

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский техникум транспорта и строительства»**

**Методические указания  
для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине  
ОД.10 Химия**

по специальности среднего профессионального образования  
**23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов  
автомобилей**

**Квалификация:** специалист

**Форма обучения:** очная

**Нормативный срок обучения:** 3 года 10 месяцев  
на базе основного общего образования

Иркутск, 2024 г.

В методических указаниях представлены задания и рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Химия» для студентов программ подготовки специалистов среднего звена специальностей: **23. 02. 07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей**

Организация – разработчик: ГБПОУ ИО «Иркутский техникум транспорта и строительства»

Разработчик: преподаватель Е.В. Амбросова

Рассмотрена и одобрена на заседании

ДЦК

Протокол № 10 от 11.06.2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Пояснительная записка            | 4  |
| Приложения                       | 7  |
| Список использованной литературы | 42 |

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Химия» для оказания помощи обучающимся в организации и успешном выполнении лабораторных занятий по предмету «Химия». Содержание методических указаний соответствует структуре учебника Габриелян О.С. Химия для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов. - 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.. При изучении химии на проведение лабораторных занятий отводится 30 часов.

Лабораторное занятие - это организационная форма обучения, регламентированная по времени (пара) и составу (учебная группа, подгруппа), цель которой - сформировать профессиональные умения и навыки в лабораторных условиях с помощью современных технических средств.

Цель проведения лабораторных занятий – конкретизация теоретических знаний, полученных в процессе лекций, повышение прочности усвоения и закрепления изучаемых знаний и умений. Функциями лабораторных занятий являются: закрепление теоретических знаний на практике; усвоение умений исследовательской работы; усвоение умений практической психологической работы; применение психологических теоретических знаний для решения практических задач; самопознание обучающихся и саморазвитие. Типичные задания: демонстрационный эксперимент, индивидуальные задания, групповые задания, эксперимент в парах, решение психол. задач, деловая игра.

План занятия включает в себя: внеаудиторная самостоятельная подготовка к занятию; проверка теоретической подготовленности студентов; инструктирование студентов; выполнение практических заданий, обсуждение итогов; оформление отчета; оценка выполненных заданий и степени овладения умениями.

Лабораторные работы могут носить репродуктивный характер (студенты пользуются подробными инструкциями), частично-поисковый (самостоятельный подбор материала и методик) и поисковый характер (студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на теоретические знания).

Формы организации: фронтальная, групповая и индивидуальная. Критерии эффективности:

уровень самостоятельности и активности студентов;

степень сформированности умений;

уровень и характер поисково-исследовательской и творческой деятельности студентов;

удовлетворенность студентов и преподавателей состоявшимся занятием.

Методика проведения лабораторного занятия включает в себя три этапа: подготовку к лабораторному занятию, его проведение и психологический анализ.

На подготовительном этапе педагогу необходимо на каждое рабочее место подготовить методические рекомендации по всем лабораторным занятиям с подробным описанием всех требований и действий студентов. Затем преподаватель должен отработать на компьютере весь ход лабораторного занятия, предусмотреть возможные сбои и пути устранения их. На этом же этапе необходимо провести со студентами общий инструктаж по технике безопасности с обязательной регистрацией в журнале и под личную роспись. Кроме этого, студентам необходимо дать задание по изучению теории по теме, которая будет отрабатываться на лабораторном занятии. В конце занятий вся работа оформляется в установленном порядке. Выполненная студентом лабораторная работа оценивается преподавателем. На заключительном этапе педагог анализирует проведение лабораторного занятия с позиции его эффективности, делает выводы.

Критериями оценки результатов работы обучающегося являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических работ;
- четкость и структурированность изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Оценки за выполнение лабораторных работ выставляются по пятибалльной системе и учитываются как показатели текущей успеваемости обучающихся.

| <b>Темы лабораторных работ</b>  | <b>часы</b> |
|---|-------------|
| <i>Лабораторное занятие 1.</i> Моделирование построение периодической таблицы химических элементов.   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 2.</i> Приготовление суспензии карбоната кальция в воде. Получение эмульсии моторного масла. Ознакомление со свойствами дисперсных систем.  | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 3.</i> Решение задач по теме «Чистые вещества и смеси».   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 4.</i> Приготовление раствора заданной концентрации. Концентрации растворов.  | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 5.</i> Решение задач по теме «Вода. Растворы. Растворение».   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 6.</i> Закалка и отпуск стали. Ознакомление со структурами серого и белого чугуна. Распознавание руд железа.  | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 7.</i> Получение, соби́рание и распознавание газов. Физические и химические свойства газов.   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 8.</i> Решение экспериментальных задач по теме «Металлы». Физические свойства металлов.   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 9.</i> Решение экспериментальных задач по теме «Неметаллы». Физические свойства неметаллов  | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 10.</i> Диены и каучуки. Ознакомление с коллекцией каучуков и образцами изделий из резины. Натуральные и синтетические каучуки. Резина.   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 11.</i> Природные источники углеводов. Ознакомление с коллекцией образцов нефти и продуктов ее переработки.   | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 12.</i> Растворение глицерина в воде. Свойства уксусной кислоты, общие свойства минеральных кислот. Взаимодействие глюкозы и сахарозы с гидроксидом меди. Качественные реакции на крахмал.      | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 13.</i> Белки. Растворение белков в воде. Обнаружение белков в молоке и в мясном бульоне. Денатурация раствора белка куриного яйца спиртом, растворами солей тяжёлых металлов и при нагревании. | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 14.</i> Полимеры. Распознавание пластмасс и волокон.  | 2           |
| <i>Лабораторное занятие 15.</i> Решение экспериментальных задач на идентификацию органических соединений. Свойства органических веществ.  | 2           |

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Лабораторное занятие 1. Моделирование построение периодической таблицы химических элементов.

#### **Задания к работе:**

Цель: научиться выявлять законы по таблице элементов.

*1 вариант лабораторной работы.*

Оборудование: карточки размером 6x10 см

#### **Ход работы:**

Заготовьте 20 карточек размером 6 x 10 см для элементов с порядковыми номерами с 1-го по 20-й в Периодической системе Менделеева. На каждую карточку запишите следующие сведения об элементе:

- химический символ
- название
- значение относительной атомной массы
- формулу высшего оксида (в скобках укажите характер оксида - основной, кислотный или амфотерный)
- формулу высшего гидроксида (для гидроксидов металлов также укажите в скобках характер - основной или амфотерный)
- формулу летучего водородного соединения (для неметаллов).

Расположите карточки по возрастанию значений относительных атомных масс.

Расположите сходные элементы, начиная с 3-го по 18-й друг под другом. Водород и калий над литием и под натрием соответственно, кальций под магнием, а гелий над неоном.

Сформулируйте выявленную вами закономерность в виде закона.

Поменяйте в полученном ряду местами аргон и калий. Объясните почему.

Еще раз сформулируйте выявленную вами закономерность в виде закона.

*2 вариант лабораторной работы.*

Перечертите нижеприведенную таблицу в тетрадь.

| Периоды/? | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|-----------|---|----|-----|----|---|----|-----|
| 1         |   |    |     |    |   |    |     |
| 2         |   |    |     |    |   |    |     |
| 3         |   |    |     |    |   |    |     |
| 4         |   |    |     |    |   |    |     |
| 5         |   |    |     |    |   |    |     |

Вам даны карточки с символами элементов. Выполняя лабораторную работу согласно инструкции, заполните графы таблицы – в крайне левой графе проставьте номера периодов, в остальные ячейки проставьте соответствующие символы элементов:

1. Выберите карточки металлов.
2. Соберите в стопки карточки металлов с одинаковой валентностью и расположите их слева направо в порядке возрастания валентности химических элементов.
3. Расположите элементы в стопках по возрастанию их относительной атомной массы.
4. Совместите столбцы таким образом, чтобы относительная атомная масса последнего химического элемента в предыдущем горизонтальном ряду была меньше, чем относительная атомная масса первого химического элемента последующего горизонтального ряда.
5. Соберите в стопки карточки неметаллов с одинаковой валентностью и расположите их в порядке возрастания валентности атомов химических элементов.
6. Расположите карточки из полученных стопок в столбцы сверху вниз в порядке возрастания относительных атомных масс.

7. Совместите карточки таким образом, чтобы относительная атомная масса последнего химического элемента в предыдущем ряду была меньше, чем относительная масса первого химического элемента последующего горизонтального ряда.

8. Совместите карточки металлов и неметаллов таким образом, чтобы соблюдалось последовательное увеличение относительных атомных масс химических элементов.

9. Заполните таблицу в тетради.

10. В результате у вас осталась одна карточка химического элемента с относительной атомной массой, равной 1,008. На каком месте она должна находиться?

*Осуществить рефлексию деятельности.*

## **Лабораторное занятие 2. Приготовление суспензии карбоната кальция в воде.**

**Получение эмульсии моторного масла. Ознакомление со свойствами дисперсных систем.**

### **Задания к работе:**

Цель: закрепить и углубить знания о приготовлении суспензии карбоната кальция в воде, получении эмульсии моторного масла; ознакомление со свойствами дисперсных систем; выработка умений логического последовательного изложения материала.

### *Теоретические основы.*

Среди всего многообразия смесей особое место занимают гетерогенные, т. е. такие, частицы компонентов которых заметны не вооруженным глазом или с помощью оптических приборов (лупы, увеличительного стекла, микроскопа).

Гетерогенные смеси могут состоять как из равномерно, так и из неравномерно распределенных компонентов. В первом случае гетерогенные смеси называют дисперсными системами.

Дисперсными системами называют гетерогенные смеси, в которых одно вещество в виде очень мелких частиц равномерно распределено в другом.

То вещество, которое распределено в другом, называют дисперсной фазой. Вещество, в котором распределена дисперсная фаза, носит название дисперсионной среды.

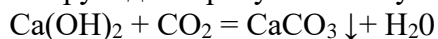
В зависимости от агрегатного состояния дисперсной фазы и дисперсионной среды различают восемь типов дисперсных систем.

### *Классификация дисперсных систем*

По размеру частиц дисперсной фазы различают:

- грубодисперсные системы (нанеси) — размер частиц более 100 нм;
- тонкодисперсные (коллоидные) системы (или коллоиды) — размер частиц от 1 до 100 нм.

Взаимодействием раствора гидроксида кальция с углекислым газом можно получить грубодисперсную систему:



Малорастворимый карбонат кальция в виде мельчайших крупинок находится в воде во взвешенном состоянии. Полученная мутная жидкость — это дисперсная система, называемая суспензией.

Однако пройдет немного времени, и частицы карбоната кальция под действием силы тяжести осядут на дно стакана, жидкость станет прозрачной. Это доказательство того, что наша система получилась грубодисперсной.

Грубодисперсные системы с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой называют суспензиями.

*Суспензиями* являются многие краски, побелка, строительные растворы (цементный раствор, бетон), пасты (в том числе зубная), кремы, мази.

Грубодисперсную систему можно получить из двух не смешивающихся друг с другом жидкостей, например взбалтывая растительное масло с водой. Такая смесь называется эмульсией. Со временем она расслаивается, так как тоже представляет собой

грубодисперсную систему. Примерами эмульсий могут служить молоко (капельки жира в водной основе), майонез, молочный сок каучуконосных деревьев (латекс), пестицидные препараты для обработки посевов.

*Аэрозоли* — это грубодисперсные системы, в которых дисперсионной средой является воздух, а дисперсной фазой могут быть капельки жидкости (облака, радуга, выпущенный из баллончика лак для волос или дезодорант) или частицы твердого вещества (пылевое облако, смог).

Если частицы дисперсной фазы достаточно малы, коллоидная система называется тонкодисперсной и напоминает истинный раствор, отсюда и происходит название — коллоидный раствор. Такая система образуется, например, при растворении небольшого количества яичного белка в воде.

По внешнему виду *коллоидный раствор* трудно отличить от истинного для этого можно воспользоваться специфическим оптическим свойством коллоидных растворов. Оно заключается в появлении в коллоидном растворе светящейся дорожки при пропускании через него луча света. Это явление называют эффектом Тиндаля. Такой эффект можно наблюдать, пропуская луч лазерной указки через раствор белка.

*Эффект Тиндаля.* Пропускание света через растворы:

1 — истинный раствор; 2 — коллоидный раствор

Объясняется эффект Тиндаля тем, что размер частиц дисперсной фазы (от 1 до 100 нм) в коллоидной системе составляет примерно 1/10 длины волны видимого излучения. Частицы такого размера вызывают рассеивание света, приводящее к характерному визуальному эффекту.

Существует несколько основных способов получения коллоидных систем. Один из них — дробление вещества на мелкие частицы, которое можно осуществлять механически с помощью специальных машин — коллоидных мельниц. Так получают, например, тушь, жидкие акварельные, водоэмульсионные и вододисперсионные краски.

Классификация дисперсных систем может быть представлена следующим образом:

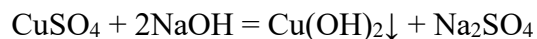
Важнейшими типами коллоидных систем являются золи и гели (студни).

*Золи* — это коллоидные системы, в которых дисперсионной средой является жидкость, а дисперсной фазой — твердое вещество.

С течением времени при нагревании или под действием электролитов частицы золя могут укрупняться и оседать. Такой процесс называют коагуляцией.

*Гели* — особое студнеобразное коллоидное состояние. При этом отдельные частицы золя связываются друг с другом, образуя сплошную пространственную сетку. Внутри ячеек сетки попадают частицы растворителя. Дисперсная система теряет свою текучесть, превращаясь в желеобразное состояние. При нагревании гель может превратиться в золь.

Получить гель можно химическим путем, если, например, к раствору сульфата меди(II) добавить несколько капель раствора гидроксида натрия, образуется гель осадка гидроксида меди(II):



Осадки гидроксидов металлов, кремниевой кислоты принято называть студневидными.

Гели широко распространены в нашей повседневной жизни. Любому известны пищевые гели (зефир, мармелад, холодец), косметические (гель для душа), медицинские.

Для гелей с жидкой дисперсионной средой характерно явление синерезиса (или расслоения) — самопроизвольного выделения жидкости. При этом частицы дисперсной фазы уплотняются, слипаются и образуют твердый коллоид, а к дисперсионной среде возвращается текучесть.

