить, какая масса *NaCl* требуется для приготовления указанного учителем объема раствора заданной концентрации (табл.9).

Таблица 9

Параметры приготовления раствора поваренной соли

с определенной массовой долей растворенного вещества

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | V(раствора), мл  | ω, % | r (раствора), г/мл |
| 1 | 200 | 4,0 | 1,027 |
| 2 | 185 | 5,0 | 1,034 |
| 3 | 245 | 6,0 | 1,041 |
| 4 | 230 | 8,0 | 1,056 |
| 5 | 180 | 3,0 | 1,020 |
| 6 | 210 | 16,5 | 1,120 |
| 7 | 205 | 17,0 | 1,124 |
| 8 | 190 | 18,0 | 1,132 |
| 9 | 195 | 19,0 | 1,140 |
| 10 | 225 | 19,5 | 1,144 |

Рассчитать, какой объем воды необходим для растворения взятой навески. Отвесить рассчитанную массу вещества в предварительно взвешенном стаканчике на весах с предельной точностью. Отмерить мерным цилиндром рассчитанный объём воды. Перенести соль в коническую колбу, промывая стаканчик отмеренным количеством воды из цилиндра.

Правильность приготовления раствора учитель проверяет измерением плотности раствора. После определения плотности полученного раствора рассчитать относительную погрешность его приготовления (*dr*).

3.2. Приготовление раствора хлорида натрия заданной молярности (молярной концентрации).

Так как молярная концентрация выражена количеством растворенного вещества в определенном объёме раствора, то для выполнения работы необходимо воспользоваться мерной колбой (100 мл). Рассчитать количество вещества и массу *NaCl*, необходимую для приготовления указанного учителем объёма раствора заданной молярной концентрации (табл.10).

Таблица 10

Параметры приготовления раствора поваренной соли

определенной См растворенного вещества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | См, моль/л | r (раствора), г/мл |
| 1 | 0,346 | 1,012 |
| 2 | 0,702 | 1,027 |
| 3 | 1,069 | 1,041 |
| 4 | 1,445 | 1,056 |
| 5 | 3,485 | 1,132 |
| 6 | 3,927 | 1,148 |
| 7 | 4,380 | 1,164 |

Поваренную соль рассчитанной массы перенести в мерную колбу. Растворить навеску вещества, доводя объём раствора до метки на мерной колбе. Правильность приготовления раствора учитель проверяет измерением плотности раствора. После определения плотности полученного раствора необходимо рассчитать погрешность его приготовления (*dr*).

3.3. Определение зависимости между концентрацией раствора и его плотностью.

Для работы воспользоваться насыщенным раствором хлорида натрия при 20оС. Разбавить насыщенный раствор и определить плотность полученных после разбавления растворов, установить зависимость между концентрацией раствора и его плотностью. Для этого построить кривую зависимости плотности от концентрации растворов на миллиметровой бумаге (см. также **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**). Сделать вывод о изученной зависимости. Если она линейная, то рассчитать константы *а* и *в* для уравнения линейной зависимости (см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 4**).

3.4. Сделать вывод.

4.3адачи

**47**. Растворили 33,6 л хлороводорода *HСl* в 100 мл воды. Вычислите См хлороводорода в полученном растворе.

**48**. К 50 мл 96%  *H2SO4* (r = 1,836 г/мл) добавили 250 мл воды. Вычислите массовую долю серной кислоты в полученном растворе. Какая ошибка допущена в условии задачи?

**49**. Вычислите молярную концентрацию раствора, в 300 мл которого содержится 10,5 г гидроксида калия *КОН*.

**50**. Сколько граммов хлороводорода *HCl* содержится в 250 мл 1 М соляной кислоты?

**51**. Сколько граммов азотной кислоты *HNO3* содержится в 2 л ее 0,1 М раствора?

**52**. Сколько граммов  *Н3РО4* потребуется для приготовления 100 мл 0,02 М раствора?

**53**. В каком объёме 1 М раствора серной кислоты содержится 4,9 г *H2SO4*?

**54**. Найдите массу *AlCl3* необходимую для приготовления 2 л 0,5 М раствора.

**55**. Сколько мл 20% соляной кислоты *НCl*, плотность которой 1,098 г/мл, потребуется для приготовления 1 л 2 М раствора?

**56**. Смешали 2 л 60%  *H2SO4* плотностью 1,5 г/мл и 3 л 14% раствора плотностью 1,1 г/мл. Найдите массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

**57**. До какого объёма надо разбавить 500 мл 20% раствора *NaCl* (r = 1,148 г/мл), чтобы получить 4,5% раствор плотностью 1,030 г/мл?

**58**. Сколько мл воды надо добавить к 500 г 25% раствора вещества, чтобы получить 10% раствор?

**59**. Сколько граммов 20% раствора гидроксида натрия *NaOH* надо добавить к 0,5 л воды, чтобы получить 5% раствор?

**60**. Сколько граммов *KCl* нужно растворить в 450 г 15% раствора хлорида калия, чтобы получить 25% раствор?

**61**. Сколько граммов 20% и 50% растворов того же вещества потребуется для приготовления 1 кг 30% раствора?

**62**. При смешивании 2 веществ, особенно жидких, можно наблюдать два эффекта: а) изменение температуры (повышается или понижается), б) отличие объёма смеси от арифметической суммы объемов исходных жидкостей (увеличивается или уменьшается). Объясните эти явления.

**63**. При некоторой температуре приготовлен насыщенный раствор некоторой соли с концентрацией См > 1 моль/л. Укажите, может ли быть взята любая соль? При ответе используйте справочные данные.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

*ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ КРИСТАЛЛОГИДРАТА*

I. Введение. При растворении веществ в воде происходит взаимодействие молекул воды с частицами (молекулами, ионами) растворяемого вещества и образование соединений, называемых гидратами. Образование гидратов во многих случаях объясняет и цвет растворов. Например, ионы *Сu2+* бесцветны, а окруженные молекулами воды (гидратированные) имеют голубой цвет. Поэтому безводный сульфат меди *CuSO4* бесцветен, а в растворе и в виде кристаллогидрата *CuSO4 ⋅5H2O* голубой. Гидраты, как правило, непрочны и легко разрушаются при выпаривании растворов. Однако в некоторых случаях такое разрушение не происходит и при выделении из раствора образуются кристаллы, содержащие связанную воду - кристаллогидраты. Вода, входящая в состав кристаллогидратов, называется кристаллизационной. Состав кристаллогидрата выражают формулой, в которой указывают число молекул воды ( *n* ) , приходящихся на одну молекулу вещества. Например, *MgSO4⋅7H2O (n=7); BaCl2⋅2H2O (n=2);СoCl2⋅6H2O (n=6)* и т.д. Кристаллизационную воду можно отделить от кристаллов только при прокаливании:

*CuSO4 ⋅5H2O  CuSO4 + 5H2O*

На воздухе прокаленные кристаллы через некоторое время могут снова превратиться в кристаллогидрат, поглотив влагу из воздуха:

*CuSO4 + 5H2O = CuSO4 ⋅5H2O*

Особенно склонны к образованию кристаллогидратов соли. Название кристаллогидратов состоит из слова «гидрат» с приставкой, указывающей число молекул воды, и названия вещества, образующего этот кристаллогидрат:

*CuSO4 ⋅5H2O* - пентагидрат сульфата меди /II/

*Na2SO4 ⋅10H2O* - декагидрат сульфата натрия.

