

Рабочая тетрадь по химии как средство освоения методики решения олимпиадных задач

Прикладной проект

Выполнили ученицы 10 класса:

Вараксина Дарьяна

Туровская Екатерина

Руководители:

Белых Ольга Михайловна

Сапожникова Ольга Германовна

Содержание

Введение.....	3
Основная часть	5
Этап 1 . Планирование работы над проектом.	5
Этап 2. Реализация плана.	7
Расстановка коэффициентов в уравнениях реакций методом электронного баланса	8
Нахождение формулы вещества по массовым долям элементов и продуктам сгорания.	11
Задачи на смеси веществ.	15
Задачи на качественное определение веществ.....	19
Задачи на применение уравнения Менделеева - Клапейрона	23
Задачи с использованием способов получения веществ.....	26
Этап 3. Создание рабочей тетради.	34
Заключение	35
Список источников	36
Приложения	38

Введение

Очень часто у будущих участников олимпиады по химии муниципального уровня возникают трудности при подготовке. Во-первых, для решения олимпиадной задачи не хватает набора стандартных знаний, полученных только в рамках урока; во-вторых, ученикам не всегда удается найти для тренировки задачи соответствующего уровня сложности. большей частью они представлены в методических пособиях, которые выдаются только учителям после проведения очередной олимпиады. В-третьих, не всегда у учителя имеется время, чтобы потратить его на занятия с учениками, планирующими поучаствовать в городской олимпиаде. Поэтому большинству учеников приходится рассчитывать на свои силы. Мы, как ежегодные участники городских олимпиад по химии, решили помочь нашим товарищам-химикам из других школ и проанализировать задачи предыдущих олимпиад, на основе которых составим пособие - рабочую тетрадь, в которую входили бы подобные задания с разбором наиболее удобных способов решения и теоретическая информация, касающаяся заданий. Таким образом, мы решим **проблему подготовки участников к олимпиадам по химии**. Данный проект наиболее актуален для будущих участников олимпиад по химии и ориентирован в первую очередь на них. **Новизна** нашего проекта заключается в оригинальности пособия – **рабочей тетради**.

Цель: создание пособия – рабочей тетради по подготовке будущих участников олимпиады по химии муниципального этапа.

Задачи:

- 1) Проанализировать задания прошлых лет и составить статистику наиболее встречающихся из них;
- 2) Провести опрос среди участников олимпиад по химии и выяснить вид заданий, вызывающий затруднения;
- 3) Составить, подобрать задачи и адаптировать их для лучшего видения их решения учениками;
- 4) Найти наиболее удобные и простые способы решения задач;
- 5) Подобрать теоретическую информацию, касающуюся заданий;
- 6) Систематизировать полученную информацию о задачах в рабочей тетради.

Основная часть

Этап 1 . Планирование работы над проектом.

На этапе планирования нашего проекта мы решили, что наиболее целесообразным будет ориентировать наш проект на учеников 9 класса, так как: мы, являясь ученицами десятого класса, наиболее четко, понятно и осознанно сможем объяснить решения задач для девятиклассников.

•Первое, что мы решили сделать - это проанализировать задания прошлых лет, чтобы узнать, задания какого типа встречаются чаще. При этом мы узнали, что задания усложняются с течением времени. Например, некоторые задачи для 10 класса, использовавшиеся в 90-х годах прошлого века, предлагаются для учеников 9 класса в наше время. Проведя исследование, мы узнали, что наиболее часто встречаются:

- 1) задачи на смеси (в 17% случаев);
- 2) задачи, основанные на расшифровке цепочки превращений (14%);
- 3) задачи, предполагающие определение неизвестного вещества по его физическим и химическим свойствам (14%);
- 4) расчетные задачи (также 14%);
- 5) задачи на качественный анализ (10%)
- 6) задачи на выведение формул веществ, термодинамику, знание тривиальных названий веществ, так называемые «АБВГДэйки». (все - по 7%)

(Результаты исследования представлены в виде диаграммы в приложении №1)

•Также было необходимо выяснить, задания какого типа вызывают наибольшие затруднения. Для этого мы провели опрос среди наших друзей-химиков, участников олимпиад, которых у нас много благодаря пребыванию в Летней Многопредметной Школе прошлым летом. Опрос включал вопрос: в каком типе задач вы испытывали наибольшее затруднения в период олимпиады в 9 классе? Образец опросного бланка представлен в

приложении №2. По результатам опроса было выявлено, что наибольшее затруднение респонденты испытывали в решении следующих задач:

- 1) нахождение масс и объемов компонентов веществ в смеси;
- 2) нахождение формулы вещества по массовым долям и по продуктам сгорания;
- 3) мысленный эксперимент получения неорганических веществ;
- 4) составление окислительно-восстановительных реакций и расстановка коэффициентов,
- 5) превращения неорганических веществ.

(Результаты опроса представлены в виде диаграммы в приложении №3)

• Скоординировав результаты исследования и опроса, мы выяснили, что особое внимание следует обратить на задачи типа:

- а) Задачи на смеси веществ;
- б) Нахождение формулы вещества по массовым долям и продуктам сгорания;
- в) Расстановка коэффициентов в уравнениях;
- г) Задачи с использованием способов получения веществ;
- д) Задачи на генетическую связь классов неорганических веществ.

Этап 2. Реализация плана.

Этот этап был самым длительным и трудоемким. Мы проанализировали сборники олимпиадных задач по химии городских олимпиад за 15 предыдущих лет и выбрали из них те, которые вызывают наибольшее затруднение у учащихся. **Значительную часть задач мы составляли сами, так как имеем достаточное представление об особенностях нестандартных и олимпиадных задач, методике их составления и решения.** Некоторые готовые задачи, которые мы нашли в интернете, пришлось несколько адаптировать для лучшего восприятия учениками. Для этого мы перестраивали их структуру. Ввели поиски наиболее удобных и простых способов решения задач. Занимались сбором теоретической информации, касающейся заданий.

Расстановка коэффициентов в уравнениях реакций методом электронного баланса.

Зачастую при решении задач приходится расставлять коэффициенты в сложных уравнениях реакций, так что мы решили познакомить вас с одним из самых известных способов расстановки – методом электронного баланса. Для того чтобы успешно использовать его на практике, необходимо научиться с легкостью определять степени окисления веществ (этот метод работает только в случае окислительно-восстановительных реакций или сокращенно - ОВР), а также запомнить несколько правил, касающихся непростых случаев.

Составление уравнений ОВР методом электронного баланса осуществляется в несколько стадий:

- 1) Записывают формулы исходных веществ и продуктов реакции (составляют схему реакции).
- 2) Определяют степени окисления атомов и выделяют символы элементов, атомы которых её меняют.
- 3) Составляют схемы перехода электронов (схемы восстановления и окисления).
- 4) Определяют электронный баланс (для этого находят наименьшее общее кратное для числа отданных восстановителем и принятых окислителем электронов и делят его на каждое из этих чисел).
- 5) На основании электронного баланса ставят коэффициенты перед формулами окислителя и восстановителя.
- 6) Определяют остальные коэффициенты методом подбора.
- 7) Проверяют правильность определения коэффициентов по числу атомов кислорода.