Чаще всего с явлением синерезиса приходится бороться, поскольку именно оно ограничивает сроки годности пищевых косметических, медицинских гелей.

Например, при длительном хранении мармелада и торта «Птичье молоко» выделяется жидкость, они становятся непригодными к употреблению.

Из твердого коллоида желатина (продукта белкового происхождения) при набухании в теплой воде образуется студнеобразный гель — желе. Но в кулинарных рецептах всегда предупреждают: нельзя доводить желе до кипения, иначе гель превратится в золь и не примет студневидной формы.

Окружающий нас мир представляет собой красочное многообразие различных дисперсных систем. Посмотрим вокруг.

Например, косметика и средства гигиены: зубная паста, мыло, шампунь, лак для ногтей, губная помада, тушь, крем, облачко дезодоранта, выпущенное из баллончика, — все это дисперсные системы. Теперь заглянем на кухню. Молоко, мясной бульон, пирожное, зефир, майонез, кетчуп — тоже дисперсные системы. Выйдем на улицу, и снова дисперсные системы: облака, дым, смог, туман. Заглянем в аптеку — и опять дисперсные системы: мази, гели, пасты, спреи, суспензии. Наш собственный организм представляет сочетание бесчисленного множества коллоидных систем: содержимое клеток, кровь, лимфа, пищеварительный сок, тканевые жидкости. Недаром биологи сходятся во мнении, что возникновение жизни на нашей планете — это эволюция коллоидных систем.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Охарактеризуйте понятие «дисперсная система». Чем дисперсная система отличается от остальных смесей?
2. Какие типы дисперсных систем в зависимости от агрегатного состояния среды и фазы вы знаете? Приведите примеры. Охарактеризуйте их значение в природе и жизни человека.

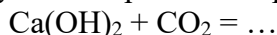
#### **Ход работы:**

*Опыт №1.* Приготовление суспензии карбоната кальция в воде

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив с лапкой, штатив с пробирками, гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известковая вода).

В пробирку налейте 4-5 мл свежеприготовленного раствора гидроксида кальция (известковой воды) и осторожно через трубочку продувайте через него выдыхаемый воздух.

Известковая вода мутнеет в результате протекания реакции:



*Опыт № 2.* Получение эмульсии моторного масла

Оборудование и реактивы: лабораторный штатив с лапкой, штатив с пробирками, моторное масло.

В коническую колбу с водой добавьте немного моторного масла и взболтайте.

Отвечаем на вопрос: Что наблюдаем?

*Опыт №3.* Ознакомление с дисперсными системами

Приготовьте небольшую коллекцию образцов дисперсных систем из имеющихся дома суспензий, эмульсий, паст и гелей. Каждый образец снабдите фабричной этикеткой. Поменяйтесь с соседом коллекциями и затем распределите образцы коллекции в соответствии с классификацией дисперсных систем.

Ознакомьтесь со сроками годности пищевых, медицинских и косметических гелей.

Отвечаем на вопрос: Каким свойством гелей определяется срок годности?

#### *Контрольные вопросы:*

1. Какие процессы, происходящие в дисперсных системах, ограничивают срок годности продуктов, лекарственных и косметических препаратов?

Выполняем задание:

2. Приведите примеры эмульсий, суспензий, зелей, аэрозолей, гелей и внесите их в таблицу.

|                    |          |           |      |          |      |
|--------------------|----------|-----------|------|----------|------|
| Дисперсные системы | Эмульсии | Суспензии | Золи | Аэрозоли | Гели |
| Примеры            |          |           |      |          |      |

Содержание отчёта:

3. Сделайте общий вывод в соответствии с целями, поставленными перед вами в этой работе.

*Осуществить рефлексию деятельности*

### Лабораторное занятие 3. Решение задач по теме «Чистые вещества и смеси».

#### **Задания к работе:**

Рассмотрим примеры задач со смесями.

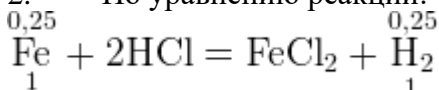
**Пример 1.** При действии на смесь меди и железа массой 20 г избытком соляной кислоты выделилось 5,6 л газа (н.у.). Определить массовые доли металлов в смеси.

В первом примере медь не реагирует с соляной кислотой, то есть водород выделяется при реакции кислоты с железом. Таким образом, зная объём водорода, мы сразу сможем найти количество и массу железа. И, соответственно, массовые доли веществ в смеси.

#### **Решение примера 1.**

1. Находим количество водорода:  $n = V/V_m = 5,6/22,4 = 0,25$  моль.

2. По уравнению реакции:



Количество железа тоже 0,25 моль. Можно найти его массу:

$$m_{\text{Fe}} = 0,25 \cdot 56 = 14_{\text{г}}$$

3. Теперь можно рассчитать массовые доли металлов в смеси:

$$\omega_{\text{Fe}} = m_{\text{Fe}}/m_{\text{см}} = 14/20 = 0,7 = 70\%$$

Ответ: 70% железа, 30% меди.

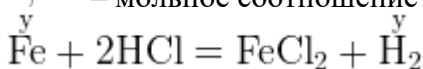
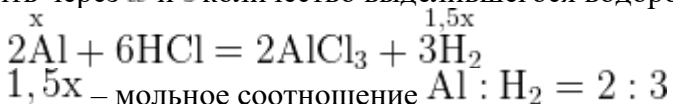
**Пример 2.** При действии на смесь алюминия и железа массой 11 г избытком соляной кислоты выделилось 8,96 л газа (н.у.). Определить массовые доли металлов в смеси.

Во втором примере в реакцию вступают **оба** металла. Здесь уже водород из кислоты выделяется в обеих реакциях. Поэтому прямым расчётом здесь нельзя воспользоваться. В таких случаях удобно решать с помощью очень простой системы уравнений, приняв за  $x$  — число моль одного из металлов, а за  $y$  — количество вещества второго.

#### **Решение примера 2.**

1. Находим количество водорода:  $n = V/V_m = 8,96/22,4 = 0,4$  моль.

2. Пусть количество алюминия —  $x$  моль, а железа  $y$  моль. Тогда можно выразить через  $x$  и  $y$  количество выделившегося водорода:



3. Нам известно общее количество водорода: 0,4 моль. Значит,  $1,5x + y = 0,4$  (это первое уравнение в системе).

4. Для смеси металлов нужно выразить **массы** через количества веществ.

$M = m \cdot n$  значит, масса алюминия

$$m_{\text{Al}} = 27x,$$

масса железа

$$m_{\text{Fe}} = 56y,$$

а масса всей смеси  
 $27x + 56y = 11$  (это второе уравнение в системе).

5. Итак, мы имеем систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,4 \\ 27x + 56y = 11 \end{cases}$$

Решать такие системы гораздо удобнее методом вычитания, домножив первое уравнение на 18:  $27x + 18y = 7,2$  и вычитая первое уравнение из второго:

$$(56 - 18)y = 11 - 7,2$$

$$y = 3,8/38 = 0,1_{\text{МОЛЬ}} (\text{Fe})$$

$$x = 0,2_{\text{МОЛЬ}} (\text{Al})$$

6. Далее находим массы металлов и их массовые доли в смеси:

$$m_{\text{Fe}} = n \cdot M = 0,1 \cdot 56 = 5,6_{\text{Г}}$$

$$m_{\text{Al}} = 0,2 \cdot 27 = 5,4_{\text{Г}}$$

$$\omega_{\text{Fe}} = m_{\text{Fe}}/m_{\text{СМ}} = 5,6/11 = 0,50909 (50,91\%),$$

соответственно,

$$\omega_{\text{Al}} = 100\% - 50,91\% = 49,09\%$$

Ответ: 50,91% железа, 49,09% алюминия.

**Пример 3.** 16 г смеси цинка, алюминия и меди обработали избытком раствора соляной

кислоты. При этом выделилось 5,6 л газа (н.у.) и не растворилось 5 г вещества.

Определить массовые доли металлов в смеси.

В третьем примере два металла реагируют, а третий металл (медь) не вступает в реакцию. Поэтому остаток 5 г — это масса меди. Количества остальных двух металлов — цинка и алюминия (учтите, что их общая масса  $16 - 5 = 11$  г) можно найти с помощью системы уравнений, как в примере №2.

Ответ к Примеру 3: 56,25% цинка, 12,5% алюминия, 31,25% меди.

Следующие примеры задач содержат реакции металлов с азотной и серной кислотами. Главное в таких задачах — правильно определить, какой металл будет растворяться в ней, а какой не будет.

**Пример 4.** На смесь железа, алюминия и меди подействовали избытком холодной

концентрированной серной кислоты. При этом часть смеси растворилась, и выделилось

5,6 л газа (н.у.). Оставшуюся смесь обработали избытком раствора едкого натра.

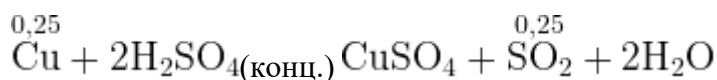
Выделилось 3,36 л газа и осталось 3 г не растворившегося остатка. Определить массу и состав исходной смеси металлов.

В этом примере надо помнить, что **холодная концентрированная** серная кислота не реагирует с железом и алюминием (пассивация), но реагирует с медью. При этом выделяется оксид серы (IV).

**Со щелочью** реагирует **только алюминий** — амфотерный металл (кроме алюминия, в щелочах растворяются ещё цинк и олово, в горячей концентрированной щелочи — ещё можно растворить бериллий).

**Решение примера 4.**

1. С концентрированной серной кислотой реагирует только медь, число моль газа:  $n_{\text{SO}_2} = V/V_m = 5,6/22,4 = 0,25_{\text{МОЛЬ}}$



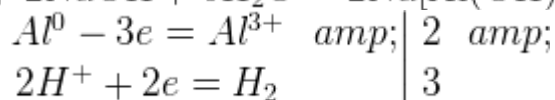
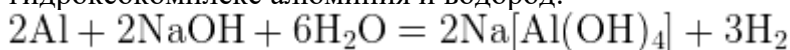
(не забудьте, что такие реакции надо обязательно уравнивать с помощью электронного баланса)

Так как мольное соотношение меди и сернистого газа 1 : 1, то меди тоже 0,25 моль.

Можно найти массу меди:

$$m_{\text{Cu}} = n \cdot M = 0,25 \cdot 64 = 16 \text{ г.}$$

2. В реакцию с раствором щелочи вступает алюминий, при этом образуется гидроксокомплекс алюминия и водород:



3. Число моль водорода:  $n_{\text{H}_2} = 3,36/22,4 = 0,15$  моль, мольное соотношение алюминия и водорода 2 : 3 и, следовательно,

$$n_{\text{Al}} = 0,15/1,5 = 0,1 \text{ моль.}$$

Масса алюминия:

$$m_{\text{Al}} = n \cdot M = 0,1 \cdot 27 = 2,7 \text{ г}$$

4. Остаток — это железо, массой 3 г. Можно найти массу смеси:

$$m_{\text{см}} = 16 + 2,7 + 3 = 21,7 \text{ г.}$$

5. Массовые доли металлов:

$$\omega_{\text{Cu}} = m_{\text{Cu}}/m_{\text{см}} = 16/21,7 = 0,7373 (73,73\%)$$

$$\omega_{\text{Al}} = 2,7/21,7 = 0,1244 (12,44\%)$$

$$\omega_{\text{Fe}} = 13,83\%$$

Ответ: 73,73% меди, 12,44% алюминия, 13,83% железа.

**Пример 5.** 21,1 г смеси цинка и алюминия растворили в 565 мл раствора азотной кислоты, содержащего 20 мас. % HNO<sub>3</sub> и имеющего плотность 1,115 г/мл. Объем выделившегося газа, являющегося простым веществом и единственным продуктом восстановления азотной кислоты, составил 2,912 л (н.у.). Определите состав полученного раствора в массовых процентах. (РХТУ)

В тексте этой задачи чётко указан продукт восстановления азота — «простое вещество». Так как азотная кислота с металлами не даёт водорода, то это — азот. Оба металла растворились в кислоте.

В задаче спрашивается не состав исходной смеси металлов, а состав получившегося после реакций раствора. Это делает задачу более сложной.

**Решение примера 5.**

1. Определяем количество вещества газа:

$$n_{\text{N}_2} = V/V_m = 2,912/22,4 = 0,13 \text{ моль.}$$

2. Определяем массу раствора азотной кислоты, массу и количество вещества растворенной HNO<sub>3</sub>:

$$m_{\text{раствора}} = \rho \cdot V = 1,115 \cdot 565 = 630,3 \text{ г}$$

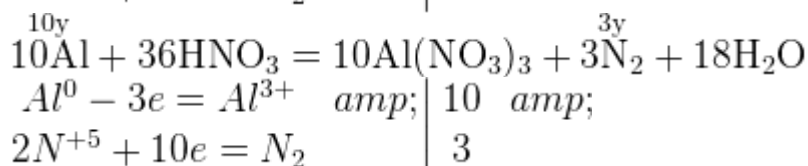
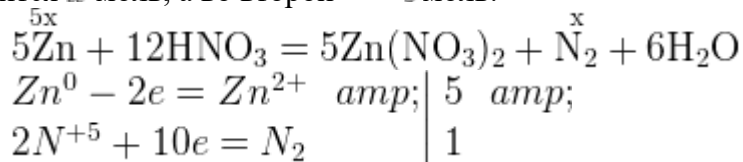
$$m_{\text{HNO}_3} = \omega \cdot m_{\text{раствора}} = 0,2 \cdot 630,3 = 126,06 \text{ г}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = m/M = 126,06/63 = 2 \text{ моль}$$

Обратите внимание, что так как металлы полностью растворились, значит — кислоты точно хватило (с водой эти металлы не реагируют). Соответственно, надо будет

проверить, **не оказалась ли кислота в избытке**, и сколько ее осталось после реакции в полученном растворе.

3. Составляем уравнения реакций (**не забудьте про электронный баланс**) и, для удобства расчетов, принимаем за  $5x$  — количество цинка, а за  $10y$  — количество алюминия. Тогда, в соответствии с коэффициентами в уравнениях, азота в первой реакции получится  $x$  моль, а во второй —  $3y$  моль:



4. Тогда, учитывая, что масса смеси металлов  $21,1$  г, их молярные массы —  $65$  г/моль у цинка и  $27$  г/моль у алюминия, получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} x + 3y = 0,13 \\ 65 \cdot 5x + 27 \cdot 10y = 21,1 \end{cases}$$

$0,13$  — количество азота  
 $21,1$  — масса смеси двух металлов

Решать эту систему удобно, домножив первое уравнение на  $90$  и вычитая первое уравнение из второго.