Используются и тривиальные названия :

*CuSO4 ⋅5H2O* - медный купорос

*Na2SO4⋅10H2O* - глауберова соль

Кристаллогидраты можно рассматривать как физико-химические смеси безводных кристаллов и кристаллизационной воды и выражать их состав в массовых долях, указывающих содержание сухого вещества и кристаллизационной воды в кристаллогидрате

|  |  |
| --- | --- |
| , | (11) |
|  | (12) |

В данной работе необходимо определить формулу кристаллогидрата прокаливанием или растворением точной навески кристаллогидрата в воде с последующим определением плотности полученного раствора.

2. Реактивы и оборудование: кристаллогидраты растворимых солей;

2.а) весы с разновесами, спиртовка, пробирка, держатель, спички.

2.б) набор ареометров, мерный цилиндр на 100 мл, весы с разновесами, таблица, отражающая зависимость плотности раствора от массовой доли растворенного вещества (см. **ПРИЛОЖЕНИЯ 4** и **9**).

3. Задания к работе

3.1. Составить методику определения формулы кристаллогидрата с использованием реактивов и оборудования п. 2.а. Проверить ее на опыте и определить фактическое число *n* для указанного кристаллогидрата.

3.2. Методы определения фактической степени гидратации (т.е. *n*) отличаются сложностью. Они требуют нагрева кристаллогидрата с точ­ной фиксацией массы навески и температуры. Однако определение формулы растворимых в воде кристаллогидратов можно найти существенно проще. Для этого понадобится оборудование, указанное в п. 2.б.

Составить методику проведения эксперимента. Проверить ее на опыте. Определить фактическую степень гидратации. Для работы использовать медный купорос, декагидрат карбоната натрия или другой растворимый в воде кристаллогидрат.

3.3. По экспериментальным данным других групп класса (*mбезводной соли и mводы*) определить среднее арифметическое значение и установить формулу кристаллогидрата.

3.4. Сделать вывод.

4. Задачи

**64**. В 5 л воды растворили дигидрат хлорида бария *BaCl2⋅H2O* массой 250 г. Вычислите массовую долю (%) безводной соли в полученном растворе.

**65**. В 136,6 г воды растворили глауберову соль *Na2SO4⋅10H2O* массой 64,4 г. Рассчитайте массовую долю (%) безводной соли в полученном растворе.

**66**. Необходимо приготовить 2 л 0,1 М водного раствора сульфата меди (II) *CuSO4*. Какая масса медного купороса *CuSO4⋅5H2O* потребуется для этого?

**67**. Выпарили досуха 0,5 л 15% раствора сульфата натрия (*r* = 1,14 г/мл). Вычислите массу полученных кристаллов, учитывая, что соль выделяется в виде кристаллогидрата - декагидрата сульфата натрия  *Na2SO4⋅10H2O*.

**68**. В 100 мл воды растворили 20 г пентагидрата сульфата меди (II) *CuSO4⋅5H2O*. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

**69**. Кристаллогидрат сульфата меди *CuSO4⋅5H2O*  массой 5 г растворили в воде количеством 5 моль. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

**70**. Из 500 г 40% раствора сульфата железа (II) *FeSO4* при охлаждении выпало 100 г его кристаллогидрата (*n*=7). Какова массовая доля вещества в оставшемся растворе?

**71**. При упаривании раствора сульфата натрия соль выделяется в виде кристаллогидрата *Na2SO4Ч10H2O*. Какую массу кристаллогидрата можно получить из раствора объемом 200 мл с массовой долей сульфата натрия 15%, плотность которого 1,14 г/мл?

**72**. Какую массу медного купороса *CuSO4⋅5H2O* и воды надо взять для приготовления раствора сульфата меди (II) массой 40 кг с массовой долей *CuSO4* 2%?

1. В воде массой 40 г растворили железный купорос *FeSO4Ч7H2O* массой

3,5 г. Определите массовую долю сульфата железа (II) *FeSO4* в полученном растворе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАБОТАМ ВТОРОГО ПРАКТИКУМА

1. Почему практический выход продукта не совпадает с теоретическим?

2. "Есть очень насыщенные минеральные источники. Стоит положить в такой источник ветку, гвоздь, что угодно, как через короткое время они обрастут множеством белых кристаллов и превратятся в подлинные произведения искусства" (Г.К.Паустовский. Золотая роза). Используя этот отрывок, составьте как можно больше химических заданий.

3. Простейший прибор для получения газов (пробирка с пробкой, через которую пропущена газоотводная трубка) можно усовершенствовать и получать в нем водород только тогда, когда есть необходимость (как в аппарате Киппа). Для этого сделать маленькое отверстие в дне пробирки и запастись химическим стаканом. Что нужно сделать дальше? Как использовать простейший прибор для получения газов, чтобы можно было получать газ и прекращать реакцию, как в аппарате Киппа? Нарисуйте схему прибора, сделав пояснительные надписи, и составьте подробную инструкцию по его использованию.

4. Количественное измерение влажности газов, в том числе и воздуха, находит применение во многих областях промышленности. Для определения влажности используют целый набор различных приборов. Предложите наиболее простой способ определения влажности газа, если в качестве измерительного устройства у вас имеются только аналитические весы. Никаких химических реактивов у вас нет.

5. На графиках показаны кривые кислотно-основного титрования.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рис.8.Кривые кислотно-основного титрования

Какую подпись нужно сделать к оси абсцисс? В каком случае титровали щелочь кислотою, а в каком кислоту щелочью?

6. Кристаллическая сода (*Na2CO3'10H2O*) при длительном хранении превращается в белый порошок, и при этом ее масса уменьшается более чем в 2,5 раза. Используя этот факт, напишите небольшой детективный рассказ.

**ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ НАВЫКОВ ПО ХИМИИ**

***1***. Чтобы определить содержание оксида углерода (IV) в смеси с азотом, можно использовать следующие химические реакции:

а) *CO2 + H2O = H2О⋅CO2*

б) *CO2 + Ba(OH)2 = BaCO3  + H2O*

в) *CO2 + 2КОН = H2O + К2CO3*

***2***. Какие реактивы можно взять для получения кислорода, используя изображенный прибор:

|  |  |
| --- | --- |
| a) *KMnO4*б) *H2O2 + K2Cr2O7*в) *H2O + Na*г) *KClO3 + MnO2* | Рис. 9. Схема прибора для получения кислорода |

***3***. Для определения скорости расходования кислорода при горении свечи полученные данные о зависимости времени горения свечи от объема накрываемой банки лучше представить в виде

а) таблицы, б) схемы, в) диаграммы, г) графика.

***4***. Изучать зависимость между концентрацией и плотностью раствора удобнее,

а) приготавливая серию растворов различной концентрации;

б) разбавляя насыщенный раствор;

в) добавляя в разбавленный раствор новые порции вещества.

***5***. Перед поджиганием любого горючего газа необходимо

а) собрать его в большой сосуд,

б) приготовить средства пожаротушения,

в) проверить газ на чистоту,

г) выяснить его растворимость в воде.

***6***. Рисунок 10 представляет прибор для лабораторного получения кислорода. На рисунке изображены составные части прибора, но не показана газоотводная трубка. Дополните прибор изображением газоотводной трубки от точки Х до соответствующего сосуда:

|  |  |
| --- | --- |
| а) А,б) Б,в) В. | Рис.10. Схема установки для получения кислорода |

***7***. Для разделения загрязненной поваренной соли от глины используется метод а) отстаивания, б) дистилляции, в) перекристаллизации, г) фильтрования.

***8***. Определенную опасность представляет воздействие электрического тока на организм человека. Самым тяжелым случаем, часто приводящим к смертельному исходу, является электрический удар. Различают три степени электрического удара (см. табл.11).

Таблица 11

Действие электрического тока на организм человека

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень электрического удара | Характер действияна человекапри поражении | Сила переменного тока,А |
| 1 | бессознательное отдергивание рук | 0,01 |
| 2 | паралич мышечных групп | 0,01-0,015 |
| 3 | поражение нервных центров | 0,08-0,1 |

Следовательно, предельно допустимым током можно считать ток силой

а) 0,005 А, б) 0,01 А, в) 0,015 А, г) 0,1 А.

***9***. Для определения израсходованного объема щелочи в реакции нейтрализации используют а) мерные колбы, б) пипетки, в) бюретки, г) мерные цилиндры.

***10***. Как можно определить массу выделившегося газа:

а) взвешивая сосуд с газом на весах;

б) по изменению массы навески, из которой получали газ;

в) по объему газа, переводя его в количество, а затем в массу, учитывая условия опыта.

***11***. При увеличении плотности раствора его концентрация

а) не изменяется, б) увеличивается, в) уменьшается, г) правильного ответа нет.

***12***. По результатам работы получены следующие данные: масса воды в кристаллогидрате - 3,15 г; масса безводной соли в навеске кристаллогидра­та равна 1,85 г. Формула кристаллогидрата:

а) *Na2CO3⋅5H2O*

б) *Na2CO3⋅10H2O*

в) *2Na2CO3⋅5H2O*

г) *Na2CO3⋅7H2O*

***13***. Плотность двухкомпонентных сплавов определяют для

а) выяснения массы сплава;

б) определения объема сплава;

в) установления плотности каждого из металлов сплава;

г) определения процентного содержания компонентов в сплаве.

***14***. В процессе кристаллизации наиболее крупные кристаллы образуются при

а) быстром охлаждении, т.к. растворимость вещества быстро уменьшается; б) медленном охлаждении насыщенного раствора, т.к. растворимость вещества медленно уменьшается;

в) интенсивном перемешивании раствора, т.к. кристаллы слипаются в один большой;

г) быстром выпаривании раствора, т.к. вода быстро испаряется.

***15***. Для получения водорода в лаборатории обычно используют реакции:

а) *Na + H2O = ...*

б) *C + H2O(пар) ...*

в) *Zn + H2SO4(разб.) = ...*

г) *Si + NaOH + H2O = ...*

***16***. При горении свечи происходят следующие химические явления:

а) выделение теплоты, б) горение фитиля, в) плавление воска, г) изменение формы свечи, д) расходование кислорода воздуха.

***17***. При кислотно-основном титровании получены следующие данные:

объем израсходованной щелочи равен 10 мл; концентрация соляной кислоты 0,1 М; объем кислоты 5 мл. Эти данные дают возможность:

а) определить количество кислоты в растворе;

б) определить концентрацию щелочи;

в) уточнить концентрацию кислоты;

г) определить массу образовавшегося хлорида натрия.

***18***. Для изучения свойств оксида углерода (IV) ученикам предложили собрать приборы, используя пробки, универсальные трубки, а в качестве реактивов известняк и разбавленную соляную кислоту. Учащиеся собрали следующие приборы:



Рис.11. Схема прибора для получения углекислого газа

Правильно собранным прибором оказался: а) А, б) Б, в) В, г) Г.

***19***. В работе по определению процентного выхода кислорода в реакциях разложения получен странный результат - выход кислорода составил 95% от теоретического выхода. К работе можно сделать следующий вывод:

а) вещество, из которого получали кислород, разложилось не полностью;

б) при разложении веществ выделяется всегда лишь 95% продукта от теоретически возможного;

в) выход кислорода в результате реакции разложения составляет 95%, это обусловлено примесями, которые были в исходном веществе и неполным разложением реагента, т.е. независимо от условий проведения реакции теоретический выход продукта реакции всегда будет больше практического;

г) в результате проделанной работы мы установили, что теоретические расчеты по УХР недостоверны и не совпадают с практически полученными значениями.

***20***. Изготовление усовершенствованного прибора для получения водорода можно произвести, используя

а) химический стакан, б) бюретку, в) пробирку с отверстием в дне, г) газоотводную трубку, д) U - образную трубку.