Для удобства придумано такое мнемоническое правило: если элемент отдает электроны, то происходит окисление (оба слова начинаются на О); если элемент принимает электроны, то происходит восстановление (взять – восстановитель).

Помните, что если в уравнении один элемент повышает или понижает степень окисления, то какой-либо другой должен, напротив, понижать или повышать свою.

Пример 1.

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



Решение.

Определим степени окисления элементов. После этого составляем схемы перехода электронов и находим электронный баланс:



Это значит, что для того, чтобы число отданных электронов было равно числу принятых, нужно, чтобы в реакции на каждый атом серы приходилось 8 атомов брома.

Определяем коэффициенты перед формулами окислителя и восстановителя (учитывая, что молекулы брома двухатомные):



Подбираем коэффициенты перед формулами остальных участников процесса:



Метод электронного баланса не так уж и сложен. Однако для непростых случаев есть несколько правил:

1) Если степень окисления атома – дробное число (а это вполне возможно, если учитывать, что степень окисления – всего лишь условный заряд атома в молекуле), стоит вынести число из знаменателя как коэффициент перед элементом при составлении электронного баланса.

2) Если степень окисления меняют сразу три или более элемента, то у окислителей и восстановителей электроны подсчитывают отдельно (в итоге

должно получиться два числа), а потом найти наименьшее общее кратное этих чисел и действовать дальше по той же схеме.

3) Если нужно расставить коэффициенты в уравнениях ОВР с участием органических веществ, стоит принять степень окисления за ноль.

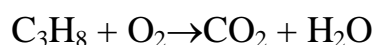
Задача 1.

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



Задача 2.

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



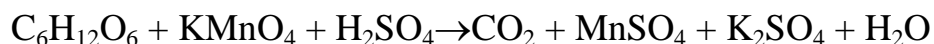
Задача 3.

Расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



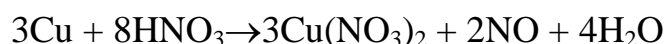
Задача 4.

Расставьте коэффициенты:

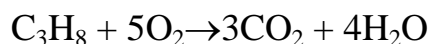


Ответы:

Задача 1.



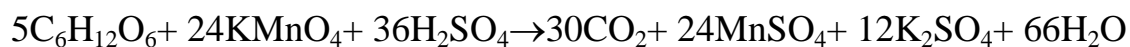
Задача 2.



Задача 3.



Задача 4.

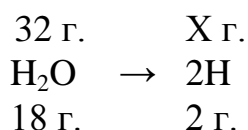


Нахождение формулы вещества по массовым долям элементов и продуктам сгорания.

Существует также такой тип задач, как задачи на вывод формулы по продуктам сгорания. Обычно в таких задачах среди изначальных данных даются массы полученных продуктов (или объемы, если это газы), а также предлагается узнать брутто-формулу (формулу, которая отражает качественный и количественный состав вещества) сгоревшего реагента.

При решении таких задач важно вспомнить закон сохранения массы веществ, согласно которому масса реагентов равна массе продуктов.

Алгоритм решения этих задач прост. Нужно составить пропорции, учитывая известные массы продуктов и молярные массы элементов, а затем выразить массу элемента. Например, если известно, что после сгорания образовалось 32 грамма воды, мы можем найти массу водорода:



$$X = 4 \text{ г.}$$

Точно также, в случае необходимости, стоит находить объемы, только используя под уравнением реакции стехиометрический коэффициент, умноженный на молярный объем (22,4 л/моль).

Если какой-либо элемент содержится сразу в нескольких продуктах, то их массы, найденные точно также по пропорции, необходимо сложить для получения конечного результата.

Если будет дана исходная масса вещества, то нужно сложить все полученные массы и сравнить с исходной. С учетом все того же закона сохранения массы вещества массы должны совпасть. Если масса исходного вещества меньше, чем у полученных продуктов, то нужно высчитать разность между их значениями. Эта разность будет массой кислорода, в присутствии которого произошло сгорание.

Последним этапом решения задачи будет составление отношения. Каждый индекс после элементов в веществе нужно обозначить одной из букв латинского алфавита, а затем приравнять к отношению частных итоговой массы элементов и относительной атомной массы.

Например:

$$X_x Y_y Z_z: x \div y \div z = \frac{m(X)}{A_r(X)} \div \frac{m(Y)}{A_r(Y)} \div \frac{m(Z)}{A_r(Z)}$$

Затем полученные значения довести до целых, сначала разделив их все на наименьшее, а потом домножив на какое-либо число.

Пример 1.

Никотиновая кислота сгорает в кислороде. Масса образующейся при этом воды 94,39 г, объем углекислого газа – 281,9 л, объем азота – 23,488 л. Найдите брутто-формулу никотиновой кислоты, если её исходная масса 258г.

Решение:

Итак, составляем несколько пропорций:

94,39 г.	Х г.	281,9 л	У г.	23,488 л.	Z г.
H ₂ O	→ 2H	CO ₂	→ C	N ₂	→ 2N
18 г.	2 г.	22,4 л.	12 г.	22,4 л.	28 г.

- из которых и находим неизвестные массы «элементов».

$$X = 10,49 \text{ г}; Y = 151,02 \text{ г}; Z = 29,36 \text{ г.}$$

Теперь находим кислород по той же схеме. Его масса из воды равна 83,9 г, а из углекислого газа – 402,73 г. Итоговая масса кислорода среди продуктов – 486,63 г.

Суммарная масса продуктов равна $10,49 + 151,02 + 29,36 + 486,63 = 677,5$ г. Это на $677,5 - 258 = 419,5$ г больше, чем исходная масса вещества => кислорода в никотиновой кислоте $486,63 - 419,5 = 67,13$ г.

Составляем отношение:

$$C_yH_xN_zO_n: y : x : z : n = \frac{151,02}{12} : \frac{10,49}{1} : \frac{29,36}{14} : \frac{67,13}{16} = 12,585 : 10,49 : 2,097 : 4,196 = 6 : 5 : 1 : 2$$

Для получения целых коэффициентов в последнем действии мы разделили все полученные числа на 2,097. В этом случае целые числа получились и без дополнительного умножения на одно и то же число.

Итак, при найденных индексах у углерода, водорода, азота и кислорода – 6, 5, 1 и 2 соответственно мы получаем формулу никотиновой кислоты $C_6H_5NO_2$.

Задача 1.

В результате сгорания 29,3 граммов цинк-пиритиона образовалось 20,7 л углекислого газа, 4,14 л сернистого газа, 2,07 л азота и 7,49 г порошка оксида цинка. При этом на стенках пробирки образовалось 76,65 г капель воды. Установите формулу цинк-пиритиона и напишите уравнение его сгорания.

Задача 2.

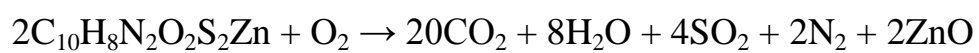
При сгорании 47 г ЭДТА образовалось 17,625 г воды, 10,91 г пероксида натрия, 31,33 л углекислого газа и 3,133 л азота. Найдите брутто-формулу ЭДТА, учитывая, что в одной молекуле два атома натрия. Напишите уравнение реакции его горения.