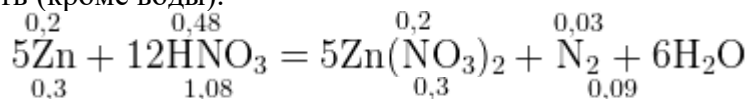
$$x = 0,04 \text{ значит, } n_{\text{Zn}} = 0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{ моль}$$

$$y = 0,03 \text{ значит, } n_{\text{Al}} = 0,03 \cdot 10 = 0,3 \text{ моль}$$

Проверим массу смеси:

$$0,2 \cdot 65 + 0,3 \cdot 27 = 21,1 \text{ г.}$$

5. Теперь переходим к составу раствора. Удобно будет переписать реакции ещё раз и записать над реакциями количества всех прореагировавших и образовавшихся веществ (кроме воды):



6. Следующий вопрос: осталась ли в растворе азотная кислота и сколько её осталось? По уравнениям реакций, количество кислоты, вступившей в реакцию:  $n_{\text{HNO}_3} = 0,48 + 1,08 = 1,56$  моль,

т.е. кислота была в избытке и можно вычислить её остаток в растворе:

$$n_{\text{HNO}_3 \text{ ост.}} = 2 - 1,56 = 0,44 \text{ моль.}$$

7. Итак, в **итоговом растворе** содержатся:

нитрат цинка в количестве  $0,2$  моль:

$$m_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} = n \cdot M = 0,2 \cdot 189 = 37,8 \text{ г}$$

нитрат алюминия в количестве  $0,3$  моль:

$$m_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = n \cdot M = 0,3 \cdot 213 = 63,9 \text{ г}$$

избыток азотной кислоты в количестве  $0,44$  моль:

$$m_{\text{HNO}_3 \text{ ост.}} = n \cdot M = 0,44 \cdot 63 = 27,72 \text{ г}$$

8. Какова масса итогового раствора? Вспомним, что масса итогового раствора складывается из тех компонентов, которые мы смешивали (растворы и вещества) минус те продукты реакции, которые ушли из раствора (осадки и газы):

М Сумма масс  
 асса смешиваемых  
 нового = растворов и/или - осадков  
 раствора веществ  
 Масса Ма  
 - сса газов

Тогда для нашей задачи:

$m_{\text{НОВ.РАСТВОРА}} = \text{масса раствора кислоты} + \text{масса сплава металлов} - \text{масса азота}$

$$m_{\text{N}_2} = n \cdot M = 28 \cdot (0,03 + 0,09) = 3,36 \text{ г}$$

$$m_{\text{НОВ.РАСТВОРА}} = 630,3 + 21,1 - 3,36 = 648,04 \text{ г}$$

9. Теперь можно рассчитать массовые доли веществ в получившемся растворе:

$$\omega_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} = m_{\text{В-ВА}}/m_{\text{Р-РА}} = 37,8/648,04 = 0,0583$$

$$\omega_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = m_{\text{В-ВА}}/m_{\text{Р-РА}} = 63,9/648,04 = 0,0986$$

$$\omega_{\text{NO}_3 \text{ ОСТ.}} = m_{\text{В-ВА}}/m_{\text{Р-РА}} = 27,72/648,04 = 0,0428$$

Ответ: **5,83%** нитрата цинка, **9,86%** нитрата алюминия, **4,28%** азотной кислоты.

|  |      |  |
|--|------|--|
| <b>Пример 6.</b> При обработке                             | 17,4 | г смеси меди, железа и алюминия избытком |
| концентрированной азотной кислоты выделилось               | 4,48 | л газа (н.у.), а при действии на         |
| эту смесь такой же массы избытка хлороводородной кислоты — | 8,96 | л газа (н.у.).                           |
| Определите состав исходной смеси. (РХТУ)                   |      |  |

При решении этой задачи надо вспомнить, во-первых, что концентрированная азотная кислота с неактивным металлом (медь) даёт  $\text{NO}_2$ , а железо и алюминий с ней не реагируют. Соляная кислота, напротив, не реагирует с медью.

Ответ к примеру: **36,8%** меди, **32,2%** железа, **31%** алюминия.

**Задачи для самостоятельного решения.**

**1. Несложные задачи с двумя компонентами смеси.**

**1-1.** Смесь меди и алюминия массой 20 г обработали 96%-ным раствором азотной кислоты, при этом выделилось 8,96 л газа (н. у.). Определить массовую долю алюминия в смеси.

**1-2.** Смесь меди и цинка массой 10 г обработали концентрированным раствором щелочи. При этом выделилось 2,24 л газа (н.у.). Вычислите массовую долю цинка в исходной смеси.

**1-3.** Смесь магния и оксида магния массой 6,4 г обработали достаточным количеством разбавленной серной кислоты. При этом выделилось 2,24 л газа (н.у.). Найти массовую долю магния в смеси.

**1-4.** Смесь цинка и оксида цинка массой 3,08 г растворили в разбавленной серной кислоте. Получили сульфат цинка массой 6,44 г. Вычислите массовую долю цинка в исходной смеси.

**1-5.** При действии смеси порошков железа и цинка массой 9,3 г на избыток раствора хлорида меди (II) образовалось 9,6 г меди. Определите состав исходной смеси.

**1-6.** Какая масса 20%-ного раствора соляной кислоты потребуется для полного растворения 20 г смеси цинка с оксидом цинка, если при этом выделился водород объемом 4,48 л (н.у.)?

**1-7.** При растворении в разбавленной азотной кислоте 3,04 г смеси железа и меди выделяется оксид азота (II) объемом 0,986 л (н.у.). Определите состав исходной смеси.

**1-8.** При растворении  $1,11$  г смеси железных и алюминиевых опилок в  $16\%$ -ном растворе соляной кислоты ( $\rho = 1,09$  г/мл) выделилось  $0,672$  л водорода (н.у.). Найдите массовые доли металлов в смеси и определите объем израсходованной соляной кислоты.

**2. Задачи более сложные.**

**2-1.** Смесь кальция и алюминия массой  $18,8$  г прокалили без доступа воздуха с избытком порошка графита. Продукт реакции обработали разбавленной соляной кислотой, при этом выделилось  $11,2$  л газа (н.у.). Определите массовые доли металлов в смеси.

**2-2.** Для растворения  $1,26$  г сплава магния с алюминием использовано  $35$  мл  $19,6\%$ -ного раствора серной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл). Избыток кислоты вступил в реакцию с  $28,6$  мл раствора гидрокарбоната калия с концентрацией  $1,4$  моль/л. Определите массовые доли металлов в сплаве и объем газа (н.у.), выделившегося при растворения сплава.

**2-3.** При растворении  $27,2$  г смеси железа и оксида железа (II) в серной кислоте и выпаривании раствора досуха образовалось  $111,2$  г железного купороса — гептагидрата сульфата железа (II). Определите количественный состав исходной смеси.

**2-4.** При взаимодействии железа массой  $28$  г с хлором образовалась смесь хлоридов железа (II) и (III) массой  $77,7$  г. Вычислите массу хлорида железа (III) в полученной смеси.

**2-5.** Чему была равна массовая доля калия в его смеси с литием, если в результате обработки этой смеси избытком хлора образовалась смесь, в которой массовая доля хлорида калия составила  $80\%$ ?

**2-6.** После обработки избытком брома смеси калия и магния общей массой  $10,2$  г масса полученной смеси твердых веществ оказалась равной  $42,2$  г. Эту смесь обработали избытком раствора гидроксида натрия, после чего осадок отделили и прокалили до постоянной массы. Вычислите массу полученного при этом остатка.

**2-7.** Смесь лития и натрия общей массой  $7,6$  г окислили избытком кислорода, всего было израсходовано  $3,92$  л (н.у.). Полученную смесь растворили в  $80$  г  $24,5\%$ -го раствора серной кислоты. Вычислите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

**2-8.** Сплав алюминия с серебром обработали избытком концентрированного раствора азотной кислоты, остаток растворили в уксусной кислоте. Объемы газов, выделившихся в обеих реакциях измеренные при одинаковых условиях, оказались равными между собой. Вычислите массовые доли металлов в сплаве.

**3. Три металла и сложные задачи.**

**3-1.** При обработке  $8,2$  г смеси меди, железа и алюминия избытком концентрированной азотной кислоты выделилось  $2,24$  л газа. Такой же объем газа выделяется и при обработке этой же смеси такой же массы избытком разбавленной серной кислоты (н.у.). Определите состав исходной смеси в массовых процентах.

**3-2.**  $14,7$  г смеси железа, меди и алюминия, взаимодействуя с избытком разбавленной серной кислоты, выделяет  $5,6$  л водорода (н.у.). Определите состав смеси в массовых процентах, если для хлорирования такой же навески смеси требуется  $8,96$  л хлора (н.у.).

**3-3.** Железные, цинковые и алюминиевые опилки смешаны в мольном отношении  $2 : 4 : 3$  (в порядке перечисления).  $4,53$  г такой смеси обработали избытком хлора. Полученную смесь хлоридов растворили в  $200$  мл воды. Определить концентрации веществ в полученном растворе.

**3-4.** Сплав меди, железа и цинка массой  $6$  г (массы всех компонентов равны) поместили в  $18,25\%$  раствор соляной кислоты массой  $160$  г. Рассчитайте массовые доли веществ в получившемся растворе.

**3-5.** 13,8 г смеси, состоящей из кремния, алюминия и железа, обработали при нагревании избытком гидроксида натрия, при этом выделилось 11,2 л газа (н.у.). При действии на такую массу смеси избытка соляной кислоты выделяется 8,96 л газа (н.у.). Определите массы веществ в исходной смеси.

**3-6.** При обработке смеси цинка, меди и железа избытком концентрированного раствора щелочи выделился газ, а масса нерастворившегося остатка оказалась в 2 раза меньше массы исходной смеси. Этот остаток обработали избытком соляной кислоты, объем выделившегося газа при этом оказался равным объему газа, выделившегося в первом случае (объемы измерялись при одинаковых условиях). Вычислите массовые доли металлов в исходной смеси.

**3-7.** Имеется смесь кальция, оксида кальция и карбида кальция с молярным соотношением компонентов 3 : 2 : 5 (в порядке перечисления). Какой минимальный объем воды может вступить в химическое взаимодействие с такой смесью массой 55,2 г?

**3-8.** Смесь хрома, цинка и серебра общей массой 7,1 г обработали разбавленной соляной кислотой, масса нерастворившегося остатка оказалась равной 3,2 г. Раствор после отделения осадка обработали бромом в щелочной среде, а по окончании реакции обработали избытком нитрата бария. Масса образовавшегося осадка оказалась равной 12,65 г. Вычислите массовые доли металлов в исходной смеси.

**Ответы и комментарии к задачам для самостоятельного решения.**

**1-1.** 36% (алюминий не реагирует с концентрированной азотной кислотой);

**1-2.** 65% (в щелочи растворяется только амфотерный металл — цинк);

**1-3.** 37,5%;

**1-4.** 21,1%;

**1-5.** 30,1% Fe (железо, вытесняя медь, переходит в степень окисления +2);

**1-6.** 88,8 г;

**1-7.** 36,84% Fe (железо в азотной кислоте переходит в +3);

**1-8.** 75,68% Fe (железо в реакции с соляной кислотой переходит в +2); 12,56 мл раствора HCl.

**2-1.** 42,55% Ca (кальций и алюминий с графитом (углеродом) образуют карбиды  $\text{CaC}_2$  и  $\text{Al}_4\text{C}_3$ ; при их гидролизе водой или HCl выделяются, соответственно, ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$  и метан  $\text{CH}_4$ );

**2-2.** 74,3% Mg;

**2-3.** 61,76% Fe (гептагидрат сульфата железа —  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ );

**2-4.** 44,7% г;

**2-5.** 92,7%; **2-6.** 4 г;

**2-7.** 5,9%  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ , 22,9%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 5,47%  $\text{H}_2\text{O}_2$  (при окислении кислородом лития образуется его оксид, а при окислении натрия — пероксид  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , который в воде гидролизуется до пероксида водорода и щелочи);

**2-8.** 14,3% Al.

**3-1.** 36% Cu, 3,4% Al.

**3-2.** 38,1% Fe, 43,5% Cu.

**3-3.** 1,53%  $\text{FeCl}_3$ , 2,56%  $\text{ZnCl}_2$ , 1,88%  $\text{AlCl}_3$  (железо в реакции с хлором переходит в степень окисления +3);

**3-4.** 2,77%  $\text{FeCl}_2$ , 2,565%  $\text{ZnCl}_2$ , 14,86% HCl (не забудьте, что медь не реагирует с соляной кислотой, поэтому её масса не входит в массу нового раствора);

3-5. 2, 8 г Si, 5, 4 г Al, 5, 6 г Fe (кремний — неметалл, он реагирует с раствором щелочи, образуя силикат натрия и водород; с соляной кислотой он не реагирует);

3-6. 6, 9% Cu, 43, 1% Fe, 50% Zn;

3-7. 32, 4 мл;

3-8. 45, 1% Ag, 36, 6% Cr, 18, 3% Zn (хром при растворении в соляной кислоте переходит в хлорид хрома (II), который при действии брома в щелочной среде переходит в хромат; при добавлении соли бария образуется нерастворимый хромат бария)

#### Лабораторное занятие 4. Приготовление раствора заданной концентрации.

##### Концентрация растворов.

##### **Задания к работе:**

Цель: основываясь на предварительных расчетах, путем разбавления водой 1%-ного раствора  $Na_2CO_3$  приготовить 200 мл раствора соды ( $Na_2CO_3$ ) заданной концентрации. Титрованием установить точную концентрацию полученного раствора.

##### *Теоретическая часть*

Растворы представляют собой жидкие диссоционные системы, образованные частицами растворителя, растворенного вещества и тех неопределенных, но экзотермических соединений, которые между ними образуются.

Образование растворов сопровождается выделением или поглощением теплоты (теплота растворения). При этом изменяются свойства, как растворяемого вещества, так и растворителя.

Истинные растворы представляют собой гомогенные многокомпонентные дисперсные системы с размером частиц дисперсной фазы менее  $10^{-7}$  см (молекулы, ионы).