Предложите схему усовершенствованного прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтшуллер Г.С.* Методы активизации перебора вариантов//Дерзкие формулы творчества. Сост. *А.Б. Селюцкий*. Петрозаводск, 1987.
2. *Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А.* Лабораторные работы по общей и неорганической химии. Л., 1985.
3. Введение в мир химии: Учебное пособие по химии для учителей, учеников и студентов. Тверь, 1997.
4. *Горбушин Ш.А.* Азбука физики. Ижевск, 1992.
5. *Журин А.А.* Сборник упражнений и задач по химии. Решения и анализ. М., 1997.
6. Задачник по аналитической химии/Под ред. *Н.Ф. Клещева*. М., 1993.
7. *Зайцев О.С.* Исследовательский практикум по общей химии: Учебное пособие. М., 1994.
8. *Зайцев О.С.* Неорганическая химия: Учеб. для общеобразовательных учреждений с углуб. изуч. предмета. М., 1997.
9. *Злотников Э.Г.* Тесты на практических занятиях//Химия в школе. 2000. №1. С.65-67.
10. *Исаев Д.С.* Тематические практикумы в курсе естествознания//Химия в школе. 2000. №7. С.66-69.
11. Количественные опыты по химии. Пособие для учителей. М., 1972.
12. *Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А.* Справочник по неорганической химии. Константы неорганических веществ. М., 1987.
13. *Лидин Р.А.* Справочник по общей и неорганической химии. М., 1997.
14. *Лисичкин Г.В., Бетанели В.И.* Химики изобретают: Кн. Для учащихся. М., 1990.
15. *Маршанова Г.Л*. 500 задач по химии. М., 1997.
16. *Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.Э.* Экспериментальные творческие задания и задачи по неорганической химии: Книга для учащихся. М., 1998.
17. *Платонов Ф.П.* Лекционные опыты и демонстрации по общей и неорганической химии. Под ред. *Г.П. Хомченко*. Учеб. пособие для вузов. М., 1976.
18. Практикум по неорганической химии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов/ *Л.В. Бабич, С.А. Балезин, Ф.Б. Глинка и др.* М., 1991.
19. Практикум по неорганической химии: Учеб. пособие./ Под ред. *В.И. Спицына.* М., 1984.
20. *Сорокин В.В., Злотников Э.Г.* Проверь свои знания: Тесты по химии: Кн. для учащихся. М., 1997.
21. *Сурин Ю.В*. Методика проведения проблемных опытов по химии: Развивающий эксперимент. М., 1998.
22. *Хоффман К.Б.* Химия для всех. М., 1965.
23. *Штемплер Г.И.* Химия на досуге: Домашняя лаборатория: Кн. для учащихся. М., 1995.
24. *Штыркова И.М., Павлова Н.Ф., Давтян М.Л.* Практические работы в VIII классе по углубленной программе//Химия в школе. 1998. №3. С.69-72; №4. С.56-58.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

*ЗНАЧАЩИЕ ЦИФРЫ. ПРАВИЛА ОКРУГЛЕНИЯ*

Значащими цифрами числа называются все его цифры, кроме нулей, стоящих левее первой, отличной от нуля цифры, и нулей, стоящих в конце числа, если они взяты взамен неизвестных или отброшенных цифр.

Примеры:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а – незначащие цифрыб – значащие цифры |

Для удобства записи чисел рекомендуют использовать приставки. Например,

12000 г = 12 кг (кило - 103);

0,10 м =10 см (санти - 10-2).

Часто употребляемые приставки приведены в таблице 12.

Таблица 12

Таблица приставок и их множителей

|  |  |
| --- | --- |
| кратные | дольные |
| приставка | обозначение | множитель | приставка | обозначение | множитель |
| экса | Э | 1018 | атто | а | 10-18 |
| пета | П | 1015 | фемто | ф | 10-15 |
| тера | Т | 1012 | пико | п | 10-12 |
| гига | Г | 109 | нано | н | 10-9 |
| мега | М | 106 | микро | мк | 10-6 |
| кило | к | 103 | милли | м | 10-3 |
| гекто | г | 102 | санти | с | 10-2 |
| дека | да | 101 | деци | д | 10-1 |

Используя таблицу 12, выполните следующие преобразования:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 43 мл = ? л | 22,3 кг = ? г | 25 мм = ? см |
| 22,4 л = ? мл | 300 см3 = ? л | 10-9 м = ? нм |
| 4,5⋅10-2 м = ? мм |  |  |

Правила округления

1. Если первая отбрасываемая цифра больше 4, то последняя сохраняемая цифра увеличивается на единицу. Например, при округлении до сотых: 46,2872 46,29.

2. Если первая отбрасываемая цифра меньше 4 или равна 4, то последняя сохраняемая цифра не изменяется. Например, при округлении до сотых: 13,924 13,92.

3. Если отбрасываемая часть числа состоит из одной цифры 5, то число округляется так, чтобы последняя сохраняемая цифра была четной. Например, при округлении до десятых: 43,25 43,2; 43,35 43,4.

Математические действия с приближенными числами - правила подсчета цифр

1. При сложении и вычитании в результате сохраняют столько десятичных знаков, сколько их содержится в числе с наименьшим количеством десятичных знаков. Пример: 274,1+87,43 361,5.

2. При умножении и делении в результате сохраняют столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное число с наименьшим количеством значащих цифр (без нулей). Примеры:

а) 3,212,56 40,2;

б) .

3. Результат расчета значений функций *х*n,,*lgх* некоторого приближенного числа *х* должен содержать столько значащих цифр, сколько их имеет число *х*.

Примеры:

а) 3,142=9,8696 9,87;

б) =5,4772 5,5.

4. Если некоторые приближенные числа имеют больше десятичных знаков (при сложении или вычитании) или больше значащих цифр (при умножении, делении, возведении в степень, извлечении из корня), чем другие, то их предварительно следует округлять, сохраняя только одну лишнюю цифру.

Примеры:

а) 103,7-21,3385=103,7-21,34 82,4;

б) 1,237,8227,425=1,237,827,4 1,2108.

Задания для самостоятельной работы

1. Сколько значащих цифр содержится в числах

125,4; 0,012; 904; 2⋅10-2; 3,51⋅103; 3,00⋅10-4?

2. Округлите следующие числа, учитывая, что недостоверна третья значащая цифра: 10,13; 1,145; 0,3450; 0,3455.