Задача 3.

Хлорофилл является важным пигментом, обуславливающим зеленый цвет листьев растений. При сжигании 89,2 мг хлорофилла в избытке кислорода получают четыре вещества: 10,27 мл газа, которым обычно газировать напитки; 64,8 мг. жидкости, составляющей основу этих напитков; 5,60 мг. газа, которого больше всего в земной атмосфере, и 4,00 мг белого порошка, который является оксидом металла IIА группы, массовая доля металла в котором составляет 60%. Составьте формулу хлорофилла, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.

Ответы:

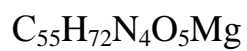
Задача 1.



Задача 2.



Задача 3.



Задачи на смеси веществ

Очень часто в олимпиадах встречаются задачи на смеси. В таких задачах обычно требуется установить количественный состав смеси. Например:

Пример 1.

При действии на смесь медных, марганцевых и никелевых стружек массой 2,72 г избытком соляной кислоты образовалось 153 мл газа (н.у.) и 2,34 г твердого остатка. Определите состав смеси (в процентах по массе).

Вначале такие задачи кажутся такими «монстрами», но мы вам докажем, что они таковыми совсем не являются.

Решение:

1) Анализируем, какие вещества в предложенной смеси участвуют в превращениях, а какие – нет. Проанализировав, мы можем узнать массы некоторых компонентов смеси.

В данном случае мы можем узнать массу меди. Кислоты реагируют с металлами, стоящими в ряду напряжения до водорода. Так как медь стоит в ряду напряжения после водорода, то масса меди равна массе твердого остатка. Итак, $m(\text{Cu}) = 2,34$ г.

2) Подсчитываем массу оставшихся компонентов смеси.

Масса марганца и никеля в смеси: $m(\text{Mn}+\text{Ni})=m(\text{смеси})-m(\text{Cu})=2,72-2,34=0,38(\text{г})$

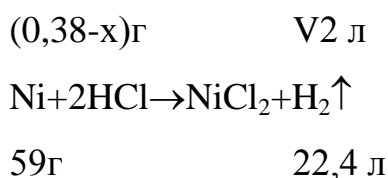
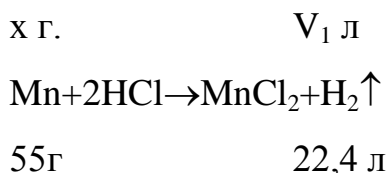
3) Вводим переменную, обозначающую массу или объем одного из веществ в смеси. Через эту переменную выражаем массу или объем другого компонента.

Пусть x г – масса марганца, а масса никеля – $(0,38-x)$ (г).

4) Пишем уравнения взаимодействия компонентов смеси с предложенным веществом, в нашем случае это соляная кислота. Обратите внимание! Нужно писать два разных уравнения, то есть писать уравнения реакций взаимодействия веществ по отдельности! Затем по написанным нами уравнениям реакций выражаем массу выделившегося вещества, масса или

объем которого дан в задаче, причем для каждого уравнения по отдельности. Затем складываем полученные массы или объемы и получаем уравнение с одним неизвестным. Решая его, мы получаем значение массы или объема вещества, которое мы обозначали за X. После мы можем выразить и массу или объем массу второго компонента.

В нашем случае мы выражаем объем водорода. Объем водорода равен:



$$V(\text{H}_2) = V_1(\text{H}_2) + V_2(\text{H}_2) = \frac{22,4x}{55} + \frac{22,4(0,38-x)}{59} = 0,153 \text{ (л)}$$

Далее вся сложность в математических преобразованиях и решении уравнения. Решая наше уравнение получаем, что $x=0,33$. То есть $m(\text{Mn}) = 0,33\text{г}$, а масса никеля $m(\text{Ni}) = 0,38 - 0,33 = 0,05 \text{ (г)}$

4) Итак, мы на финишной прямой к решению задачи, остались сущие пустяки – рассчитать массовые доли компонентов смеси. Напомним, что массовая доля рассчитывается по формуле:

$$W(\text{вещ-ва}) = m(\text{вещ-ва}) / m(\text{смеси})$$

Рассчитываем массовые доли металлов в смеси:

$$W(\text{Cu}) = \frac{2,34}{22,72} = 0,86 \text{ или } 86\%$$

$$W(\text{Mn}) = \frac{0,33}{2,72} = 0,12 \text{ или } 12\%$$

$$W(\text{Ni}) = 100 - (86+12) = 2\%$$

Пример 2.

При прокаливании 11 г смеси нитрата калия и нитрата натрия масса твердого вещества уменьшилась на 2 г. Найдите массовые доли веществ в исходной смеси.

Решение:

1) Масса твердого остатка равна: $11 - 2 = 9$ (г).

2) Пусть x (г) – масса нитрата калия, а масса нитрата натрия – $(11-x)$ (г). Тогда по уравнениям реакций разложения нитратов, масса твердого остатка равна:

x г. m_1 г



202 г. 170 г.

$11-x$ г. m_2 г.



170г. 138г.

$$m(\text{KNO}_2 + \text{NaNO}_2) = m_1(\text{KNO}_2) + m_2(\text{NaNO}_2) = \frac{170x}{202} + \frac{138(11-x)}{170} = 9 \text{ (г)}.$$

Решая уравнение, получаем $x = 3$ (г) То есть $m(\text{KNO}_3) = 3$ г, а масса нитрата натрия $m(\text{NaNO}_3) = 11 - 3 = 8$ (г)

3) Рассчитываем массовые доли солей в смеси:

$$W(\text{KNO}_3) = \frac{3}{11} = 0,27 \text{ или } 27\%$$

$$W(\text{NaNO}_3) = \frac{8}{11} = 0,73 \text{ или } 73\%$$

Задача 1.

При прокаливании смеси гидроксида меди и гидроксида цинка массой 46 г масса твердого вещества уменьшилась на 8 г. Найдите массы веществ в исходной смеси

Задача 2.

При взаимодействии серной кислоты со смесью карбонатов кальция и бария массой 250 г выделилось 40 л газа (н.у.). Найти массовые доли веществ в исходной смеси.

Задача 3.

На нейтрализацию раствора гидроксидов калия и натрия массой 125 г с общей массовой долей гидроксидов 40% затратили 280 г серной кислоты с массовой долей кислоты 20%. Найдите массовые доли гидроксидов в смеси.

Задача 4.

При сгорании газовой смеси пропана(C_3H_8) и метана(CH_4) объемом 8 л (н.у.) выделилось 23,3 г воды. Найдите объемные доли веществ в смеси (н.у.).
Подсказка: вещества, находящиеся в смеси сгорают до углекислого газа и воды.

Ответы:

Задача 1.

$$m(Cu(OH)_2)=32,78 \text{ г}; m(Zn(OH)_2)= 13,22 \text{ г}$$

Задача 2.

$$W(CaCO_3)=41,96\%; W(BaCO_3)=58,04\%$$

Задача 3.

$$W(NaOH)=28\%; W(KOH)=12\%$$

Задача 4.

$$W(C_3H_8)=81,13\%; W(CH_4)=18,87\%$$

Задачи на качественное определение веществ

Во многих олимпиадах различных уровней сложности встречаются задачи подобного типа. Как по-простому, их еще называют «АБВГДэйками». В таких задачах различные вещества обозначаются различными буквами. Для решения таких задач всегда полезно знать самые распространенные тривиальные названия (то есть, отличные от научных, используемые еще в те времена, когда химия элементов не была настолько изучена), цвета растворов, осадков и пламени, а также специфические качественные реакции.