Растворитель это компонент, взятый в избытке, и агрегатное состояние которого сохраняет раствор.

Способность веществ растворяться количественно оценивают величиной растворимости. Растворимость некоторого вещества — это его концентрация в насыщенном растворе.

Коэффициент растворимости — число граммов растворенного вещества в насыщенном растворе, приходящееся на 100 г растворителя.

Молярная растворимость — количество молей растворенного вещества в одном литре растворителя.

Насыщенный раствор — раствор, находящийся в равновесии с растворенным веществом.

Величина взаимной растворимости веществ определяется их природой, а также внешними условиями (температура, давление).

Относительное содержание вещества в растворе называют концентрацией этого вещества. В зависимости от практического использования растворов применяют различные способы выражения концентрации:

Массовая доля ( $\omega$ ) — отношение массы растворенного вещества ( $m_B$ ) к массе раствора ( $m_{pa-pa}$ ).

$$\omega = \frac{m_B}{m_{pa-pa}}$$

Массовый процент, процентная концентрация ( $\omega\%$ ).

$$\omega\% = \frac{100 \cdot m_B}{m_{pa-pa}} = \frac{100 \cdot m_B}{V_{pa-pa} \cdot \rho_{pa-pa}},$$

где  $V_{pa-pa}$  — объем раствора (мл),  $\rho_{pa-pa}$  — плотность раствора (г/мл).

Молярная концентрация ( $C_M$  моль/л) – отношение числа моль растворенного вещества к объему раствора, выраженному в литрах.

$$C_M = \frac{m_B \cdot 1000}{M_B \cdot V_{ра-ра}}, \text{ моль/л}$$

Эквивалентная (нормальная) концентрация ( $C_H$ , экв/л) – отношение числа эквивалентов растворенного вещества к объему раствора, выраженному в литрах, т.е. число эквивалентов вещества в 1 л раствора.

$$C_H = \frac{m_B \cdot 1000}{\mathcal{E}_B \cdot V_{ра-ра}}, \text{ экв/л}$$

#### Экспериментальная часть

Предварительные расчеты:

Например, найти объем 1% раствора  $Na_2CO_3$ , необходимый для приготовления 200 мл (0,2 л) раствора с концентрацией  $C_H = 0,01$  экв/л.

$$C_H = \frac{m(Na_2CO_3)}{\mathcal{E}(Na_2CO_3) \cdot V_{ра-ра}}$$

$$\mathcal{E}(Na_2CO_3) = \frac{M(Na_2CO_3)}{2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/экв}$$

Рассчитаем

$$m(Na_2CO_3) = C_H \cdot \mathcal{E}(Na_2CO_3) \cdot V = 0,01 \cdot 53 \cdot 0,2 = 0,106 \text{ г}$$

$$m(1\% Na_2CO_3) = m(Na_2CO_3) \cdot 100 = 10,6 \text{ г}$$

Так как 1%-ный раствор - сильно разбавленная система, примем его плотность равной 1 г/мл и вычислим объем.

$$V(1\% Na_2CO_3) = \frac{m}{\rho} = \frac{10,6}{1,0} = 10,6 \text{ мл}$$

#### Ход работы:

1. Мерным цилиндром на 25 мл отобрать рассчитанный объем 1%-ного содового раствора (например, 10,6 мл).

2. Перенести пробу в мерную колбу объемом 200 мл и долить до метки дистиллированной водой.

3. Закрыть колбу пробкой, тщательно перемешать готовый раствор.

Установление точной концентрации полученного раствора

Для определения концентрации полученного раствора проводится титрование аналитической пробы раствором  $HCl$  с точно известной концентрацией  $C_{HCl} = 0,1$  экв/л.

1. Пробу раствора отобрать пипеткой (например, 20 мл) и перенести в коническую колбу для титрования.

2. Добавить 2-3 капли индикатора «метилоранж», раствор окрасится в желтый цвет.

3. Из бюретки по каплям при постоянном перемешивании добавлять раствор  $HCl$  до резкого изменения цвета с желтого на оранжевый (точка эквивалентности).

4. Отметить объем кислоты, пошедшей на титрование. Опыт провести 3 раза, результаты усреднить.

Например:  $V_1 = 2,2 \text{ мл}$

$$V_2 = 2,25 \text{ мл} \quad V_{cp} = \frac{2,2 + 2,25 + 2,2}{3} = 2,22 \text{ мл}$$

$$V_3 = 2,2 \text{ мл}$$

5. Рассчитать точную концентрацию содового раствора по формуле

$$V(Na_2CO_3) \cdot C_H(Na_2CO_3) = V(HCl) \cdot C_H(HCl)$$

$$C_{Na_2CO_3} = \frac{V_{cp} \cdot 0,1}{V_{Na_2CO_3}} = \frac{2,22 \cdot 0,1}{20} = 0,011 \text{ экв/л}$$

6. Расчет ошибок.

$$\text{Абсолютная ошибка } \Delta = |C_{\text{опыт}} - C_{\text{задан}}| = 0,011 - 0,01 = 0,001$$

$$\delta = \frac{\Delta}{C_{\text{задан}}} \cdot 100\% = \frac{0,001 \cdot 100\%}{0,01} = 10\%$$

Относительная ошибка

Выводы:

1. Из 1% раствора соды приготовлен раствор с концентрацией  $C_H = 0,01$  экв/л.
2. Установлена точная концентрация приготовленного раствора, равная 0,011 экв/л.

3. Относительная погрешность опыта составила 10%.

*Подведение итогов:* отчет по результатам работы.

### Лабораторное занятие 5. Решение задач по теме «Вода. Растворы. Растворение».

#### **Задания к работе:**

**Задача 1.** В 400 мл. воды при 200С может раствориться 48 г. сульфата калия. Какова растворимость сульфата калия при данной температуре?

**Дано:**

$$m(\text{в-ва}) = 48 \text{ г.}$$

$$V_{\text{р-ля}} = 400 \text{ мл} = 0,4 \text{ л}$$

**Решение:**

$$K_p = \frac{m_{\text{в-ва}}(\text{г})}{V_{\text{р-ля}}(\text{л})} ; K_p = \frac{48 \text{ г}}{0,4 \text{ л}} = 120 \text{ г/л}$$

**Ответ:**  $K_p(\text{K}_2\text{SO}_4) = 120 \text{ г/л}$

**Kp – ?**

\*\*\* *Интересный факт.* Поскольку сульфат калия признан безопасной пищевой добавкой, он разрешен к применению в странах Европейского Союза и на территории Российской Федерации. Чаще всего свое применение сульфат калия как добавка находит в качестве заменителя соли. Кроме этого, он выступает в качестве регулятора кислотности в напитках

**Задача 2.** Тигр приготовил при 200С 2 раствора: 5 литров раствора хлорида меди (II) – (голубой раствор) и 3 литра раствора хлорида железа (III) – (желтый раствор). Для приготовления растворов он взял 2,8 кг. FeCl3 и 3,2 кг. CuCl2. Какой из растворов у него получился насыщенным, а какой – нет?

При 200С растворимость CuCl2 равна 730 г/л, растворимость FeCl3 равна 920 г/л

**Решение:** Растворимость CuCl2 равна 730 г/л, следовательно, для приготовления 5 литров насыщенного раствора ему нужно  $730 \times 5 = 3650$ , он взял  $3,2 \text{ кг} = 3200 \text{ г}$ . Значит, раствор **ненасыщенный**.

Растворимость FeCl3 равна 920 г/л следовательно, для приготовления 3 литров насыщенного раствора ему нужно  $920 \times 3 = 2760$ , он взял  $2,8 \text{ кг} = 2800 \text{ г}$ . Значит, раствор **насыщенный**.

**Задача 3.** Вычислите массовую долю раствора в %, который получится, если 50 г. вещества растворили в 450 г. воды.

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Дано:</b>                       | <b>Решение:</b>   |
| $m_{\text{в-ва}} = 50 \text{ г.}$  | $w\% = \frac{m_{\text{в}} - v_{\alpha}(z)}{m_{\text{р-ра}} - p_{\alpha}(z)} \times 100\%$ |
| $m_{\text{р-ля}} = 450 \text{ г.}$ | $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{р-ля}}$                                     |
|                                    | $m_{\text{р-ра}} = 50 \text{ г.} + 450 \text{ г.} = 500 \text{ г.}$                       |
| $w\% - ?$                          | $w\% = \frac{50 \text{ г}}{500 \text{ г}} \times 100\% = 10\%$                            |
|                                    | <b>Ответ:</b> $w\% = 10\%$  |

**Задача 4.** Вычислите массу воды и массу соли, которые необходимо взять, чтобы приготовить 300г раствора с массовой долей 15%.

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Дано:</b>                      | <b>Решение:</b>   |
| $m_{\text{р-ра}} = 300 \text{ г}$ | $w\% = \frac{m_{\text{в}} - v_{\alpha}(z)}{m_{\text{р-ра}} - p_{\alpha}(z)} \times 100\% \Rightarrow m_{\text{в}} - v_{\alpha} = \frac{m_{\text{р-ра}} - p_{\alpha} \times w\%}{100\%}$ |
| $w\% = 15\%$                      | $m_{\text{в}} - v_{\alpha} = \frac{300 \text{ г} \times 15\%}{100\%} = 45 \text{ г}$  |
|                                   | $m_{\text{р-ля}} = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в-ва}} = 300 \text{ г} - 45 \text{ г} = 255 \text{ г.}$   |
| $m_{\text{в-ва}} - ?$             |   |
| $m_{\text{р-ля}} - ?$             | <b>Ответ:</b> $m_{\text{в-ва}} = 45 \text{ г.}, m_{\text{р-ля}} = 255 \text{ г.}$   |

Задачи решаются в парах – 30 мин.

**Задача 1.** Для того, чтобы обработать цветы, Винни-Пуху нужно приготовить 2 кг. 2%-ного раствора нитрата натрия. Помогите ему вычислить массу воды и массу соли, которые ему нужно взять?

**Задача 2.** Героям этого мультфильма нужно обработать музыкальные инструменты некоторым 20%-ным секретным раствором. У них есть 700 г. этого раствора с концентрацией 45%. Сколько воды им нужно долить, чтобы получить то, что нужно?

**Задача 3.** Выполните задание тетушки Совы. Вычислите массовую долю раствора, который получится, если 120 г. соли растворить в 1,4 кг. воды.

**Задача 4.** Знахарь смешал два раствора: 150 г. 25% -ного раствора и 400 г. 42%-ного раствора. Помогите ему вычислить массовую долю полученного раствора.

**Задача 5.** Машенька для бульона взяла 700 г. воды, добавила 1,5 чайных ложки соли (15 г.), попробовала – раствор показался ей слишком соленым, и она добавила 500 г. воды. Раствор с какой массовой долей соли получился у Машеньки в итоге?

**Задача 6.** Мыши помогли Золушке приготовить волшебный раствор. Они взяли два раствора: 200 г. 10%-ного раствора секретного вещества и 250 г. 25%-ного раствора этого же вещества. Затем они добавили к полученному раствору 30 г вещества. Сколько воды нужно долить Золушке, чтобы массовая доля раствора была равна 15%?

### Лабораторное занятие 6. Закалка и отпуск стали. Ознакомление со структурами серого и белого чугуна. Распознавание руд железа.

#### **Задания к работе:**

Распознавание руд железа.

Цель: закрепление и углубление знаний о закалке и отпуске стали; знакомство со структурами серого и белого чугуна; распознавание руд железа; выработка умений логического последовательного изложения материала.

*Теоретические основы:*

*Чугун* — сплав на основе железа, содержащий от 2 до 4,5% углерода, а также марганец, кремний, фосфор и серу. Чугун значительно тверже железа, обычно он очень хрупкий, не куется, а при ударе разбивается. Этот сплав применяется для изготовления

различных массивных деталей методом литья, так называемый литейный чугун и для переработки в сталь — перепельный чугун.

В зависимости от состояния углерода в сплаве различают серый и белый чугун.

*Белые чугуны* образуются при быстром охлаждении. В своей структуре они содержат большое количество цементита, обладающего высокой твердостью, прочностью, хрупкостью и имеющего белый цвет, чем и обусловлен цвет и название белых чугунов. Из-за большого количества цементита в своей структуре белые чугуны обладают высокой твердостью, износостойкостью, хрупкостью и поддаются обработке резанием только сверхтвердыми сплавами.

*Серые чугуны* образуются только при малых скоростях охлаждения в узком интервале температур, когда мала степень переохлаждения жидкой фазы. В этих условиях весь углерод или его большая часть графитизируется в виде пластинчатого графита, а содержание углерода в виде цементита составляет не более 0,8 %. Графитизация чугуна и ее полнота зависит от скорости охлаждения, химического состава и наличия центров графитизации.

| Вид         | Состав   | Свойства   | Применение   |
|-------------|--|--|--|
| Серый чугун | Содержит 1,7—4,3% С, 1,25—4,0% Si и до 1,5% Mn. Из-за большого содержания кремния снижается растворимость углерода, поэтому углерод находится в свободном состоянии в виде графита | Сравнительно мягкий и поддающийся механической обработке материал. Свободный углерод придает чугуну вязкость | Производство литых деталей (шестерни, колеса, трубы и т. д.) |
| Белый чугун | Содержит 1,7—4,3% С, более 4% Mn, но очень мало кремния. Углерод в основном содержится в виде цементита — карбида железа Fe <sub>3</sub> C   | Твердый и хрупкий материал. Эти свойства придает цементит, который обладает большой твердостью               | Переработка в сталь  |

*Сталь* — сплав на основе железа, содержащий менее 2% углерода. По химическому составу стали разделяют на два основных вида: углеродистая и легированная. Углеродистая сталь представляет собой сплав железа главным образом с углеродом, но, в отличие от чугуна, содержание в ней углерода, а также Mn, Si, P и S гораздо меньше.

В зависимости от количества углерода стали подразделяют на мягкие (содержание углерода не превышает 0,3%), средней твердости (углерода несколько больше, чем в мягких) и твердые (углерода может быть до 2%). Из мягкой и средней твердости стали делают детали машин, трубы, болты, гвозди, скрепки, а из твердой — различные инструменты.

