

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1

«Соли и соляные спирты (*salus spiritus*) разделяются на кислые, щелочные и средние. Кислые проявляют себя вкусом, щелочные вспениваются с кислотами, кислые окрашивают фиалковый сироп в красный цвет, щелочные же - в зеленый. Средние соли – те, которые получают смешением кислых и щелочных солей». (М.В.Ломоносов. Полное собрание сочинений, т.2, §113)

Ниже приведен список веществ (водные растворы):

NaCl	NH ₃	Na ₂ SO ₄	HCl	NaNO ₃	H ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃
HNO ₃	NaHSO ₄	NaHCO ₃	NH ₄ NO ₃	NH ₄ Cl	NH ₄ HSO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄

Вопросы.

1. Из предложенного списка выберите «соляные спирты», в соответствии с определением Ломоносова: «летучие компоненты солей, выделяющиеся при нагревании», напишите по одной реакции их получения, используя соответствующие соли данного набора.
2. Разделите «соляные спирты» на кислые и щелочные.
3. Возможно ли (на Ваш взгляд) существование средних «соляных спиртов»? Если да, то приведите пример их получения из набора веществ, представленных в списке (уравнения химических реакций).
4. Из приведенного списка выберите примеры кислых, щелочных и средних солей, в соответствии с определением Ломоносова (ответ поясните).
5. Напишите уравнение реакции получения средней соли, исходя из смешения кислой и щелочной соли, выбирая реагенты из приведенного списка.

Задача 9-2

«Купорос имеет три вида: первый из них зеленого бледноватого цвету, вкусом кисел и несколько сладковат и просто называется сапожным купоросом; второй цветом очень синь, вкусом кисел и горьковат и называется кипрским, венгерским или турецким купоросом; третий имеет цвет белый и очень редко находится. Все сии купоросы дают от себя через перегонку из реторты безмерно кислую жидкую материю, которая называется купоросным спиртом или купоросною крепкой водкой. ... Оставшаяся после перегонки материя в реторте из всех трех купоросов разная. После перегонки бледноватого зеленого купороса остается ...темно-бурая, ноздреватая и крупная земля.... Вместо упомянутых

металлов белый купорос содержит в себе некоторую желтоватую землю....Поташ с купоросным спиртом кипит и крепко с ним соединяется, равно как с серным. А чтобы поташ удовольствоваться так, чтобы кипеть перестал, к тому надобно больше купоросного, нежели серного спирту. В одном фунте купоросу содержится 36 золотников *земли*, 12 золотников густого спирта, 48 золотников воды.

Ежели в воду, в которой синий ... купорос был распущен, положить железный гвоздь, который не заржавел, тогда кислые частицы купоросного спирта станут помалу разъедать железо, а на место железных частиц сядут... из распущенного синего купоросу, отчего гвоздь покраснеет...» (М.В. Ломоносов «Первые основания горной науки.» ПСС, т.2, §34, стр.388)

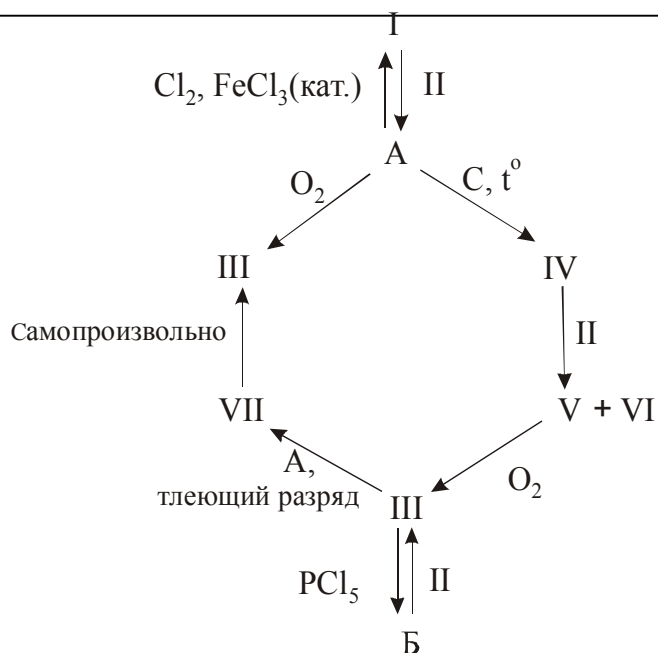
(1 фунт = 96 золотников = 0,4095 кг)

Вопросы.