В таких задачах всегда нужно идти от самого простого – например, если даны цифры для расчета или легко угадываемое соединение. Примером такого соединения может являться сульфат бария (BaSO_4), обычно описываемый как «белый осадок, нерастворимый в кислотах». Исключение: концентрированная серная кислота (H_2SO_4) или уксусная (CH_3COOH).

Пример 1.

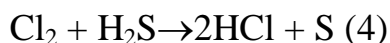
Элемент X при нормальных условиях находится в виде желто-зеленого газа А с резким запахом. Вещество А можно получить при взаимодействии пиролюзита с веществом Б (реакция 1) или при взаимодействии вещества Б с перманганатом калия (реакция 2). При каталитическом окислении вещества Б также получается газ А (реакция 3). Вещество А – сильный окислитель, благодаря чему может реагировать с сероводородом (реакция 4) с образованием вещества Б. При растворении вещества А в гидроксиде натрия образуются вещества В и Г (реакция 5), а при растворении А в горячей щелочи – вещества В и Д (реакция 6). Известно, что массовая доля X в В, Г и Д – 60,68%, 47,65% и 33,33% соответственно.

Определите вещества А-Д и элемент X, ответ подтвердите расчетами. Напишите уравнения реакций 1-6. В реакции 2 расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Подсказка: пиролюзит – оксид с массовой долей марганца 63,22%.

Решение.

По указанию на то, что А – желто-зеленый газ, мы можем определить, что А – Cl₂, а элемент Х – хлор. Действительно, общеизвестно такое свойство хлора, как сильная окислительная способность. Тогда, так как у нас известны необходимые вещества, мы можем написать реакцию 4 и определить вещество Б (это HCl):

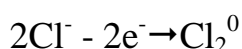
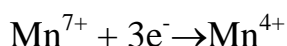


Опираясь на подсказку, мы находим, что молярная масса пиролюзита при одном атоме марганца равна $M = \frac{Ar(Mn)}{w} = \frac{55}{0,6322} = 87$

То есть, на второй элемент у нас остается 87-55=32. Так как пиролюзит – это оксид, то его конечная формула MnO₂.



Для реакции 2 расставляем коэффициенты:



Конечное уравнение:



Окисление – взаимодействие с кислородом.

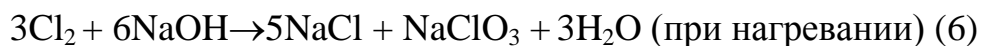
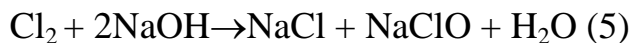


Определим вещества В, Г и Д:

Так как все они образуются при взаимодействии гидроксида натрия и хлора, справедливо предположить, что все они содержат натрий и хлор.

При содержании одного атома хлора в молекуле мы получаем молярные массы В, Г и Д равные 58,5 г/моль, 74,5 и г/моль и 106,5 г/моль соответственно.

Веществу В соответствует формула NaCl, веществу Г – NaClO, а веществу Д – NaClO₃.



Задача 1.

Вещество А – бесцветный кристаллический порошок, желтеющий при нагревании, с массовой долей элемента X 80,25%. Вещество А можно получить при нагревании вещества Б (реакция 1), при добавлении к которому соляной кислоты можно ощутить резкий характерный запах (реакция 2). Также его можно получить при термическом разложении вещества В, при котором образуется, кроме А, газ Г, имеющий плотность по воздуху 1,517 (реакция 3). При добавлении к веществу А концентрированной щелочи получается вещество Д (реакция 4). Вещество Д мы можем также получить при добавлении к раствору этой же щелочи вещества Е, с массовой долей X 65,66%. (реакция 5).

1. Определите вещества А-Е и элемент X. Дайте им систематическое название.
2. Приведите расчеты для газа Г и веществ А и Д.
3. Напишите уравнения реакций 1-5.

Задача 2.

Вещество X – металл серебристо-белого цвета. Ионы X придают пламени фиолетовое окрашивание.

При сгорании X на воздухе образуется смесь бинарных веществ с массовыми долями металла 54,9%(А) и 70,9% (Б) (реакция 1). Вещество А реагирует с серой с образованием вещества В (реакция 2) и с углеродом, с образованием вещества Г и газа Д, плотностью 1,9768 г/л (реакция 3).

Если к веществу В добавить хлорид Z (вещество Е), дающий пламени зеленое окрашивание, выпадет белый осадок (вещество Ж), не растворимый в кислотах (реакция 4).

1. Определите вещества А-Ж и металлы X и Z. Приведите тривиальные названия веществ В, Г и Ж. Назовите все вещества.
2. Приведите расчеты для газа Д и веществ А и Б.
3. Напишите уравнения реакций 1-4.

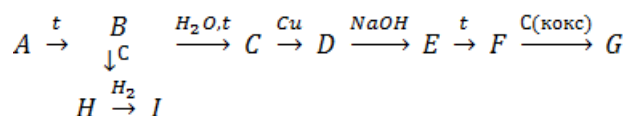
Задача 3.

« Дня три спустя Базаров вошёл к отцу в комнату и спросил, нет ли у него адского камня?»

— Есть; на что тебе? — Нужно... ранку прижечь.

— (Иван Тургенев, «Отцы и дети»).

Известно, что вещество А раньше называли адским камнем, а вещества А-Д и Н-І содержат один и тот же элемент. Также известно, что одним из промышленных способов получения вещества Н является пропускание газа І с резким характерным запахом над F при температуре около 700°C.



1. Определите вещества А-І. Дайте им названия.
2. Напишите уравнения реакций, составляющих цепочку превращений.
3. Напишите способ получения вещества Н, описанный в условии.

Ответы:

Задача 1.

X – Zn; А – ZnO; Б – ZnSO₃; В – ZnCO₃; Г – CO₂; Д – Na₂[Zn(OH)₄]; Е – Zn(OH)₂

Задача 2.

X – K; Z – Ba; А – KO₂; Б – K₂O₂; В – K₂SO₄; Г – K₂CO₃; Д – CO₂; Е – BaCl₂
Ж – BaSO₄

Задача 3

А – AgNO₃; В – NO₂; С – HNO₃; Д – Cu(NO₃)₂; Е – Cu(OH)₂; F – CuO; G – Cu; H – N₂; I – NH₃

Задачи на применение уравнения Менделеева - Клапейрона.

Это уравнение еще называют уравнением состояния идеального газа. Оно позволяет работать с количеством газа (а также массой и объемом) в условиях, отличных от нормальных.