Легированная сталь — это тоже сплав железа с углеродом, только в него введены еще специальные, легирующие добавки: хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий и др. Легирующие добавки придают сплаву особые качества. Так, хромоникелевые стали очень пластичные, прочные, жаростойкие, кислотоупорные, устойчивые против коррозии (ржавления). Они применяются в строительстве (например, облицовка колонн станции «Маяковская» московского метро выполнена из хромоникелевой стали), а также для изготовления нержавеющей посуды домашнего обихода (ножей, вилок, ложек), всевозможных медицинских и других инструментов. Хромомолибденовые и хромованадиевые стали очень твердые, прочные и жаростойкие. Они используются для изготовления трубопроводов, компрессоров, двигателей и многих других деталей машин современной техники.

Хромовольфрамовые стали сохраняют большую твердость при очень высоких температурах. Они служат конструкционным материалом для быстрорежущих инструментов.

Значительная химическая активность металлов (взаимодействие с кислородом воздуха, другими неметаллами, водой, растворами солей, кислотами) приводит к тому, что в земной коре они встречаются главным образом в виде соединений: оксидов, сульфидов, сульфатов, хлоридов, карбонатов и т. д.

В свободном виде встречаются металлы, расположенные в ряду напряжений правее водорода (Ag, Hg, Pt, Au, Cu), хотя гораздо чаще медь и ртуть в природе можно встретить в виде соединений.

Металлы встречаются в природе как в свободном состоянии (самородные металлы), так и, главным образом, в виде химических соединений.

В виде самородных металлов находятся наименее активные металлы. Типичными их представителями являются золото и платина. Серебро, медь, ртуть, олово могут находиться в природе как в самородном состоянии, так и в виде соединений, все остальные металлы (стоящие в ряду стандартных электродных потенциалов до олова) — только в виде соединений с другими элементами.

Минералы и горные породы, содержащие металлы и их соединения, из которых выделение чистых металлов технически возможно и экономически целесообразно, называют *рудами*.

Минералы и горные породы, содержащие металлы или их соединения и пригодные для промышленного получения металлов, называются *рудами*.

Важнейшими рудами металлов являются их оксиды и соли (сульфиды, карбонаты и др.). Если руды содержат соединения двух или нескольких металлов, то они называются полиметаллическими рудами (например, медноцинковые, свинцово-серебряные и др.). Получение металлов из руд — задача металлургии.

Отвечаем на вопросы:

1. Дайте определение чугуна, стали.
2. Какие соединения называют руды, полиметаллической руды?

#### **Ход работы:**

*Опыт 1.* Проведение закалки и отпуска стали.

Оборудование и реактивы: тигельные щипцы, горелка, швейная игла или лезвие безопасной бритвы.

Швейную иглу или лезвие безопасной бритвы возьмите тигельными щипцами, раскалите на пламени горелки и постепенно охладите. Игла или лезвие теряют свою упругость, их можно легко согнуть. Произошел отпуск стали.

Если иголку или половинку лезвия снова накаливать до красна и немедленно охладить в холодной воде, то они перестанут гнуться, а при попытке согнуть их — ломаются. Произошла закалка стали.

Наблюдаем за тем, что происходит, отвечаем на вопрос: чем отличается отпущенная сталь от закалённой?

*Опыт 2.* Ознакомление со структурами серого и белого чугуна.

Оборудование и реактивы: образцы серого и белого чугуна.

Внимательно рассмотрите внешний вид и сколы образцов серого и белого чугуна. Эти образцы имеют зернистую поверхность и многочисленные плоские грани на сколе.

В сером чугуне углерод присутствует преимущественно в виде графита. Через лупу можно заметить темные прожилки. Графит придает чугуну характерный цвет и хрупкость.

В белом чугуне углерод присутствует преимущественно в виде соединения с железом — цементита Fe<sub>3</sub>C. Цементит придает белому чугуну твердость и хрупкость.

Наблюдаем за тем, что происходит, отвечаем на вопрос: где применяют серый, а где белый чугун?

*Опыт 3.* Распознавание железных руд.

Оборудование и реактивы: образцы железных руд — гематита, лимонита и магнетита.

Возьмите образцы трех типов железных руд — гематита, лимонита и магнетита. Проведите ими по стенке фарфоровой ступки или обратной стороне белой кафельной плитки.

По цвету остающейся полосы можно идентифицировать руду. Гематит оставляет на фарфоре полосу бурого цвета, лимонит — желтого, магнетит — черного.

Наблюдаем за тем, что происходит, результаты оформляем в таблицу

| наименование руды<br>железа | цвет полосы на<br>фарфоре |
|-----------------------------|---------------------------|
| гематит                     |                           |
| лимонит                     |                           |
| магнетит                    |                           |

Выполняем задание: Железо сгорает в кислороде, образуя железную окалину, имеющую состав  $Fe_3O_4$ . Запишите процесс сгорания железа в виде химического уравнения реакции.

Сделайте общий вывод.

([www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) - Учебные материалы; [www.amgpgu.ru](http://www.amgpgu.ru) - Лекционный курс; [www.uchportal.ru](http://www.uchportal.ru) – Учительский портал).

### **Лабораторное занятие 7. Получение, соби́рание и распознавание газов.**

#### **Физические и химические свойства газов.**

#### **Задания к работе:**

##### **Вариант 1.**

*Опыт 1.* Получение, соби́рание и распознавание водорода.

Соберите прибор для получения газов и проверьте его на герметичность. В пробирку положите 1—2 гранулы цинка и прилейте в нее 1—2 мл соляной кислоты. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой (см. рис. 43) и наденьте на кончик трубки еще одну пробирку. Подождите некоторое время, чтобы пробирка заполнилась выделяющимся газом.

Снимите пробирку с водородом и, не переворачивая ее, поднесите к горячей спиртовке. Если водород взрывается с глухим хлопком, то он чистый, а если с «ляющим» звуком, значит, водород собран в смеси с воздухом («гремучий газ»).

#### **Вопросы и задания**

1. Что происходит при взаимодействии цинка с соляной кислотой? Составьте уравнение реакции и дайте ее характеристику по всем изученным признакам классификации химических реакций.

2. Рассмотрите записанную реакцию с точки зрения процессов окисления-восстановления.

3. Опишите физические свойства водорода, непосредственно наблюдаемые при проведении опыта.

4. Опишите, как можно распознать водород.

*Ответы:* Собрали прибор для получения газов и проверили его на герметичность. В пробирку положили 1-2 гранулы цинка и прилили в нее 1-2 мл соляной кислоты. Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой и надели на кончик трубки еще одну пробирку, подождали некоторое время, чтобы пробирка заполнилась выделяющимся газом.

Сняли пробирку с водородом и не переворачивая ее поднесли к горячей спиртовке. Чистый водород взрывается с глухим хлопком.

1. При взаимодействии цинка с соляной кислотой выделяется газ — водород.  $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$

Это экзотермическая реакция замещения необратимая, некаталитическая, окислительно-восстановительная.

2.  $Zn^0 - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$  — окисление,

$2H^{+1} + 2e^- \rightarrow H_2^0$  — восстановление.

3. Водород — газ без цвета и запаха, легче воздуха, растворим в воде.

4. Водород при поднесении к открытому пламени взрывается глухим хлопком.

**Опыт 2.** Получение, сбор и распознавание аммиака



Соберите прибор, как показано на рисунке 113, и проверьте его на герметичность.

В фарфоровую чашку насыпьте хлорид аммония и гидроксид кальция объемом по одной ложечке для сжигания веществ. Смесь перемешайте стеклянной палочкой и высыпьте в сухую пробирку. Закройте ее пробкой и укрепите в лапке штатива (обратите внимание на наклон пробирки относительно отверстия!). На газоотводную трубку наденьте сухую пробирку для собирания аммиака.

Пробирку со смесью хлорида аммония и гидроксида кальция прогрейте сначала всю (2—3 движения пламени), а затем в том месте, где находится смесь.

Для обнаружения аммиака поднесите к отверстию перевернутой вверх дном пробирки влажную фенолфталеиновую бумажку.

Прекратите нагревание смеси. Пробирку, в которой собран аммиак, снимите с газоотводной трубки. Конец газоотводной трубки сразу же закройте кусочком мокрой ваты.

Немедленно закройте отверстие снятой пробирки большим пальцем и опустите в сосуд с водой. Палец отнимите только под водой. Что вы наблюдаете? Почему вода поднялась в пробирке? Закройте пальцем отверстие пробирки под водой и выньте ее из сосуда. Добавьте в пробирку 2—3 капли раствора фенолфталеина. Что наблюдаете?

Проведите аналогичную реакцию между растворами щелочи и соли аммония при нагревании. Поднесите к отверстию пробирки влажную индикаторную бумажку. Что наблюдаете?

**Вопросы и задания**

1. Что происходит при взаимодействии хлорида аммония и гидроксида кальция?

Составьте уравнение реакции и дайте ее характеристику по всем изученным признакам классификации химических реакций.

2. Опишите физические свойства аммиака, непосредственно наблюдаемые в опыте.

3. Опишите не менее двух способов распознавания аммиака.

*Ответы:* Собрали прибор для получения аммиака и проверили его на герметичность. В фарфоровую чашку насыпали хлорид аммония и гидроксид кальция объемом по 1 ложечке для окисления веществ. Смесь перемешали стеклянной палочкой и высыпали в сухую пробирку. Закрыли ее пробкой и укрепили на лапке штатива. На

газоотводную трубку надели сухую пробирку для собирания аммиака. Пробирку со смесью хлорида аммония и гидроксида кальция нагрели.

1. При взаимодействии хлорида аммония и гидроксида кальция образуется  $\text{NH}_4\text{OH}$ , который неустойчив и разлагается с образованием аммиака



Экзотермическая реакция обмена, необратимая, некаталитическая, не окислительно-восстановительная.

2. Аммиак — бесцветный газ с резким запахом, легче воздуха, хорошо растворим в воде.

3. Для обнаружения аммиака можно использовать влажную фенолфталеиновую бумажку, которая при этом окрасится в малиновый цвет.

Вариант 2.

Опыт 1. Получение, собирание и распознавание кислорода



Соберите прибор, как показано на рисунке 114, и проверьте его на герметичность. В пробирку насыпьте примерно на  $\frac{1}{4}$  ее объема перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  и у отверстия пробирки положите рыхлый комочек ваты. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Укрепите пробирку в лапке штатива так, чтобы конец газоотводной трубки доходил почти до дна сосуда, в котором будет собираться кислород. Наличие кислорода в сосуде проверьте тлеющей лучинкой.

Вопросы и задания

1. Что происходит при нагревании перманганата калия? Составьте уравнение реакции и дайте ее характеристику по всем изученным признакам классификации химических реакций.

2. Рассмотрите записанную реакцию с точки зрения процессов окисления-восстановления.

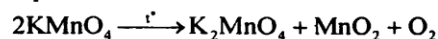
3. Опишите физические свойства кислорода, непосредственно наблюдаемые в опыте.

4. Опишите, как вы распознавали кислород.

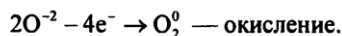
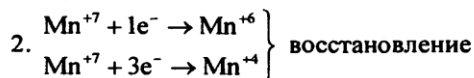
Ответы: Собрали прибор для получения кислорода и проверили его на герметичность. В пробирку насыпали примерно на  $\frac{1}{4}$  ее объема перманганата калия у отверстия пробирки положили рыхлый комочек ваты.

Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Укрепили пробирку в лапке штатива так, чтобы конец газоотводной трубки доходил почти до дна сосуда, в котором будет собираться кислород.

1. При нагревании перманганат калия разлагается с образованием кислорода.



Это реакция разложения, эндотермическая, некаталитическая, необратимая, окислительно-восстановительная.



3. Кислород — бесцветный газ, без запаха, тяжелее воздуха, растворим в воде.

4. Наличие кислорода в сосуде проверяют тлеющей лучинкой. При наличии — она вспыхивает.

*Опыт 2.* Получение, сбор и распознавание оксида углерода (IV)

В пробирку поместите несколько кусочков мела или мрамора и прилейте 1—2 мл разбавленной соляной кислоты. Быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки опустите в другую пробирку, в которой находится 2—3 мл известковой воды.

Несколько минут наблюдайте, как через известковую воду проходят пузырьки газа.

Вопросы и задания

1. Что происходит при взаимодействии мела или мрамора с соляной кислотой?

Составьте уравнение реакции и дайте ее характеристику по всем изученным признакам классификации химических реакций.

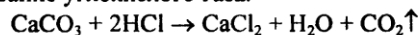
2. Рассмотрите проведенную реакцию в свете теории электролитической диссоциации.

3. Опишите физические свойства оксида углерода (IV), непосредственно наблюдаемые в опыте.

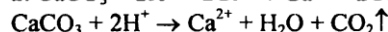
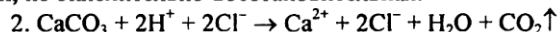
4. Опишите, как вы распознавали оксид углерода (IV).

*Ответы:* В пробирку поместили несколько кусочков мела и прилили 1 мл разбавленной соляной кислоты. Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки опустили в другую пробирку, в которой находится 2-3 мл известковой воды. Наблюдаем как через известковую воду проходят пузырьки газа.

1. При взаимодействии мела с соляной кислотой происходит образование углекислого газа.

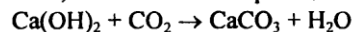


Это реакция обмена, экзотермическая, некаталитическая, обратимая, не окислительно-восстановительная.



3. Оксид углерода (IV) — бесцветный газ, без запаха, тяжелее воздуха, растворим в воде.

4. После прохождения пузырьков газа, через известковую воду она мутнеет, т.к. имеет место реакция



Эта реакция является качественной на углекислый газ.

## Лабораторное занятие 8. Решение экспериментальных задач по теме Металлы.

### Физические свойства металлов.

#### **Задания к работе:**

Цель: применить знания, полученные при изучении темы «Металлы», в экспериментальном решении задач; закрепить навыки проведения химического эксперимента.

Планируемые результаты: знать свойства металлов главных подгрупп ПСХЭ Д.И. Менделеева и железа; уметь применять полученные и теоретические знания о химии металлов в практических работах, проводить опыты по осуществлению реакций в

соответствии с правилами пользования химической посудой и правилами безопасного обращения с химическими веществами, описывать наблюдения и характеризовать результаты выполненных опытов, составлять уравнения реакций, характеризующих свойства металлов и их соединений.

Оборудование: лабораторный штатив, штатив с пробирками, воронка.