3. Вычислите результат:

|  |  |
| --- | --- |
| 1,153 + 2,127 + 3,150 = ? | 110-6: 0,2510-4 |
| 8,451 см 13,6 см 5,4 см = ? | 32,54 г : 4,5 мл = ? |
| 10,1412 - 10,0 = ? |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

*РАСЧЕТ МОЛЯРНОГО ОБЪЕМА ГАЗА*

Как известно, при нормальных условиях [н.у.: 0оС(273К) и 760 мм.рт.ст.(101,3 кПа)] 1 моль газа занимает 22,4 л (*Vm* =22,4 л/моль). Условия, при которых проводится эксперимент, как правило, отличаются от нормальных. Поэтому меняется и значение молярного объема (*Vm*) газа. Рассчитать *Vm* при условиях практической работы можно используя уравнение

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

Из него следует, что

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

где *R* - универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/Кмоль;

*Т* - абсолютная температура или температура в кельвинах, К (*Т = t + 273*);

*р* - атмосферное давление, Па ( 1мм.рт.ст.= 132,89 Па).

***Пример***

Температура, при которой собирался газ (*t*), 15оС, а атмосферное давление 740 мм.рт.ст. Рассчитать значение молярного объема газа при условиях эксперимента.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано: | СИ | Решение: |
| t = 15оС | 288К |  |
| р = 740 мм.рт.ст. | 98338Па | ν = 1 моль |
| R = 8,314 Дж/моль⋅К | 8,314 Дж/моль⋅К |  |
| Vm - ? л/моль | ...м3/моль |  |
|  | Ответ: Vm = 24,3 л/моль |

*Если газ собирается над водой, то необходимо еще учитывать давление водяных паров* (подробнее см. Практическую работу №4).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

*МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ*

*ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ*

Многие из предложенных практических работ требуют получения в итоге конкретных (количественных) результатов (определение загрязненности поваренной соли, относительной молекулярной массы газа, содержания кислорода в воздухе и т.д.). Для этого понадобятся знания алгебры и методов оценки результатов анализа, наиболее простые и чаще используемые из которых приведены ниже.

**Среднее арифметическое значение** (*Хср*) является наиболее близким к истинному значению измеряемой величины при отсутствии погрешности. Его расчет производят по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| , | (15) |

где

*n* - число измерений; *Хi* - пригодные для обработки результаты измерений.

Проверка пригодности экспериментальных данных для расчета среднего арифметического значения с целью выявления и исключения грубых погрешностей производится с помощью **Q-** *критерия.*

Для этого результаты *n* параллельных измерений располагают в порядке возрастания их численных значений. Сомнительны первый и последний (*n -*ный) результаты. Для них вычисляют значения **Q-** *критерия* по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (16) |

|  |
| --- |
| ***Данные исключают, если Qэксп.>******Qкрит.*** |

Таблица 13

Критические значения **Q -** критерия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *N* | *Qкрит.* | *n* | *Qкрит.* |
| 3 | 0.94 | 7 | 0.51 |
| 4 | 0.76 | 8 | 0.47 |
| 5 | 0.64 | 9 | 0.44 |
| 6 | 0.56 | 10 | 0.41 |

Первым проверяют наибольшее экспериментальное значение. Если оно является промахом, то его исключают, затем находят диапазон ***(Хn -Х1)*** дляновойвыборки и для нее проверяют уже наименьшее значение и т.д.

После определения среднего арифметического значения экспериментальной величины (*Хср*) можно рассчитать точность измерения (*d*), выраженную в % от среднего значения (относительную погрешность измерения) по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (17) |

Если относительная погрешность измерения () меньше ***5%,*** то работа выполнена **отлично**; если ***5%<d<10%*** - выполнена **хорошо**; если ***10%<d<20%*** - выполнена **удовлетворительно**; и если ***d>20%*** - **неудовлетворительно** (грубый промах).

***Пример***

В результате определения количественного содержания кислорода в воздухе группами учащихся были получены следующие результаты (см. табл.14). Определить по экспериментальным данным % содержание кислорода в воздухе. Рассчитать относительную погрешность определения для каждой группы.

Vвоздуха = 25,2 мл.

Таблица 14

Результаты определения объема кислорода в воздухе

 различными группами учащихся

|  |  |
| --- | --- |
| № группы | Vэксп.(О2), мл |
| 1 | 0,5 |
| 2 | 5,7 |
| 3 | 5,1 |
| 4 | 6,5 |
| 5 | 4,4 |
| 6 | 4,8 |

Р е ш е н и е

1. Располагаем результаты в порядке их возрастания: 0,5; 4,4; 4,8; 5,1; 5,7; 6,5.

2. Находим диапазон выборки: Хn -Х1 =6,5 - 0,5 = 6,0

3. Проверяем максимальное значение по формуле (16):

Qэксп.= (6,5 -5,7) / 6,0 = 0,1

4. В табл.13 находим значения Qкрит. для n = 6:

Qкрит.= 0,56

5. Qэксп. Qкрит. , поэтому значение 6,5 мл необходимо учитывать в дальнейших расчетах.

6. Проверяем минимальное значение по формуле (16):

Qэксп.= (4,4 - 0,5) / 6,0 = 0,7

7. Qэксп. Qкрит., поэтому значение 0,5 мл следует отбросить.

8. Ряд результатов получает следующий вид : 4,4; 4,8; 5,1; 5,7; 6,5.

9. Для нового ряда находим диапазон выборки:

Хn -Х1 =6,5 - 4,4 = 2,1

10. Проверяем максимальное значение по формуле (16):

Qэксп.= (6,5 - 5,7) / 2,1 = 0,4

11. Находим из табл.13 значение Qкрит. для n = 5: Qкрит. = 0,64

12. Qэксп. Qкрит., поэтому значение 6,5 мл оставляем.

13. Проверяем минимальное значение по формуле (16):

Qэксп.= (4,8 - 4,4) / 2,1 = 0,2

14. Qэксп. Qкрит., поэтому значение 4,4 мл оставляем.

15. Из вышеприведенных расчетов следует, что отбросить необходимо только значение 0,5 мл, которое является грубым промахом.

16. Рассчитаем среднее значение объема кислорода по формуле (15):

V(O2)ср = (4,4+4,8+5,1+5,7+6,5) / 5 = 5,3 (мл)

17. Рассчитаем объемную долю () кислорода в воздухе:

 (О2) = ( V(O2)ср/Vвозд. )⋅100% = (5,3 мл/25,2мл)⋅100% = 21,0%

18. Рассчитаем относительную погрешность определения для каждой из групп учащихся по формуле (17):

1 группа V(кисл.) = (|0,5 - 5,3| / 5,3)⋅100% = 90,5% - грубый промах. Работа выполнена ***неудовлетворительно;***

2 группа V(кисл.) = (|5,7 - 5,3| / 5,3)⋅ 100% = 7,5% - работа выполнена ***хорошо***

3 группа V(кисл.) = (|5,1 - 5,3| / 5,3)⋅100% = 3,7% - работа выполнена ***отлично;***

4 группа V(кисл.) = (|6,5 - 5,3| / 5,3)⋅100% = 22,6% - работа выполнена ***неудовлетворительно;***

5 группа V(кисл.) = (|4,4 - 5,3| / 5,3)⋅100% = 16,9% - работа выполнена ***удовлетворительно;***

6 группа V(кисл.) = (|4,8 - 5,3| / 5,3)⋅100% = 9,4% - работа выполнена ***хорошо.***

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

*ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ*

Для получения представлений о характере процесса результаты эксперимента или расчета сводят в таблицы и изображают в виде графика. График является одним из наиболее простых и наглядных способов передачи информации. График заменяет объяснения, но главное назначение графика - выявление некоторых эффектов и явлений, не обнаруживаемых при изучении числового материала, и получение сведений при других интересующих нас условиях.