* Нормальные условия – $p = 101325 \text{ Па}$, $T = 273.15 \text{ К}$

* Стандартные условия – $p = 10^5 \text{ Па}$, $T = 298.15 \text{ К}$

Само уравнение имеет вид

$$pV = \frac{m}{M}RT,$$

где p , [Па], - давление;

V , [м^3], - объем;

m , [г], - масса;

M , [$\frac{\text{г}}{\text{моль}}$], - молярная масса;

T , [К], - температура (находится по формуле $T = t + 273$);

R – универсальная газовая постоянная, $R = \text{const} = 8,314$

Для того, чтобы успешно решать задачи, применяя уравнение состояния идеального газа, необходимо научиться работать с единицами измерения, а также с самой формулой, преобразовывая её.

Пример 1.

В сосуде объемом 10 л при давлении в одну атмосферу и при температуре в 47°C находится смесь углекислого газа и азота с молярной массой 33,536. Найдите массовое и объемное содержание газов в сосуде.

Решение:

Используем уравнение Менделеева - Клапейрона. У нас известны давление, объем сосуда, молярная масса и температура, так что мы можем найти общую массу газов в сосуде.

$$m = \frac{MpV}{RT}$$

$$m(\text{г}) = \frac{33,536 \cdot 101325 \cdot 0,01}{8,314 \cdot 320} = 12,77 \text{ г}$$

или же количество смеси равно 0,381 моль

Если x – массовая доля углекислого газа, тогда $1-x$ – количество азота.

Тогда составляем уравнение:

$$44x + 28(1 - x) = 33,536$$

Решаем и получаем ответ

$$x = 0,346 \text{ или } 34,6\%.$$

Соответственно массовая доля азота 65,4%.

Теперь мы должны найти объем. Для этого находим массу одного из веществ – для этого умножаем найденную массовую долю на найденную ранее массу смеси.

$$m(\text{CO}_2) = 4,42 \text{ г.}$$

$$pV = \frac{m}{M}RT \qquad V = \frac{mRT}{Mp}$$

$$V = 2,64 \text{ л}$$

$$\psi(\text{CO}_2) = \frac{2,64}{10} = 0,264 \text{ или } 26,4\%$$

Объемная доля азота – 73,6%.

Задача 1.

В сосуде при неизменном давлении находится газ. При температуре 56°C его плотность равна 2,87 г/л, а при температуре 96°C - 2,56 г/л. Определите вещество в сосуде.

Задача 2.

В сосуде при 398К находится смесь сернистого и углекислого газов со средней плотностью 1,636 г/л и создает при этом давление в 102,15 кПа. Найдите массовые доли газов в смеси.

Задача 3.

Каков объем сосуда, если 0,37 моль хлора при 127°C создают давление в 123 кПа?

Задача 4.

Какое давление создаст 0,3 моль угарного газа при 69°C в сосуде, объемом 230 литров?

Ответы:

Задача 1. - Cl₂

Задача 2. - 45% SO₂ и 55% CO₂

Задача 3 - 11 л

Задача 4 - 3741,3 Па.

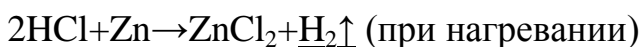
Задачи с использованием способов получения веществ.

В последнее время в олимпиадах стали появляться задачи, предполагающие проведение мысленного эксперимента. Чаще всего требуется получить определенное вещество. Например: кислород, водород, аммиак, углекислый газ, хлор и так далее.

1. Получение водорода

Водород можно получить

- вытеснением водорода из кислот металлами, стоящими в ряду напряжения до водорода:



Для этого способа получения водорода используют специальные приборы: аппарат Киппа и аппарат Кирюшкина;

- Электролизом воды:

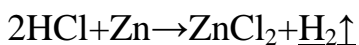


Обычно водород получают вытеснением водорода из кислот.

Оборудование: аппарат Кирюшкина, емкость для сбора водорода, газоотводная трубка.

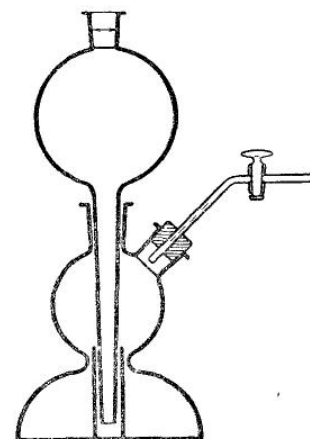
Реактивы: цинк гранулированный, соляная кислота.

Помещаем в аппарат Кирюшкина цинк и плотно закрываем пробкой. Для сбора водорода приготовим емкость, причем емкость необходимо держать дном вверх, так как водород легче воздуха. Медленно приливаем в воронку аппарата соляную кислоту. В аппарате происходит реакция:

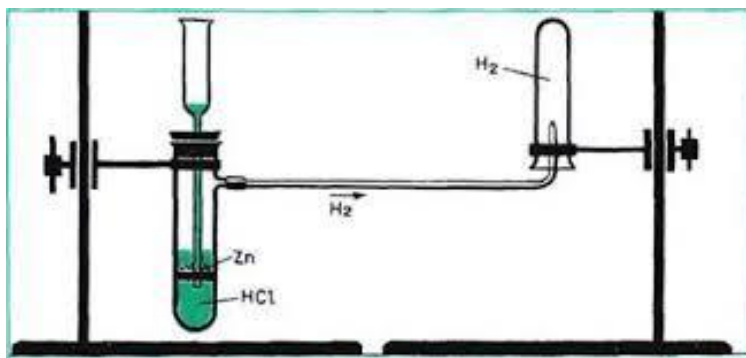


Водород нерастворим в воде и легче воздуха, поэтому его собирают методом вытеснения воды или воздуха, держа емкость вверх дном.

Проверка на то, что в емкости содержится именно водород: необходимо пробирку с водородом, держа ее вверх дном поднести к пламени спиртовки. Глухой хлопок при сгорании водорода свидетельствует о том, что водород чистый. Если вы слышите свистящий звук, то водород с примесями.



Р и с. 116. Аппарат Киппа.



2. Получение кислорода

Чаще всего кислород получают:

- нагреванием перманганата калия:
 $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (при нагревании);
- нагреванием хлората калия (бертолетова соль):
 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ (при нагревании);
- нагревание нитратов активных металлов:
 $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (при нагревании);
- из пероксидов некоторых активных металлов:
 $2\text{Ba}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO} + \text{O}_2 \uparrow$;
- разложением пероксида водорода:
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (катализатор – MnO_2);
- Электролизом воды:
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (при действии электрического тока).

В лаборатории получают разложением перманганата калия.

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой, колба (в нее мы будем собирать кислород), штатив, спиртовка.

Реактивы: перманганат калия.