Реактивы: карбонат кальция, сульфат натрия, хлорид калия, железные скрепки; растворы соляной кислоты, серной кислоты, хлорида бария, красной кровяной соли, сульфата меди (II).

### Ход работы:

Инструкция по технике безопасности при проведении практической работы

Пододвиньте к себе лоток и работайте только над лотком.

При работе со стеклом (пробирки, колбы, стаканы, трубки) всегда помните, что стекло - очень хрупкий материал и что его легко разбить. Поэтому избегайте чрезмерных усилий.

При работе с растворами кислот и щелочей проявите осторожность. Если кислота или щелочь попала на кожу – не паникуйте, а сообщите об этом учителю, и немедленно промойте большим количеством проточной воды.

При работе с веществами наливайте небольшие количества. Не забывайте закрывать склянки с веществами.

После окончания работы, уберите за собой посуду, вылейте вещества в сосуд для отработанных реактивов, уберите рабочее место, сдайте лоток на стол учителю.

#### *Экспериментальная задача №1.*

В трех пробирках находятся следующие вещества:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ .

Опытным путем определите, в какой пробирке находится каждое из выданных вам веществ. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном видах.

#### *Экспериментальная задача №2.*

Получите сульфат железа (II), исходя из железа. Докажите качественный состав сульфата железа(II). Запишите уравнения проделанных реакций и разберите окислительно-восстановительные процессы.

Практическую работу оформите в виде отчета в тетради.

*Отчет:* Оборудование: лабораторный штатив, штатив с пробирками, воронка, стеклянная палочка \_\_\_\_\_

Реактивы: карбонат кальция, сульфат натрия, хлорид калия, железные скрепки; растворы соляной кислоты, серной кислоты, хлорида бария, красной кровяной соли, сульфата меди(II).

#### *Задание 1.*

Определить, какие вещества находятся в пробирках № 1, 2, 3



1) Из трёх выданных веществ два являются растворимыми ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ), а  $\text{CaCO}_3$  – нерастворимым (по данным таблицы растворимости). Поэтому добавим воду во все три пробирки.

2) Вещества в пробирках №2 и №1 растворились. Вещество в пробирке №3 не растворилось в воде, следовательно, в ней находится карбонат кальция.

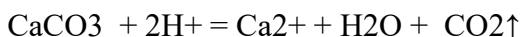
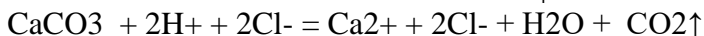
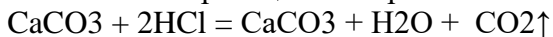
3) Для большей уверенности можно провести качественную реакцию на карбонат-ион. Добавим раствор соляной кислоты в пробирку №3

Наблюдаем выделение газа

Вывод: В пробирке №3 находится карбонат кальция

Уравнение реакции (в молекулярной и ионной формах):

Качественная реакция на карбонат-ион

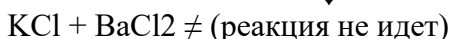
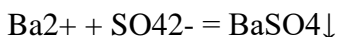
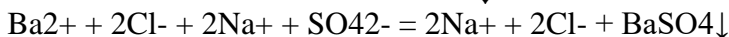
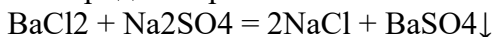


4) для дифференциации содержимого пробирок №1 и №2 добавим в обе пробирки раствор хлорида бария.

В пробирке №2 наблюдаем выделение белого осадка, в пробирке №1 никаких изменений не происходит.

Вывод: В пробирке №2 находится сульфат натрия, а в пробирке №1 – хлорид калия

Уравнение реакции (в молекулярной и ионной формах): Взаимодействие сульфата натрия с хлоридом бария



#### Задание 2.

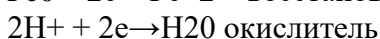
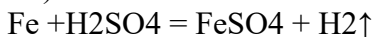
Получите сульфат железа (II), исходя из железа. Докажите качественный состав сульфата железа (II).

1-й способ: В пробирку с железными скрепками прильем разбавленный раствор серной кислоты

Наблюдаем растворение железа и выделение водорода

Вывод: В результате реакции образуется сульфат железа (II)

Уравнение реакции (в молекулярной форме, окислительно-восстановительные процессы):



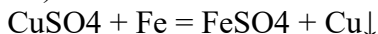
2-й способ: В пробирку с раствором сульфата меди (II) добавим железные скрепки

Наблюдаем изменение окраски раствора со светло-голубого до зелено-желтого.

Раствор мутнеет. Выделяется медь красного цвета.

Вывод: В результате реакции образуется сульфат железа (II)

Уравнение реакции (в молекулярной форме, окислительно-восстановительные процессы):



*Проанализируйте, сделайте выводы.*

### Лабораторное занятие 9. Решение экспериментальных задач по теме Неметаллы.

#### Физические свойства неметаллов.

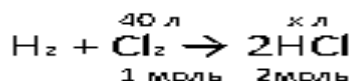
##### **Задания к работе:**

*Задача №1.* Какой объем хлороводорода может быть получен из 40 л хлора и водорода, если объемы газов измерены при одинаковых условиях?

Дано:  
 $V(\text{Cl}_2) = 40 \text{ л}$

Найти:  
 $V(\text{HCl}) = ?$

Решение:



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{40}{x} = \frac{1}{2}$$

$$x = 40 \cdot 2 / 1$$

$$x = 80$$

$$V(\text{HCl}) = 80 \text{ л}$$

Ответ: 80 л хлороводорода

**Задача №2.** Какой объем оксида углерода (IV) (н. у.) получится при разложении известняка ( $\text{CaCO}_3$ ) массой 500 г, содержащего 20% примесей?

Дано:  
 $m(\text{известняк}) = 500 \text{ г}$   
 $\omega(\text{примеси}) = 20\%$   
или 0,2  
Найти:  
 $V(\text{CO}_2) = ?$

Решение:

$$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{известняк}) \cdot (1 - \omega(\text{примеси})) = 500 \text{ г} \cdot (1 - 0,2) = 400 \text{ г}$$

$$\frac{400 \text{ г}}{\text{CaCO}_3} = \frac{x \text{ л}}{2\text{CO}_2}$$



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaCO}_3) = 400 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3)$$

$$n(\text{CO}_2) = 4 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_n = 4 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 89,6 \text{ л}$$

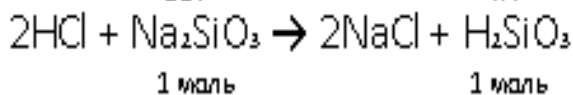
$$\text{Ответ: } 89,6 \text{ л CO}_2.$$

**Задача №3.** Рассчитайте массу кремниевой кислоты (принимая ее состав  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ), полученной при действии на раствор силиката натрия объемом 400 мл с массовой долей соли 20% (плотность раствора 1,1 г/мл) избытка соляной кислоты. /маж9баллов/

Дано:  
 $V(\text{p-p Na}_2\text{SiO}_3) = 400 \text{ мл}$   
 $\omega(\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{p-p}) = 20\%$   
 $\rho = 1,1 \text{ г/мл}$   
 Найти:  
 $m(\text{H}_2\text{SiO}_3) - ?$

Решение:

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = V(\text{p-p Na}_2\text{SiO}_3) \cdot \rho \cdot \omega(\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{p-p}) = 400 \cdot 1,1 \cdot 0,2 = 88 \text{ (г)}$$



$$n(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) / M(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 88 \text{ г} / 122 \text{ г/моль} = 0,72 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SiO}_3) = n(\text{Na}_2\text{SiO}_3)$$

$$n(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 0,72 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SiO}_3) = n(\text{H}_2\text{SiO}_3) \cdot M(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 0,72 \text{ моль} \cdot 78 \text{ г/моль} = 56,2 \text{ г}$$

Ответ: 56,2 г  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

Решают задачу, оценивая каждый этап решения задачи/дано, уравнение реакции, формулы, решение задачи.

Рефлексия.

**Лабораторное занятие 10. Диены и каучуки. Ознакомление с коллекцией каучуков и образцами изделий из резины. Натуральные и синтетические каучуки. Резина.**

**Задания к работе:**

Цель: ознакомиться с коллекцией каучуков и образцами изделий из резины, уметь самостоятельно работать с новыми источниками информации  
 Оборудование: коллекция каучуков и образцами изделий из резины.

Ход работы:

*Задание 1.* Растворите 3 капли резинового клея и кусочек резины в бензине и в воде. Добавьте в каждую пробирку по 1 мл перманганата калия, встряхните пробирки. Что вы обнаружили. Сделайте вывод о составе каучука на неопределённость характера.

*Задание 2.* Измерьте линейкой поочерёдно длину полосок каучука и резины и запишите результаты в таблицу, затем растяните их и снова измерьте их длину.

Попробуйте на разрыв полосок. Сделайте вывод об эластичности каучука и резины.

*Задание 3.* Рассмотрите коллекцию «Каучуки и резина», проверьте образцы на твёрдость и эластичность, заполните таблицу в тетради.

Виды каучуков.

| № | Название | Свойства | Формула | Применение |
|---|----------|----------|---------|------------|
|   |          |          |         |            |

Образец отчёта.

*Задание 1.* Обесцвечивание раствора перманганата калия указывает на наличие двойных связей в молекулах каучука, на его неопределённый характер.

*Задание 2.* Каучук и резина - эластичные материалы, резина менее эластична, чем каучук.

Эластичность это способность обратимо изменять форму под действием силы.

*Задание 3.* Рассмотрите коллекцию «Каучуки и резина», проверьте образцы на твёрдость и эластичность, заполните таблицу в тетради.

Виды каучуков.

| № | Название | Свойства | Формула | Применение |
|---|----------|----------|---------|------------|
|   |          |          |         |            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Натуральный каучук                      | Высокая эластичность<br>Непроницаемость для воды и газов<br>Низкая термическая устойчивость<br>Набухание и разрушение в нефтепродуктах    | Для получения резины                          |
| 2 | Синтетический бутадиеновый каучук - СКБ | Менее эластичен, чем НК<br>Непроницаемость для воды и газов<br>Низкая термическая устойчивость<br>Набухание и разрушение в нефтепродуктах | Для получения резины                          |
| 3 | Синтетический дивиниловый каучук - СКД  | Высокая эластичность<br>Непроницаемость для воды и газов<br>Низкая термическая устойчивость<br>Набухание и разрушение в нефтепродуктах    | В производстве шин                            |
| 4 | Синтетический изопреновый каучук - СКИ  | Высокая эластичность<br>Непроницаемость для воды и газов<br>Низкая термическая устойчивость<br>Набухание и разрушение в нефтепродуктах    | В производстве шин                            |
| 5 | Синтетический хлорпреновый каучук - СКХ | Высокая эластичность<br>Непроницаемость для воды и газов<br>Низкая термическая устойчивость   | Для изготовления бензо- и маслостойкой резины |

Задание № 4. Заполните таблицу «Важнейшие виды каучуков и их применение».

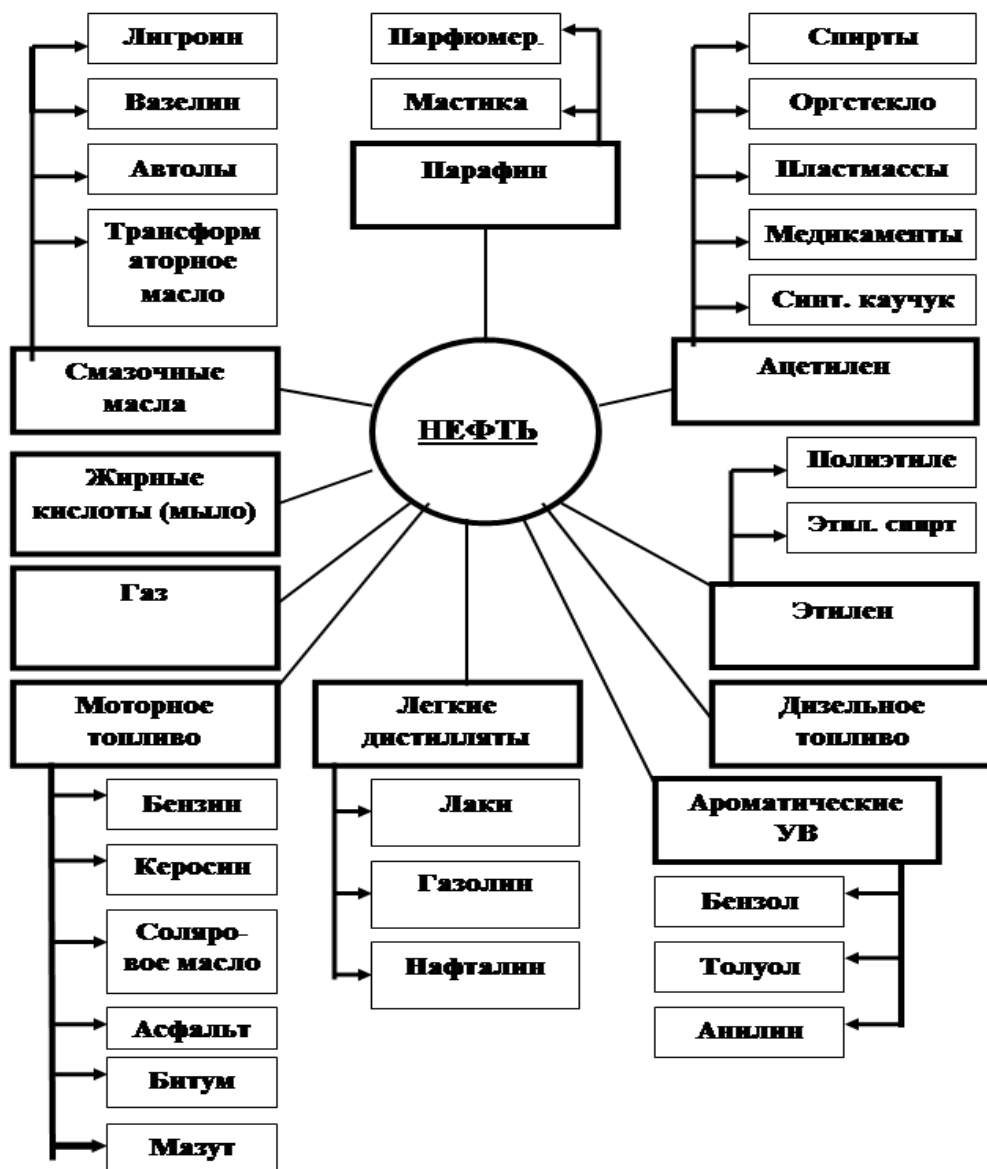
| Название                   | Исходные вещества (мономеры)  | Химическая формула полимера | Важнейшие св-ва и применение |
|----------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| Бутадиеновый каучук        | $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$<br>1,3-бутадиен                     |                             |                              |
| Дивиниловый каучук         | $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$<br>1,3-бутадиен                     |                             |                              |
| Изопреновый каучук         | $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$<br>2-метил-1,3-бутадиен |                             |                              |
| Хлорпреновый каучук        | $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{Cl}) - \text{CH} = \text{CH}_2$<br>2-хлор-1,3-бутадиен    |                             |                              |
| Бутадиен-стирольный каучук | $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$<br>1,3-бутадиен стирол              |                             |                              |

**Лабораторное занятие 11. Природные источники углеводородов. Ознакомление с коллекцией образцов нефти и продуктов ее переработки.**

**Задания к работе:**

Цель: обобщить и систематизировать знания об углеводородах; ознакомиться с образцами нефти, уметь самостоятельно работать с новыми источниками информации  
Оборудование: коллекция «Нефть и продукты ее переработки».