Графики строят также для поиска ошибочных измерений и нахождения мест изменения наклона кривых, максимумов или минимумов. По графикам удобно сравнивать экспериментальные данные с теоретически ожидаемыми или с данными других групп учащихся.

Рассмотрим простой случай графического изображения изменения некоторой величины как функции одной переменной: *y = f(x)*. На лист миллиметровой бумаги наносят две прямоугольные оси координат. На одну из осей, например *вертикальную (ось* *ординат)*, наносят значения *у*, а на другую - *горизонтальную (ось абсцисс) -* значения *х.* Обычно на графиках принято по оси абсцисс откладывать независимую переменную (*х*), т.е. величину, задаваемую самим экспериментатором, а по оси ординат - определяемую величину (*у*).

На осях координат указывается название или символ величины и рядом, после запятой, единица измерения (если есть десятичный множитель, то он относится к единице измерения).

При нанесении шкалы на оси координат не обязательно начинать ее с нулевого значения (если не собираются производить экстраполяцию на нулевое значение). Не обязательно все деления на оси координат подписывать. Желательно, чтобы числа, написанные у делений, содержали столько значащих цифр, сколько допускает точность полученных данных.

Когда на графике наносят экспериментальные точки, то их числовые значения не записывают ни на осях координат, ни рядом с точкой. Можно карандашом ставить штрих на осях для более легкого определения положения точки.

Масштабы на осях следует выбирать так, чтобы координаты любой точки на графике определялись легко и быстро без расчетов. Наиболее удобно расстояние между двумя соседними делениями выбирать так, чтобы оно составляло одну, две, пять, десять единиц измеряемой величины.

Другими масштабами пользоваться не следует, так как тогда при нанесении точек придется производить дополнительные подсчеты.

Масштаб должен быть таким, чтобы точки на будущей кривой не сливались друг с другом, по возможности располагались по воображаемой диагонали поля графика (см. рис. 12 а, а′). Масштаб должен быть подобран так, чтобы было легко делать отсчеты на кривых, так как масштаб влияет на вид кривой (см. рис.12 б, б′). При неправильно выбранном масштабе кривая может превратиться почти в прямую.

Если на графике некоторые отдельные точки слишком сильно удалены, то это указывает или на ошибку в измерениях, или на ошибку в расчетах, или на аномальность в изменении свойств.

После нанесения точки обычно соединяют. В зависимости от характера измеряемых величин точки соединяют или ломаной линией, или плавной кривой, проходящей как через точки, так и рядом с ними. Последний способ используется наиболее часто.

Чтобы различать данные, относящиеся к разным условиям или к разным веществам, пользуются разными обозначениями точек: темными и светлыми кружками, крестиками, треугольниками, квадратами и т.п.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Рис.12. Правильное (а, б) и неправильное (а′, б′) построение графиков

Часто случается, что требуется найти некоторое значение *у* или *х*, находящееся между двумя точками кривой. В этом случае пользуются графической *интерполяцией*, отысканием промежуточных значений величины по некоторым известным ее значениям. На кривой (см. рис.13) задают требующиеся значения *х* и определяют значения *у* на оси координат ( или, наоборот, задают значения *у* и определяют *х* ).

Если значения *х* и *у* лежат вне интервала их значений на кривой, то для отыскания интересующих нас значений *х* или *у* пользуются приемом, называемым *экстраполяцией*. Для этого кривую продолжают в ту или иную сторону, стараясь сохранить характер изменения величины. Затем по этой продолженной части кривой находят значения *х* и *у* (см. рис.13.). Надежность величин, полученных экстраполяцией, намного ниже, чем полученные интерполяцией.



Рис.13. Интерполяция и экстраполяция:

 ґ - экспериментальные точки;

… - данные, полученные экстраполяцией;

· - данные, полученные интерполяцией

Нахождение величин *х* и *у* (если зависимость линейная) можно определять по уравнению

|  |  |
| --- | --- |
| *у = а + вх* | (18) |

Тогда на графике выбираются две точки с координатами (*х1,у1*) и (*х2,у2*), расположенные по возможности дальше друг от друга, и константы *а* и *в* находят из выражений

|  |  |
| --- | --- |
|  | (19) |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20) |

***Пример***

По данным **ПРИЛОЖЕНИЯ 9** выразить зависимость массовой доли хлорида кобальта от плотности раствора в виде графика. Рассчитать константы *а* и *в* для уравнения прямой (18).Определить (по графику и по уравнению *у=а+вх*):

1. массовую долю *СоСl2 ,* если плотность приготовленного раствора составила 1,142 г/мл;
2. плотность раствора *СоСl2* , если его массовая доля в растворе 23,5%.

Р е ш е н и е

По данным **ПРИЛОЖЕНИЯ 9** для хлорида кобальта строим график зависимости массовой доли растворенного вещества от плотности раствора.