В пробирку насыпаем кристаллический перманганат калия. Плотнo закрываем пробирку пробкой. Для сбора кислорода подготовим колбу. Конец газоотводной трубки поместим в колбу. Колбу нужно держать дном вниз. Зажигаем спиртовку и начинаем нагревать пробирку. Вначале прогреем всю пробирку, иначе при нагревании непосредственно перманганата калия она лопнет из-за разности температур. Теперь начинаем нагревать ту часть

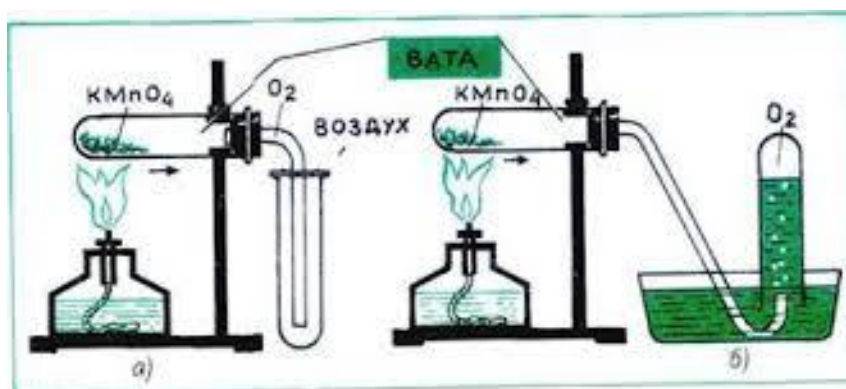
пробирки, где находится перманганат калия. При нагревании перманганат калия начинает разлагаться:



Выделяющийся кислород поступает по газоотводной трубке в колбу, которую следует держать вниз дном.

Так как кислород нерастворим в воде и тяжелее воздуха, то его собирают методом вытеснения воды или воздуха, держа емкость вниз дном.

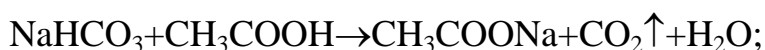
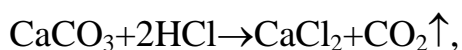
Проверка на то, что в емкости содержится именно кислород: в емкость нужно внести тлеющую лучинку, если в емкости действительно кислород, то лучинка должна загореться.



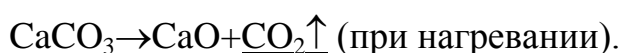
3. Получение углекислого газа

Диоксид углерода получают:

- Взаимодействием карбонатов и гидрокарбонатов с кислотами:



- Термическим разложением карбоната кальция:



В лаборатории углекислый газ чаще всего получают взаимодействием карбонатом и гидрокарбонатов с кислотами.

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой (аппарат Киппа или аппарат Кирюшкина), химический стакан, спиртовка, лучинка.

Реактивы: кусочки мела, раствор соляной кислоты, известковая вода.

Помещаем в аппарат Кирюшкина мел и плотно закрываем пробкой. Для сбора углекислого газа подготовим емкость, причем емкость необходимо держать дном вниз, так как углекислый газ тяжелее воздуха. Медленно приливаем в воронку аппарата соляную кислоту. В аппарате происходит реакция:

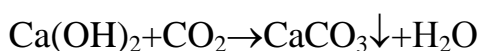
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$$

Так как углекислый газ малорастворим в воде и тяжелее воздуха, то его собирают методом вытеснения воды или воздуха, держа емкость вниз дном.

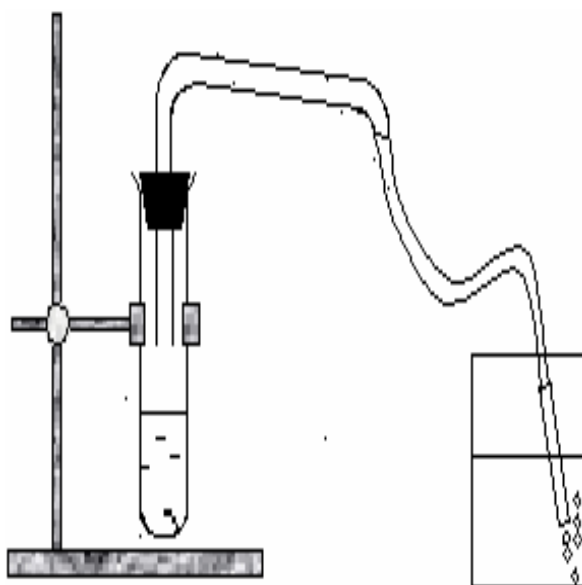
Наличие углекислого газа можно доказать двумя способами:

- В сосуд с углекислым газом внесите горящую лучинку. Так как углекислый газ не поддерживает горение, то лучинка потухнет.

- Пропустите углекислый газ из газоотводной трубки в пробирку с известковой водой. Происходит реакция:

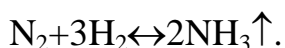


выпадает осадок.

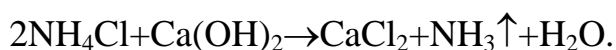


4. Получение аммиака

В промышленности аммиак получают взаимодействием азота и водорода:



Аммиак в лаборатории получают нагреванием хлорида аммония с гидроксидом кальция:

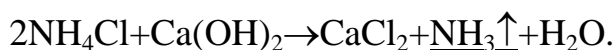


Оборудование: ступка с пестиком, пробирка с газоотводной трубкой, колба (в нее мы будем собирать аммиак), штатив, спиртовка.

Реактивы: хлорид аммония, гидроксид кальция.

Помещаем в ступку хлорид аммония с гидроксидом кальция и растираем пестиком. Затем насыпаю эту смесь в пробирку. Плотно

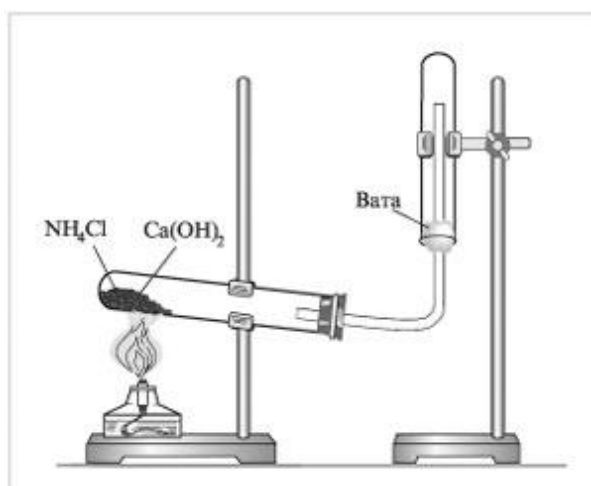
закрываем пробирку пробкой. Для сбора аммиака приготовим колбу. Конец газоотводной трубки поместим в колбу. Колбу нужно держать дном вверх. Зажигаем спиртовку и начинаем нагревать пробирку. Вначале прогреем всю пробирку, иначе при нагревании непосредственно смеси реактивов она лопнет из-за разности температур. Теперь начинаем нагревать ту часть пробирки, где находится реакционная смесь. При нагревании происходит реакция:



Выделяющийся аммиак поступает по газоотводной трубке в колбу, которую следует держать вниз дном.

Так как кислород хорошо растворим в воде, то его нельзя собирать методом вытеснения воды. Но аммиак легче воздуха, поэтому его собирают методом вытеснения воздуха, держа емкость вверх дном.

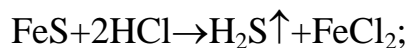
Аммиак можно отличить по характерному запаху нашатырного спирта. Также можно поднести к газоотводной трубке фенолфталеиновую бумажку, смоченную водой. Бумажка должна порозоветь. Аммиак отлично растворяется в воде (до 1200 объемов в 1 объеме воды при 0°C). Поэтому при опускании горлышка пробирки с аммиаком в воду, столб жидкости поднимется вверх по пробирке.