Схема № 1. Продукты переработки нефти



**Ход работы:**

Задание № 1. Ознакомление с различными видами природных источников углеводородов. Заполните таблицу.

| ПИУ                              | Природный и попутный газы | Нефть | Уголь |
|----------------------------------|---------------------------|-------|-------|
| 1. Агрегатное состояние и состав |                           |       |       |
| 2. Запасы                        |                           |       |       |

|                |  |  |  |
|----------------|--|--|--|
| 3. Переработка |  |  |  |
| 4. Применение  |  |  |  |

*Задание № 2.* Ознакомление с коллекцией «Нефть и продукты ее переработки». Заполните таблицу.

| Продукты НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ | Свойства (агр. сост., цвет, особенности) | Применение |
|---------------------------|--|------------|
| 1. Газ                    |  |            |
| 2. Бензин                 |  |            |
| 3. Керосин                |  |            |
| 4. Мазут                  |  |            |
| 5. Гудрон                 |  |            |

**Лабораторное занятие 12.** Растворение глицерина в воде. Свойства уксусной кислоты, общие свойства минеральных кислот. Взаимодействие глюкозы и сахарозы с гидроксидом меди. Качественные реакции на крахмал.

**Задания к работе:**

Цель: овладение навыками проведения химических опытов, с соблюдением правил техники безопасности, глюкозы, сахарозы, крахмала.

Реактивы и оборудование: Штатив с пробирками, держатель, горелка, стеклянная палочка. Растворы веществ глюкозы, сахарозы, гидроксида натрия, сульфата меди (II), этилового спирта, серной кислоты. Раствор иода, крахмал, металлический магний, индикатор синий лакмус, вода.

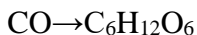
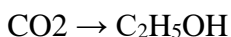
**Ход работы**

*Опыт 1.* Взаимодействие глюкозы и сахарозы с гидроксидом меди (II). В одну пробирку прилейте раствор глюкозы а, в другую пробирку раствор сахарозы и в каждую пробирку добавьте заранее приготовленный гидроксид меди (II). Запишите наблюдения и химическую реакцию взаимодействия глюкозы с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Затем обе пробирки нагрейте до кипения. Запишите наблюдения и химическую реакцию взаимодействия глюкозы с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании.

*Опыт 2.* Качественная реакция на крахмал. В пробирку поместите небольшое количество порошка крахмала и прилейте 4мл воды все перемешайте стеклянной палочкой и нагрейте до кипения. Полученный крахмальный клейстер остудите, и добавьте 1 каплю раствора иода. Запишите наблюдения.

**Контрольные вопросы**

1. Почему глюкоза проявляет свойства альдегидов и спиртов?
2. Почему сахароза не дает реакцию «серебряного зеркала»
3. Почему сахароза с аммиачным раствором оксида серебра не дает положительный результат.
4. Как можно обнаружить крахмал в продуктах питания?
5. Запишите реакцию спиртового брожения глюкозы.
6. Осуществите превращение:



Сформулируйте вывод по работе.

**Лабораторное занятие 13. Белки. Растворение белков в воде. Обнаружение белков в молоке и в мясном бульоне. Денатурация раствора белка куриного яйца спиртом, растворами солей тяжёлых металлов и при нагревании.**

**Задания к работе:**

Цель: изучить свойства белков.

Оборудование и реактивы: - раствор белка; - раствор медного купороса; - раствор ацетата свинца; - пробирки; - яичный белок; - дистиллированная вода; - раствор хлористого калия; - кератин (шерсти или волос); -раствор белка; - этанол.

**Ход работы:**

*Опыт 1.*

**1. Денатурация раствора белка куриного яйца солями тяжелых металлов.**

В 2 пробирки налейте по 1-2 мл раствора белка и медленно, при встряхивании, по каплям добавьте в одну пробирку насыщенный раствор медного купороса, а в другую – раствор ацетата свинца. Отметьте образование труднорастворимых солеобразных соединений белка.

Данный опыт иллюстрирует применение белка как противоядия при отравлении тяжелыми металлами.

**2. Растворение белков**

Многие белки растворяются в воде, что обусловлено наличием на поверхности белковой молекулы свободных гидрофильных групп. Растворимость белка в воде зависит от структуры белка, реакции среды, присутствия электролитов. В кислой среде лучше растворяются белки, обладающие кислыми свойствами, а в щелочной - белки, обладающие основными свойствами.

Альбумины хорошо растворяются в дистиллированной воде, а глобулины растворимы в воде только в присутствии электролитов.

*Опыт 2.* Не растворяются в воде белки опорных тканей (коллаген, кератин, эластин и др.). К 2 каплям неразведенного яичного белка прибавляют 1 мл дистиллированной воды и перемешивают. *При этом яичный альбумин растворяется, а яичный глобулин выпадает в виде небольшого осадка.*

Проверяют растворимость в воде и 5% растворе хлористого калия белка кератина, содержащегося в шерсти и волосах.

*Результаты работы оформить в виде таблицы:*

| Название белка | в H <sub>2</sub> O | в 5% KCl |
|----------------|--------------------|----------|
|----------------|--------------------|----------|

*Опыт 3.* Денатурация белка спиртом.

**Результаты**

**Результаты**

Сделайте выводы. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

К 1 мл 1% раствора белка добавляют 2 мл органического растворителя (96% этанола, хлороформа, ацетона или эфира) и перемешивают. Образование осадка можно усилить добавлением нескольких капель насыщенного раствора хлорида натрия.

*Опыт 4. Осаждение белков при нагревании.*

Белки являются термолабильными соединениями и при нагревании свыше 50-60°C наступает денатурация. Сущность тепловой денатурации заключается в разворачивании специфической структуры полипептидной цепи и разрушении гидратной оболочки белковых молекул, что проявляется заметным уменьшением их растворимости. Наиболее полное и быстрое осаждение происходит в изоэлектрической точке, т.е. при таком значении рН среды, когда суммарный заряд белковой молекулы равен нулю, поскольку при этом частицы белка наименее устойчивы. Белки, обладающие кислыми свойствами, осаждаются в слабокислой среде, а белки с основными свойствами – в слабощелочной. В сильнокислых или сильнощелочных растворах денатурированный при нагревании белок в осадок не выпадает, так как частицы его перезаряжаются и несут в первом случае положительный, а во втором отрицательный заряд, что повышает их устойчивость в растворе.

#### **Опыт**

В четыре пронумерованные пробирки приливают по 10 капель 1% раствора яичного белка.

а) первую пробирку нагревают до кипения.  
б) во вторую пробирку добавляют 1 каплю 1% раствора уксусной кислоты и нагревают до кипения.

в) в третью пробирку добавляют 1 каплю 10% раствора уксусной кислоты и нагревают до кипения.

г) в четвертую пробирку добавляют 1 каплю 10% раствора гидроксида натрия и нагревают до кипения.

#### **Результаты**

*а) Раствор белка мутнеет, но так как частицы денатурированного белка несут заряд, они в осадок не выпадают. Это связано с тем, что яичный белок имеет кислые свойства (изоэлектрическая точка его равна рН 4,8) и в нейтральной среде заряжен отрицательно;*

*б) Выпадает осадок белка, так как раствор белка приближается к изоэлектрической точке и белок теряет заряд;*

*в) Осадка не образуется, так как в сильнокислой среде частицы белка приобретают положительный заряд (сохраняется один из факторов устойчивости белка в растворе);*

*г) Осадка не образуется, так как в щелочной среде отрицательный заряд частиц белка увеличивается.*

Сделайте выводы.

### **Лабораторное занятие 14. Полимеры. Распознавание пластмасс и волокон.**

#### **Задания к работе:**

Цель: вспомнить знания о волокнах и пластмассах, полученные на уроках химии, научиться распознавать выданные вещества химическим методом.

Оборудование и реактивы: образцы пластмасс и волокон под номерами, спиртовка, спички, стеклянные палочки, тигельные щипцы, асбестовые сетки.

## Ход работы.

### Распознавание пластмасс

В разных пакетах под номерами имеются образцы пластмасс. Пользуясь приведенными ниже данными, определите, под каким номером какая пластмасса находится.

Полиэтилен. Полупрозрачный, эластичный, жирный на ощупь материал. При нагревании размягчается, из расплава можно вытянуть нити. Горит синеватым пламенем, распространяя запах расплавленного парафина, продолжает гореть вне пламени.

Поливинилхлорид. Эластичный или жесткий материал, при нагревании быстро размягчается, разлагается с выделением хлороводорода. Горит коптящим пламенем, вне пламени не горит.

Полистирол. Может быть прозрачным и непрозрачным, часто хрупок. При нагревании размягчается, из расплава легко вытянуть нити. Горит коптящим пламенем, распространяя запах стирола, продолжает гореть вне пламени.

Полиметилметакрилат. Обычно прозрачен, может иметь различную окраску. При нагревании размягчается, нити не вытягиваются. Горит желтоватым пламенем с синей каймой и характерным потрескиванием, распространяя эфирный запах.

Фенолформальдегидная пластмасса. Темных тонов (от коричневого до черного). При нагревании разлагается. Загорается с трудом, распространяя запах фенола, вне пламени постепенно гаснет.

### Распознавание волокон

В разных пакетах под номерами содержатся образцы волокон. Пользуясь приведенными ниже данными, определите, под каким номером какое волокно находится.

Хлопок. Горит быстро, распространяя запах жженой бумаги, после сгорания остается серый пепел.

Шерсть, натуральный шелк. Горит медленно, с запахом жженных перьев, после сгорания образуется черный шарик, при растирании превращающийся в порошок.

Ацетатное волокно. Горит быстро, образуя нехрупкий, спекшийся шарик темного цвета. В отличие от других волокон растворяется в ацетоне.

Капрон. При нагревании размягчается, затем плавится, из расплава можно вытянуть нити. Горит, распространяя неприятный запах.

Лавсан. При нагревании плавится, из расплава можно вытянуть нити. Горит коптящим пламенем с образованием темного блестящего шарика.

Содержание работы: Цвет, внешний вид. Горит или нет. Характер горения. Запах.

Запишите формулы исходных веществ и формулы полимеров образцов. К какому классу относятся данные образцы волокон

№ пакета

Внешний вид

Отношение к нагреванию

запах

Название полимера

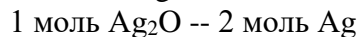
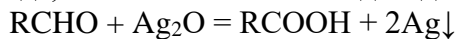
## Лабораторное занятие 15. Решение экспериментальных задач на идентификацию органических соединений. Свойства органических веществ.

### Задания к работе:

Часто встречаются задачи, в которых предъявляется требование определить какое-либо вещество на основе расчетов и анализа данных о его свойствах. Многие относят эти задачи к числу неприятных, хотя, конечно, никакой особенной трудности в них нет - просто надо уверенно ориентироваться в свойствах веществ и, самое главное, очень внимательно изучить условия задачи. В некоторых случаях процесс решения таких задач напоминает работу следователя. Значит, выполняя такие упражнения, исподволь приучаешься к аккуратности и собранности. А таких областей человеческой деятельности, где бы эти качества негодились, просто не существует.

**Задача 1.** При окислении 10,8 г органического вещества аммиачным раствором оксида серебра выделилось 32,4 г серебра. Вычислите молярную массу продукта окисления и изобразите графические формулы всех возможных его изомеров.

**Решение.** Чтобы решить эту задачу, надо по крайней мере знать, какие вещества окисляются под действием аммиачного раствора оксида серебра и что при этом получается. Здесь идет речь о реакции "серебряного зеркала" - качественной реакции на альдегиды. Вне зависимости от природы алкильного радикала R, входящего в молекулу альдегида, окисление 1 моль альдегида дает 2 моль серебра:



$$n(RCHO) = ?$$

$$n(Ag) = ?$$

$$m(Ag) / M(Ag) = ?$$

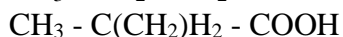
$$32,4 \text{ г} : 108 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(RCHO) = m(RCHO) / n(RCHO) = 10,8 \text{ г} : 0,15 \text{ моль} = 72 \text{ г/моль}$$

$$M(R) = M(RCHO) - M(CHO) = 72 \text{ г/моль} - (12 + 16 + 1) \text{ г/моль} = 43 \text{ г/моль}$$

Этому значению  $M(R)$  отвечает алкильный радикал  $C_3H_7$ .

**Ответ.** Следовательно, формула алкильного радикала R -  $C_3H_7$ , а искомые вещества - масляная и изомасляная кислоты:



**Алгоритм** решения задач, в которых требуется установить формулу вещества, таков:

Анализируя условие задачи, определите, к какому классу соединений принадлежит данное вещество. •

Запишите его формулу в общем виде. •

Найдите молярную массу исходного вещества (Внимание! Это самый важный этап!) •

По общей формуле определите, сколько атомов разных элементов входит в молекулу. •

Составьте графические формулы возможных изомеров определяемого вещества и отбросьте те из них, которые не соответствуют условию задачи. •

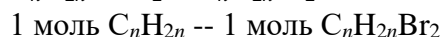
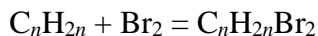
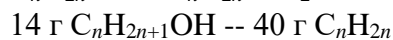
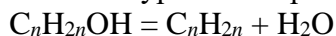
**Задача 2.** При дегидратации одноатомного спирта получили углеводород этиленового ряда, 14 г которого способны реагировать с 40 г брома. Определите этот спирт.