**

А(1.017;2)

В(1.159;16)

|  |  |
| --- | --- |
| А(1.017;2) | В(1.159;16) |
|  |  |

**

**

Тогда уравнение прямой примет вид:

*у = 98,59х - 98,26*

1) Определим ω(*СоСl2*), если ρ(р-ра *СоСl2*) = 1,142 г/мл

*у = 98,59⋅1,142 - 98,26 = 14,33% (*ω(*СоСl2) = 14,33%).*

1. Определим ρ(р-ра *СоСl2*), если ω( *СоСl2*) = 23,5%

*23,5 = 98,58х - 98,26*

*121,76 = 98,59х*

*х = 1,235 г/мл*

Плотность 23,5% раствора *СоСl2* составит 1,235 г/мл.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

## *ПЛОТНОСТИ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ*

Таблица 15

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Металл | Плотность,г/см3 | Металл | Плотность,г/см3 |
| Медь | 8.96 | Олово | 7.29 |
| Цинк | 7.13 | Свинец | 11.34 |
| Никель | 8.90 | Кремний | 2.33 |
| Алюминий | 2.70 | Серебро | 10.50 |
| Натрий | 0.96 | Золото | 19.30 |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

*ДАВЛЕНИЕ ВОДЯНОГО ПАРА () ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ (t)*

Таблица 16

|  |  |
| --- | --- |
| t, оС | *,*мм.рт.ст. |
| - 10 (лёд) | 1.0 |
| - 5 (лёд) | 3.0 |
| 0 | 4.6 |
| 5 | 6.5 |
| 10 | 9.2 |
| 15 | 12.8 |
| 20 | 17.5 |
| 25 | 23.8 |
| 30 | 31.8 |
| 35 | 42.2 |
| 40 | 55.3 |
| 45 | 71.9 |
| 50 | 92.5 |
| 60 | 149.4 |
| 70 | 233.7 |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 7**

## *ОКРАСКА ВАЖНЕЙШИХ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРОВ*

Таблица 17

|  |  |
| --- | --- |
|  | pH переходов индикаторов |
| Индикаторы | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| метиловый фиолетовый | жел-тая | 0.1 - 0.5 | зеленая | 1.0 - 1.5 | синяя | 2.0 – 3.0 | фиолетовая |
| тимоловый синий | красная | 1.2–2.8 | желтая | 8.0-9.6 | синяя |
| метиловый оранжевый | красная | 3.0-4.4 | желто-оранжевая |
| ализариновый красный | желтая | 4.0-5.8 | фиолетовая | 10.0-12.0 | бледно-желтая |
| метиловый красный | красная | 4.3-6.2 | желтая |
| лакмус | красная | 5.0-8.0 | синяя |
| п-нитрофенол | бесцветная | 5.6-7.5 | желтая |
| феноловый красный | желтая | 6.8-8.4 | красная |
| фенолфталеин | бесцветная | 8.1-9.8 | красная (розовая) |
| тимолфталеин | бесцветная | 9.4-10.5 | синяя |
| ализариновый желтый | бледно-желтая | 10.0-12.0 | коричневая |
| индигокармин | синяя | 11.6-14.0 | желтая |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 8**

## *ПЛОТНОСТЬ (r) РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ ПРИ 20 оС*

Таблица 18

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r, г/мл | ω, % | r, г/мл | ω, % | r, г/мл | ω, % | r, г/мл | ω, % |
| 1.005 | 1.00 | 1.006 | 1.12 | 1.007 | 1.25 | 1.008 | 1.37 |
| 1.009 | 1.50 | 1.010 | 1.62 | 1.011 | 1.75 | 1.012 | 1.87 |
| 1.013 | 2.00 | 1.014 | 2.14 | 1.015 | 2.29 | 1.016 | 2.43 |
| 1.017 | 2.57 | 1.018 | 2.71 | 1.019 | 2.86 | 1.020 | 3.00 |
| 1.021 | 3.14 | 1.022 | 3.29 | 1.023 | 3.43 | 1.024 | 3.57 |
| 1.025 | 3.71 | 1.026 | 3.86 | 1.027 | 4.00 | 1.028 | 4.14 |
| 1.029 | 4.29 | 1.030 | 4.43 | 1.031 | 4.57 | 1.032 | 4.71 |
| 1.033 | 4.86 | 1.034 | 5.00 | 1.035 | 5.14 | 1.036 | 5.29 |
| 1.037 | 5.43 | 1.038 | 5.57 | 1.039 | 5.71 | 1.040 | 5.86 |
| 1.041 | 6.00 | 1.042 | 6.13 | 1.043 | 6.27 | 1.044 | 6.40 |
| 1.045 | 6.53 | 1.046 | 6.67 | 1.047 | 6.80 | 1.048 | 6.93 |
| 1.049 | 7.07 | 1.050 | 7.20 | 1.051 | 7.33 | 1.052 | 7.47 |
| 1.053 | 7.60 | 1.054 | 7.73 | 1.055 | 7.87 | 1.056 | 8.00 |
| 1.057 | 8.13 | 1.058 | 8.27 | 1.059 | 8.40 | 1.060 | 8.53 |
| 1.061 | 8.67 | 1.062 | 8.80 | 1.063 | 8.93 | 1.064 | 9.07 |
| 1.065 | 9.20 | 1.066 | 9.33 | 1.067 | 9.47 | 1.068 | 9.60 |
| 1.069 | 9.73 | 1.070 | 9.87 | 1.071 | 10.00 | 1.072 | 10.13 |
| 1.073 | 10.27 | 1.074 | 10.40 | 1.075 | 10.53 | 1.076 | 10.67 |
| 1.077 | 10.80 | 1.078 | 10.93 | 1.079 | 11.07 | 1.080 | 11.20 |
| 1.081 | 11.33 | 1.082 | 11.47 | 1.083 | 11.60 | 1.084 | 11.73 |
| 1.085 | 11.87 | 1.086 | 12.00 | 1.087 | 12.13 | 1.088 | 12.27 |
| 1.089 | 12.40 | 1.090 | 12.53 | 1.091 | 12.67 | 1.092 | 12.80 |
| 1.093 | 12.97 | 1.094 | 13.07 | 1.095 | 13.20 | 1.096 | 13.33 |
| 1.097 | 13.47 | 1.098 | 13.60 | 1.099 | 13.73 | 1.100 | 13.87 |
| 1.101 | 14.00 | 1.102 | 14.13 | 1.103 | 14.27 | 1.104 | 14.40 |
| 1.105 | 14.53 | 1.106 | 14.67 | 1.107 | 14.80 | 1.108 | 14.97 |
| 1.109 | 15.07 | 1.110 | 15.20 | 1.111 | 15.33 | 1.112 | 15.47 |
| 1.113 | 15.60 | 1.114 | 15.73 | 1.115 | 15.87 | 1.116 | 16.00 |
| 1.117 | 16.12 | 1.118 | 16.25 | 1.119 | 16.37 | 1.120 | 16.30 |
| 1.121 | 16.62 | 1.122 | 16.75 | 1.123 | 16.87 | 1.124 | 17.00 |
| 1.125 | 17.12 | 1.126 | 17.25 | 1.127 | 17.37 | 1.128 | 17.50 |
| 1.129 | 17.62 | 1.130 | 17.75 | 1.131 | 17.87 | 1.132 | 18.00 |
| 1.133 | 18.12 | 1.134 | 18.25 | 1.135 | 18.37 | 1.136 | 18.50 |
| 1.137 | 18.62 | 1.138 | 18.75 | 1.139 | 18.87 | 1.140 | 19.00 |
| 1.141 | 19.12 | 1.142 | 19.25 | 1.143 | 19.37 | 1.144 | 19.50 |
| 1.145 | 19.62 | 1.146 | 19.75 | 1.147 | 19.87 | 1.148 | 20.00 |
| 1.149 | 20.12 | 1.150 | 20.25 | 1.151 | 20.37 | 1.152 | 20.50 |
| 1.153 | 20.67 | 1.154 | 20.75 | 1.155 | 20.87 | 1.156 | 21.00 |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**