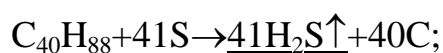
5. Получение сероводорода

Сероводород в лабораторных условиях можно получить:

- Воздействием на сульфид железа кислотой.



- Сплавлением парафина с серой



- Взаимодействием сульфида алюминия с водой, при этой реакции выделяется особо чистый сероводород:

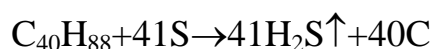


Обычно пользуются наиболее простым способом получения сероводорода, то есть сплавлением парафина с серой.

Оборудование: фарфоровая чашка, спиртовка, трубка с газоотводной трубкой, емкость

Реактивы: парафин, порошок серы.

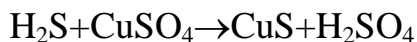
Нужно расплавить в фарфоровой чашке парафин и добавить туда порошок серы. Даём постепенно смеси остывать, при этом необходимо помешивать получаемый раствор. Когда смесь застыла, её можно измельчить. Итак, получим сероводород, для чего возьмём немного измельчённой смеси и будем медленно её нагревать, предварительно поместив смесь в пробирку с газоотводной трубкой. Так, в процессе химической реакции парафин (а именно водород, находящийся в парафине) взаимодействует с серой, при этом выделяется сероводород и образуется углерод. Реакция протекает так:



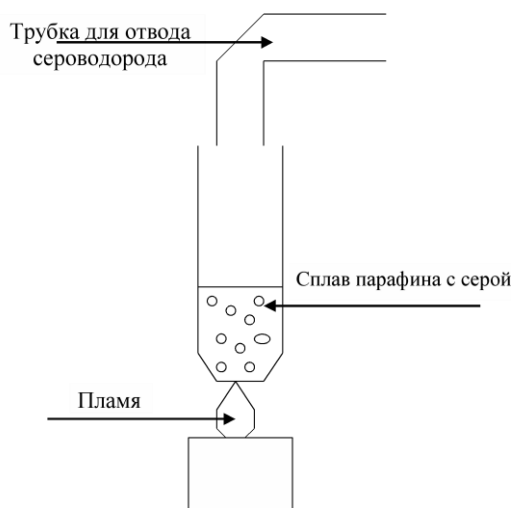
Выделяющийся сероводород можно обнаружить с помощью влажной универсальной индикаторной бумаги: под действием сероводорода она краснеет. Раствор сероводорода в воде – очень слабая кислота. Пропускаем сероводород через холодную дистиллированную воду. Сероводород частично растворяется, образуется сероводородная вода. Лакмус краснеет в сероводородной воде, это действительно слабая кислота.

Наличие сероводорода можно определить влажной бумажкой, смоченной в растворимой соли свинца в качестве индикатора. Но так как свинец – тяжелый металл и ядовит, то его можно заменить солями меди,

например сульфатом меди (II). При взаимодействии сероводорода с раствором соли меди на бумаге постепенно будет появляться черный осадок – сульфид свинца. Уравнение реакции:

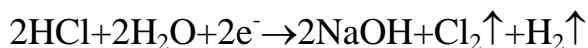


Реакция с ионами свинца является качественной реакцией на ион серы.



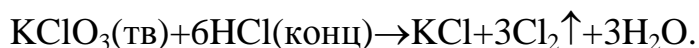
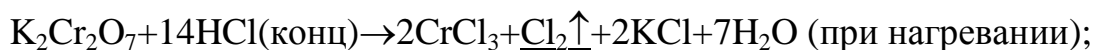
6. Получение хлора

В промышленности хлор получают посредством электролиза водного раствора хлорида натрия:

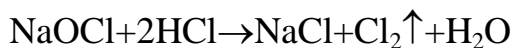


В лабораторных условиях хлор обычно получают под тягой и в защитной маске, так как он очень ядовит, следующими способами:

- При окислении соляной кислоты сильными окислителями (оксид марганца (IV), перманганат калия, дихромат калия, бертолетова соль или хлорат калия):



- Действием кислоты на гипохлорит калия:

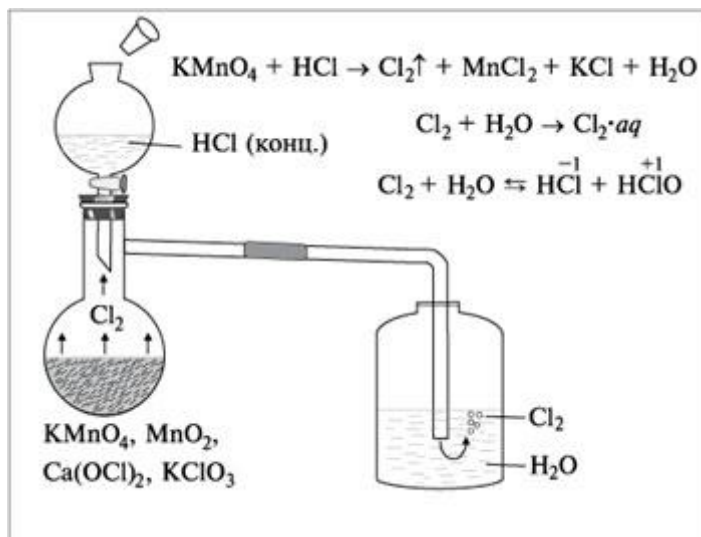


Обычно предпочитают получать хлор окислением соляной кислоты перманганатом калия.

Оборудование: колба с газоотводной трубкой, пробка с капельной воронкой, спиртовка, сосуд для сбора хлора.

Реактивы: перманганат калия, соляная кислота

Хлор получают в хорошо проветриваемом помещении или в вытяжном шкафу, а также в защитной маске, так как хлор очень ядовит! В колбу с газоотводной трубкой помещаем перманганат калия. Закрываем колбу пробкой с капельной воронкой. При помощи



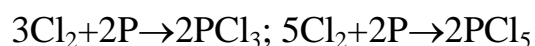
капельной воронки соляная кислота будет постепенно поступать в колбу. Приливаем немного соляной кислоты в делительную воронку. Зажигаем спиртовку, при нагревании реакция протекает быстрее. Газоотводную трубку помещаем в сосуд для сбора хлора. Сосуд для сбора хлора необходимо держать вниз дном, так как хлор тяжелее воздуха. Медленно приливаем с помощью делительной воронки кислоту в колбу. Начинается выделение желто-зеленого газа – хлора, который постепенно заполняет сосуд для его сбора, происходит окислительно–восстановительная реакция:



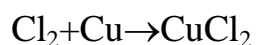
Наличие хлора в сосуде можно доказать следующими способами:

- В сосуд с хлором внесите влажную лакмусовую бумажку. Она обесцветится, так как хлор обладает свойствами отбеливателя.

- В ложечке для сжигания веществ внесите в сосуд с хлором небольшое количество красного фосфора. Фосфор горит в хлоре:



- В сосуд с хлором внесите пучок предварительно нагретой медной проволоки. Появляется бурый дым:



Этап 3. Создание рабочей тетради.

Этот этап был посвящен непосредственно созданию рабочей тетради: выбору шрифта, набору текста, оформлению, коррекции материала, верстке.