**Решение.** Попробуем применить приведенный выше алгоритм к данной задаче, а именно:

В условии задачи указано, что исходное вещество представляет собой предельный одноатомный спирт. •

Его общую формулу можно записать как  $C_nH_{2n+1}OH$ ; тогда формула образующегося из него углеводорода  $C_nH_{2n}$ .

Запишем уравнения реакций и найдем молярную массу углеводорода: •



$$n(C_nH_{2n}) = n(Br_2) = m(Br_2) / M(Br_2) = 40 \text{ г} : 160 \text{ г/моль} = 0,025 \text{ моль}$$

$$M(C_nH_{2n}) = m(C_nH_{2n}) / n(C_nH_{2n}) = 14 \text{ г} : 0,025 \text{ моль} = 56 \text{ г/моль}$$

$$\text{Найдем значение } n: 12n + 2n = 56 ;$$

$$14n = 56 ; n = 4$$

Следовательно, исходный спирт - это  $C_4H_9OH$ , бутанол.

Формулы его изомеров таковы:•

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$  (бутанол-1)

$CH_3 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$  (бутанол-2)

Можно было бы записать еще формулы:

$CH_3 - CH(CH_3)_2 - CH_2 - OH$  и

$CH_3 - CH(OH)(CH_3) - CH_3$

Но при дегидратации этих изомеров углеводороды этиленового ряда не образуются.

К великому сожалению, не все задачи этого типа можно решить с помощью предложенного алгоритма. Вот задача, которая решается совершенно по-другому.

**Задача 3.** Ароматический углеводород состава  $C_8H_{10}$  при окислении превращается в кислоту. Если эта кислота массой 16,6 г прореагирует с кальцием, выделится 2,24 л водорода. Определите строение ароматического углеводорода.

**Решение.** Состав данного в задаче углеводорода позволяет предположить, что это гомолог бензола.

В этом случае он может иметь либо структуру этилбензола  $C_6H_5C_2H_5$ , либо структуру диметилбензола  $C_6H_4(CH_3)_2$ . В первом случае при окислении образуется одноосновная кислота:



а во втором случае - двухосновная (дикарбоновая):



Данные кислоты - не изомеры и имеют разную молярную массу: у одноосновной кислоты она составляет 136, а у двухосновной - 166 г/моль. При взаимодействии 1 моль первой кислоты с кальцием выделяется 0,5 моль водорода (у  $C_6H_5CH_2COOH$  один подвижный атом водорода), а второй - 1 моль водорода.

Если провести расчет по уравнению реакции (сделайте это самостоятельно), то получается, что для образования 2,24 л водорода (0,1 моль) требуется 27,2 г первой кислоты или 16,6 второй.

Вывод совершенно однозначен: в задаче идет речь о двухосновной кислоте, значит, исходный углеводород - диметилбензол  $C_6H_4(CH_3)_2$ , для которого можно написать три формулы, соответствующие орто-, мета- и пара-изомерам.

Довольно часто в задаче предлагают вывести формулу вещества, указав лишь какое-то его свойство - как бы отыскать "злоумышленника" по оставленным им "отпечаткам". Но поскольку мы занимаемся органической химией, обратим особое внимание на идентификацию органических веществ. Как правило, для решения такой задачи необходимо определить, к какому классу органических соединений относится анализируемое вещество.

Значит, в задаче идет речь о признаке, характерном для данной группы веществ. Например, читая фразу: "...превращается в вещество **В**, дающее реакцию "серебряного зеркала", мы понимаем, что вещество **В** - альдегид и содержит функциональную группу -  $CH(O)$ .

Таким образом, напрашивается вывод: для решения подобных задач требуется знание характерных свойств, присущих тем или иным классам органических веществ. Здесь вы оказываетесь в сложном положении: на экзамене возможности пользоваться справочной литературой нет, а резервы памяти не безграничны. Однако число обыгрываемых в задачах характерных признаков не так уж велико, и их можно свести в таблицу, которая должна помочь вам при подготовке к экзамену.

| Класс      | Характерные свойства и признаки     |
|------------|-------------------------------------|
| Предельные | Не вступают в реакции присоединения |

|   |   |
|---|---|
| углеводороды                              |   |
| Непредельные углеводороды                 | Обесцвечивают раствор перманганата калия:<br>$RCH=CH_2 + KMnO_4 = R-CH(OH)-CH_2OH + MnO_2\downarrow + KOH$<br>или бромную воду:<br>$RCH=CHR' + Br_2 = R-CH(Br)-CH(Br)-R'$   |
| Производные ацетилена (≡ - тройная связь) | Образуют с аммиачными растворами оксидов серебра и меди(I) взрывчатые осадки ацетиленидов металлов:<br>$RCH\equiv CH + [Ag(NH_3)_2]OH = RCH\equiv CAg + 2NH_3 + H_2O$   |
| Спирты                                    | Реагируют с металлическим натрием:<br>$2 RCH_2OH + 2Na = 2 RCH_2ONa + H_2\uparrow$<br>Окисляются до альдегидов и кетонов:<br>$RCH_2OH \xrightarrow{(CuO, t^\circ)} RCH(O) + H_2O$<br><i>Примечание:</i> третичные спирты не окисляются дихроматом калия и перманганатом калия.<br>Отщепляют воду с образованием алкенов:<br>$RCH_2OH \xrightarrow{(+H_2SO_4, -H_2O)} RCH=CH_2$  |
| Многоатомные спирты                       | Реагируют с гидроксидом меди(II):<br>$C_3H_5(OH)_3 \xrightarrow{(+Cu(OH)_2, -2H_2O)} [Cu\{C_3H_5(OH)\}_2]$ (комплексное соединение синего цвета)  |
| Фенолы                                    | Реагируют с металлическим натрием и щелочами:<br>$C_6H_5OH + NaOH = C_6H_5ONa + H_2O$ ,<br>но с карбонатом натрия в реакцию не вступают.<br>Дают осадок трибромфенола при взаимодействии с бромом:<br>$C_6H_5OH + 3Br_2 = C_6H_2Br_3OH$   |
| Альдегиды                                 | Важнейший признак - реакция "серебряного зеркала":<br>$RCH(O) + 2[Ag(NH_3)_2]OH = RCOOH + 2Ag\downarrow + 4NH_3\uparrow + H_2O$<br>Окисляются также под действием гидроксида меди(II) в аммиачном растворе:<br>$RCH(O) + 2[Cu(NH_3)_4](OH)_2 = RCOOH + Cu_2O\downarrow + 8NH_3\uparrow + 2H_2O$   |
| Карбоновые кислоты                        | В водном растворе диссоциируют на ионы и могут быть обнаружены по изменению цвета кислотно-основного индикатора. Участвуют в реакциях нейтрализации. Это относительно слабые кислоты, однако они вытесняют угольную кислоту из ее солей в растворах:<br>$2RCOOH + Na_2CO_3 = 2RCOONa + CO_2\uparrow + 2H_2O$<br>Вступают в реакции этерификации:<br>$RCOOH + R'OH \xrightarrow{(H_2SO_4)} R-C(O)-O-R' + H_2O$<br><i>Примечание:</i> муравьиная кислота в силу своего строения способна участвовать в реакции "серебряного зеркала":<br>$HCOOH + 2[Ag(NH_3)_2]OH = CO_2\uparrow + 2Ag\downarrow + 2H_2O + 4NH_3\uparrow$ |
| Сложные эфиры                             | Большинство веществ обладает приятным запахом. Часто используются как ароматические добавки к пищевым продуктам. Подвергаются гидролизу:<br>$R-C(O)-O-R' \xrightarrow{(NaOH)} RCOONa + R'OH$  |
| Амины                                     | Обладают неприятным запахом: первичные амины пахнут аммиаком, вторичные и третичные имеют "рыбный" запах. Проявляют, подобно аммиаку, основные свойства. Реагируют с кислотами с образованием   |

|  |  |       |               |
|--|--|-------|---------------|
|  | водорастворимых<br>$\text{RNH}_2 + \text{HCl} = [\text{RNH}_3]^+\text{Cl}^-$ | солей | алкиламмония: |
|--|--|-------|---------------|

А теперь попробуйте применить составленную "шпаргалку" для решения следующих задач:

1. Как, используя лишь один реактив, обнаружить следующие вещества: а) формалин, б) глюкозу, в) глицерин?

2. Как, используя лишь один реактив, отличить уксусную кислоту от соляной?

3. Предложите план распознавания следующих веществ, оказавшихся в сосудах без этикеток: а) глицерина, б) уксусной кислоты, в) олеиновой кислоты, г) муравьиной кислоты.

4. Как, используя лишь один реактив, отличить друг от друга следующие вещества: а) этиленгликоль, б) ацетальдегид, в) этанол?

5. В трех сосудах без этикеток находятся вещества: а) этиловый спирт, б) глицерин, в) водный раствор фенола. Какими характерными реакциями можно распознать каждое из них?

6. В склянках без этикеток находятся: а) глицерин, б) этиловый спирт, в) диметиловый эфир. Как распознать эти вещества, если разрешено использовать в качестве реактивов сульфат меди(II), металлический натрий, концентрированную серную кислоту?

7. В двух немаркированных пробирках находятся этиловый и метиловый спирты. Как отличить их друг от друга?

**Решение задачи 7.** Из условия задачи можно сделать вывод, что применение традиционных химических методов невозможно, так как не существует группового реактива на радикалы  $-\text{CH}_3$  и  $-\text{C}_2\text{H}_5$ . Ни к чему не приведет и сравнительная визуальная оценка: оба вещества - бесцветные прозрачные жидкости, хорошо растворимые в воде, да и пахнут они одинаково.

Тем не менее при всем их сходстве на организм человека они действуют неодинаково: Оба соединения - наркотики, но одно из них к тому же и сильный яд.

Если в вашем распоряжении имеются электроплитка и термометр, то задача по распознаванию этих веществ решается очень просто: метанол кипит при  $64^\circ\text{C}$ , а этанол - при  $78^\circ\text{C}$ .

Должно быть, внимательный ученик заметил, что, несмотря на все многообразие органических веществ, перечень способов их химического анализа довольно скуден. Это противоречие объясняется тем, что издавна для разделения, очистки и идентификации органических соединений применяют не столько химические, сколько физические методы.

Как температуры кипения, так и температуры плавления, плотность, показатель преломления - строго индивидуальные и легко определяемые параметры веществ. Кроме того, для расшифровки строения молекул неизвестных органических соединений широко применяют различные варианты спектроскопии, а для определения состава сложных многокомпонентных смесей - хроматографию.

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ лабораторных работ:**

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основные источники

1. Габриелян О.С. Химия для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов. - 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017.
2. Габриелян О.С. Химия в тестах, задачах, упражнениях: учеб. пособие для студ. сред. проф. учебных заведений / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова – М., 2016.
3. Габриелян О.С. Практикум по общей, неорганической и органической химии: учеб. пособие для студ. сред. проф. учеб. заведений / Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Дорофеева Н.М. – М., 2012.
4. Габриелян О.С. Химия. 10 класс. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений / О.С. Габриелян, Ф.Н. Маскаев, С.Ю. Пономарев, В.И. Теренин. – М., 2015.
5. Габриелян О.С. Химия. 10 класс. Базовый уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. – М., 2015.
6. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова. – М., 2016.
7. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Базовый уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. – М., 2016.

### Дополнительные источники

1. Габриелян О.С. Химия: орган. химия: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений с углубл. изучением химии / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов, А.А. Карцова – М., 2015.
2. Габриелян О.С. Общая химия: учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений с углубл. изучением химии / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов, С.Н. Соловьев, Ф.Н. Маскаев – М., 2015.
3. Габриелян О.С., Воловик В.В. Единый государственный экзамен: Химия: Сб. заданий и упражнений. – М., 2014.
4. Габриелян О.С., Остроумов И.Г. Химия: Пособие для поступающих в вузы. – М., 2015.
5. Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Остроумова Е.Е. Органическая химия в тестах, задачах и упражнениях. – М., 2003.
6. Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Введенская А.Г. Общая химия в тестах, задачах и упражнениях. – М., 2003.
7. Браун Т., Лемей Г.Ю. Химия в центре наук: В 2 т. – М., 1987.
8. Ерохин Ю.М. Химия. – М., 2003.
9. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Краткий курс химии. – М., 2000.
10. Пичугина Г.В. Химия и повседневная жизнь человека. – М., 2004.
11. Титова И.М. Химия и искусство. – М., 2007.
12. Титова И.М. Химия и искусство: организатор-практикум для учащихся 10–11 классов общеобразовательных учреждений. – М., 2007.
13. Ерохин Ю.М., Фролов В.И. Сборник задач и упражнений по химии (с дидактическим материалом): учеб. пособие для студентов средн. проф. завед. – М., 2004.
14. Габриелян О.С., Лысова Г.Г. Химия в тестах, задачах и упражнениях: учеб. пособие. – М., 2004.
15. Габриелян О.С., Остроумов И.Г. Химия: учебник. – М., 2004.
16. Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Дорофеева Н.М. Практикум по общей, неорганической и органической химии: учеб. пособие. – М., 2003.

17. Ерохин Ю.М. Химия: учебник. – М., 2003.

**Для преподавателей**

1. Габриелян О.С. Химия для преподавателя: учебно-методическое пособие / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова – М., 2006.

2. Габриелян О.С. Настольная книга учителя химии: 10 класс / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов – М., 2004.

3. Габриелян О.С. Настольная книга учителя химии: 11 класс: в 2 ч. / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова, А.Г. Введенская – М., 2004.

4. Аршанский Е.А. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля – М., 2003.

5. Кузнецова Н.Е. Обучение химии на основе межпредметной интеграции / Н.Е. Кузнецова, М.А. Шаталов. – М., 2004.

6. Чернобельская Г.М. Методика обучения химии в средней школе. – М., 2003.

7. Габриелян О.С. Лысова Г.Г. Химия для преподавателя: методическое пособие. – М., 2004.