*ПЛОТНОСТЬ (r) РАСТВОРОВ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ*

Таблица 19

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| BaCl2 (20 оС) | CuSO4 (20 оС) | FeSO4 (18 oC) | MgSO4 (20 оС) |
| w | r, г/мл | w | r, г/мл | w | r, г/мл | w | r, г/мл |
| 2 | 1.016 | 1 | 1.009 | 1 | 1.009 | 2 | 1.019 |
| 4 | 1.034 | 2 | 1.019 | 2 | 1.018 | 4 | 1.039 |
| 6 | 1.053 | 4 | 1.040 | 4 | 1.038 | 6 | 1.060 |
| 8 | 1.072 | 6 | 1.062 | 6 | 1.058 | 8 | 1.082 |
| 10 | 1.092 | 8 | 1.084 | 8 | 1.079 | 10 | 1.103 |
| 12 | 1.113 | 10 | 1.107 | 10 | 1.100 | 12 | 1.126 |
| 14 | 1.134 | 12 | 1.131 | 12 | 1.122 | 14 | 1.148 |
| 16 | 1.156 | 14 | 1.155 | 14 | 1.145 | 16 | 1.172 |
| 18 | 1.179 | 16 | 1.180 | 16 | 1.168 | 18 | 1.196 |
| 20 | 1.203 | 18 | 1.206 | 18 | 1.191 | 20 | 1.220 |
| 22 | 1.228 |  |  | 20 | 1.214 | 22 | 1.245 |
| 24 | 1.253 |  |  |  |  | 24 | 1.270 |
| 26 | 1.279 |  |  |  |  | 26 | 1.296 |
| Na2SO4 (20 oC) | Na2CO3 (20 oC) | CoCl2 (18 oC) |
| w | r, г/мл | w | r, г/мл | w | r, г/мл |
| 1 | 1.008 | 0.2 | 1.000 | 1 | 1.008 |
| 2 | 1.016 | 2 | 1.020 | 2 | 1.017 |
| 3 | 1.026 | 4 | 1.040 | 4 | 1.036 |
| 4 | 1.035 | 6 | 1.060 | 6 | 1.055 |
| 5 | 1.044 | 7.9 | 1.080 | 8 | 1.075 |
| 6 | 1.054 | 9.8 | 1.100 | 10 | 1.095 |
| 7 | 1.063 | 11.6 | 1.120 | 12 | 1.116 |
| 8 | 1.072 | 13.5 | 1.140 | 14 | 1.137 |
| 9 | 1.082 | 15.2 | 1.160 | 16 | 1.159 |
| 10 | 1.092 | 16.9 | 1.180 | 18 | 1.182 |
| 11 | 1.101 | 17.7 | 1.190 | 20 | 1.205 |
| 12 | 1.111 |  |  |  |  |
| 13 | 1.121 |  |  |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 10**

## *ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ*

### Таблица 20

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Физическая величина | Обозначение | Внесистемные единицы измерения | Единицы измерения в СИ |
| Время | τ | мин, ч | с |
| Выход продукта | η | % | - |
| Давление атмосферное | Р | атм., мм.рт.ст. | Па |
| Долямассоваяобъёмная | ωϕ | %% | -- |
| Количество вещества | ν | моль | моль |
| Концентрация молярная (молярность) | CM | моль/л | моль/м3 |
| Массаабсолютнаямолярная | mM | гг/моль | кгкг/моль |
| Объём | V | мл, см3, л | м3 |
| Плотность | ρ | г/см3 | кг/м3 |
| ТемператураабсолютнаяЦельсия | Тt | -оС | К- |

**ОТВЕТЫ**

**1**. 353,6 кг; 62,5 кг. **2**. 68%; 30%; 1%; 1%. **3**. 583o. **4**. 915o. **5**. 17,9 кг; 2,7кг; 0,4 кг. **6**. 95%; 5%. **27**. 71,4%. **28**.89,3%. **29**. 95%. **30**. 21,6 г.

**31**. 10,9 л; 32,7 л. **32**. 2 м3; 6 м3. **33**. 92,3%. **34** 3,5⋅104 кг. **35**. 1,22 л. **46**. а)8,9⋅10-3 моль; б)0,1 моль; в)0,2 моль; г)0,055 моль; д)2,8⋅10-3 моль; е)0,15 моль. **47**. 15М. **48**. 25,8%. **49**. 0,625М. **50**. 9,13 г. **51**. 12,6 г. **52**. 0,196 г. **53**. 50 мл. **54**. 133,5 г. **55**. 332,4 мл. **56**. 35,9%. **57**2477 мл. **58**. 750 мл. **59**. 166,6 г. **60**. 60 г. **61**. 333,3 г 50%; 666,6 г 20%. **64**. 4%. **65**. 14%. **66**. 50 г. **67**. 193,9 г. **68**. 10,7%. **69**. 3,4%. **70**. 36,3%. **71**. 77,6 г. **72**. 1,25 кг. **73**. 4,4%.

Исаев Денис Сергеевич

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ХАРАКТЕРА

ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие для учащихся 8-х классов

Редактор:

Набор: Д.С. Исаев

Компьютерный дизайн: Ю.А. Рыжков

Корректор: С.Н. Исаева

|  |
| --- |
| *Уникальный сборник* *экспериментальных (качественных)* *и расчетно-экспериментальных (количественных)* *исследовательских работ* *по неорганической химии:* |
|  *задания расположены* *с возрастающей степенью сложности* |
|  *выполнение работ способствует* *осознанному усвоению курса химии* |
|  *прикладной характер дает возможность**использовать полученные навыки**как в быту, так и в будущей профессии* |
|  *задания повышенной сложности (\*)* *позволят развивать исследовательские навыки на внеурочных занятиях* |
| *Незаменимый помощник не только ученикам (при подготовке, проведении и анализе результатов практических работ), но и учителю, использующему в своей работе дифференцированный подход* *при формировании экспериментальных навыков по химии* |

1. **\***  - ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ [↑](#footnote-ref-1)