Заключение

Итак, рабочая тетрадь создана! Но сколько на это потрачено времени, сил и стараний. Изучено море литературы, учебной и методической, проанализировано огромное количество задач, найдены оптимальные и доступные способы их решения, проведен опрос, собрана ценная теоретическая информация и все это систематизировано в рабочей тетради. Впрочем, этих стараний нисколько не жалко, потому, что мы получили для себя новый неоценимый опыт создания учебной литературы, нужной для подготовки учащихся к олимпиадам по химии муниципального уровня. Для нас работа над проектом была дополнительной практикой в решении задач высокого уровня сложности, что пригодится в следующем году на олимпиаде по химии и в ЛМШ. Значительную часть задач мы составляли сами, так как имеем достаточное представление об особенностях нестандартных и олимпиадных задач, методике их составления и решения. Надеемся, что разработанная нами рабочая тетрадь будет средством освоения методики решения олимпиадных задач учащимися.

Перспектива продолжения работы существует в виде создания рабочей тетради для учащихся 10 классов, в которую будут добавлены олимпиадные задачи по органической химии и повышен уровень сложности уже

IV. Список источников

Литература:

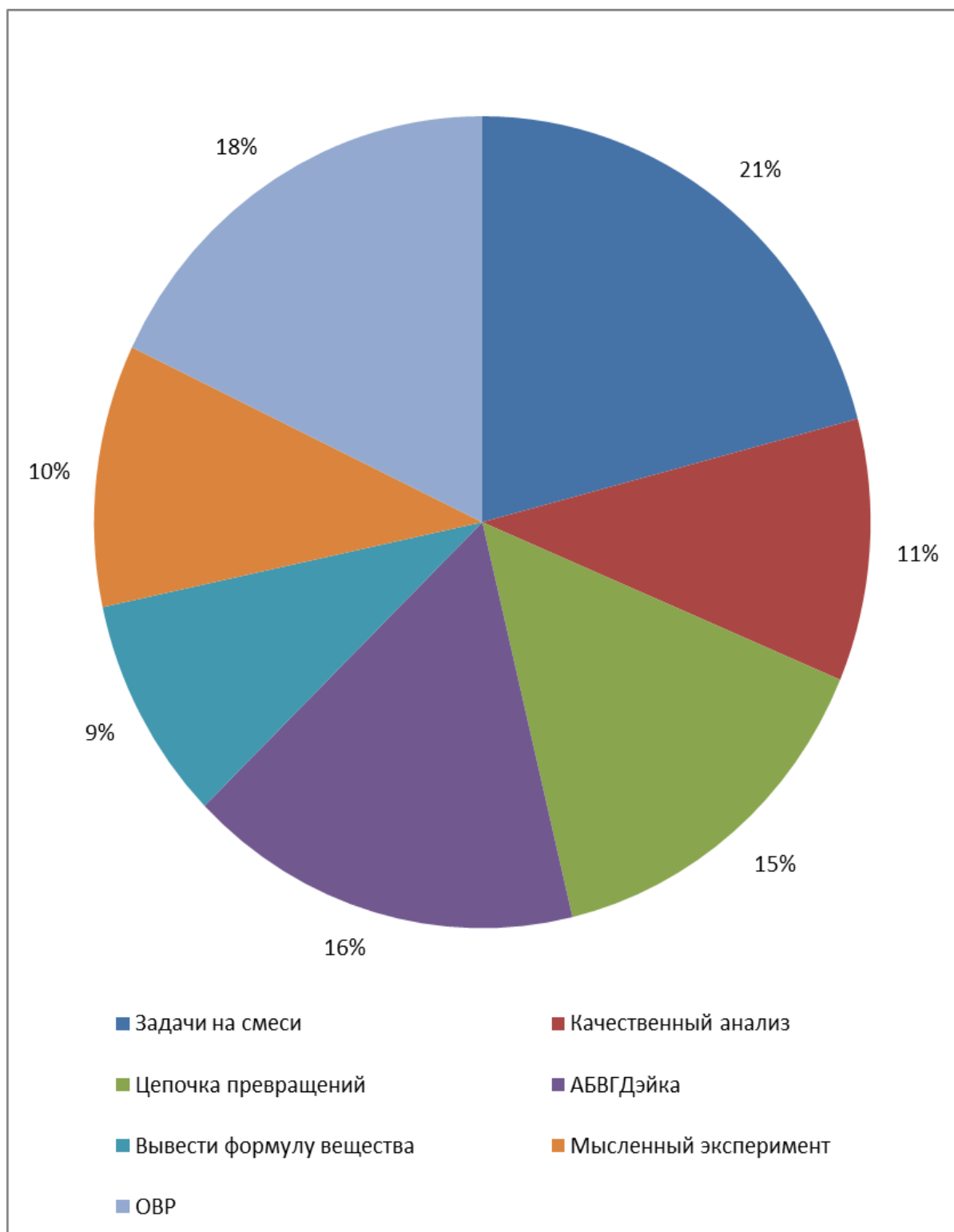
- 1) Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений II (муниципального) этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области с 1997 по 2011 год.
- 2) Глинка Н.Л. Общая Химия: Учебное пособие для вузов - Л.:Химия, 1983. – 886с.
- 3) Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов. - М.: Химия, 1993. - 636с.
- 4) Берг Л.Г., Громаков С.Д., Зороацкая И.В., Аверко-Антонович И.Н. Способы подбора коэффициентов в химических уравнениях: учебное пособие для вузов. - Казань: издательство Казанского университета, 1959.- 148с.
- 5) Левицкий М. Язык химиков: учебное пособие. - М: Химия, 2000. - 52с.
- 6) Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А., Методика решения задач по химии: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по биол. И хим. спец. – М.: Просвещение, 1989.
- 7) Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. Химия: 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. 4-е изд., перераб. – М.: Вентана-Граф, 2012. – 288с.
- 8) Исупов В.П. Расстановка коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций. Учебное пособие. – 2-е изд., испр. – Киров.: ЦДООШ, 2006, 26с.
- 9) Зайцев М.А., Исупов В.П., Огородникова О.В. Основные классы неорганических веществ. Основы минералогии. Учебное пособие. Для учащихся КЦДООШ. – Киров.: КЦДООШ, 2005. – 76с.
- 10) Зайцев М.А., Огородникова О.В. Основные понятия и законы химии. Решение задач на определение состава смеси. Учебное пособие для учащихся КЦДООШ. – Киров.: КЦДООШ, 2005. – 40с.

Интернет-ресурсы:

- 1) <http://ru.wikipedia.org>
- 2) <http://www.xumuk.ru>
- 3) <http://www.school.edu.ru>
- 4) <http://cat.convdocs.org>

III. Приложения

Приложение №1



Приложение №2

Опросный бланк.

Вы испытывали трудности в определенных типах задач при подготовке к олимпиаде? Если да, то расставьте цифры от 1 до 8, составив таким образом, рейтинг затруднений (1 – самое трудное)

- Задачи на смеси
- Качественный анализ
- Цепочка превращений
- АБВГДэйка
- Вывести формулу вещества
- Мысленный эксперимент по получению веществ
- Окислительно – восстановительные реакции
- Уравнение Менделеева - Клапейрона

Приложение №3