1. Определите состав купоросов (формулы), учитывая, что при прокаливании (выше 700 °С) потеря массы составляет для «сапожного купороса» - 71,3 %, для «кипрского купороса» - 68,1 %, а для «белого купороса» - 71,7 % (подтвердите расчетом). Напишите уравнения реакций термического разложения для всех купоросов. Зеленый и белый купоросы содержат одинаковое количество кристаллизационной воды на формулу.
2. Определите концентрацию (массовую долю (в %)) купоросных спиртов, если сконденсировать (при 0 °С) все летучие продукты.
3. Что происходит с железным гвоздем в растворе «синего купороса»? (запишите уравнение реакции).
4. Определите, для каких купоросов и по каким параметрам приблизительные результаты анализа Ломоносова наиболее хорошо согласуются с современными данными.
5. «Поташ с купоросным спиртом **кипит** и крепко с ним соединяется, равно как с серным. А чтобы поташ удовольствоваться так, чтобы кипеть перестал, к тому надобно больше купоросного, нежели серного спирту.» Напишите уравнения реакций поташа с «купоросным спиртом» с «кипением» и без «кипения».

Задача 9-3

На приведенной схеме каждое из бинарных веществ **I-VII** имеет формулу XY_2 , где X и Y – произвольные элементы.



- Простое вещество **A** встречается в природе в самородном состоянии, для извлечения его из пластов используют перегретые пары вещества **II** под давлением.
- При комнатной температуре **A** твердое вещество, **Б, I, II** и **IV** – жидкие вещества, **III, V, VI, VII** – газы.

Вопросы.

1. Определите все вещества **A, Б, I-VII**, зашифрованные на схеме.
2. Приведите все уравнения реакций по данной схеме.

Задача 9-4

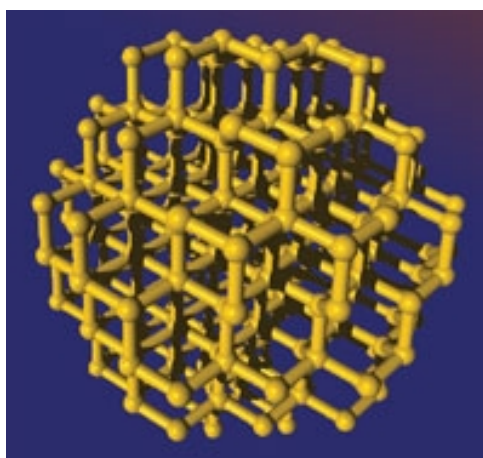
Бинарные соединения (соединения, состоящие из двух элементов) **A - Г** имеют одинаковый качественный состав. Некоторые сведения об этих соединениях представлены в таблице.

	A	Б	В	Г
Массовое содержание элемента X	8,08	14,96	26,03	34,54
Цвет	Бронзово-зеленый	Белый	Темно-коричневый	Бурый
$T_{пл}, ^\circ C$	Разлагается > 120	435	690	Разлагается
Растворимость	Разлагается с образованием раствора Б и темного осадка	Растворим: 172 г на 100 г воды	Разлагается с образованием раствора Б и выделением O_2	Разлагается с образованием раствора Б и выделением O_2

Аналоги соединения **Б**, которые содержат элементы, расположенные в той же подгруппе периодической системы, что и **X**, напротив, плохо растворимы в воде и широко используются в качественном анализе.

Вопросы.

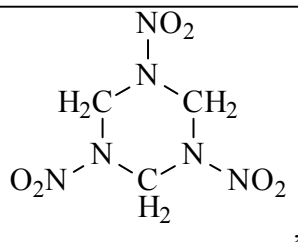
1. Определите состав соединений А – Г (формулы).
2. Напишите уравнения реакций, происходящих при растворении в воде А-Г и при нагревании соединений А и Г.
3. Предложите способы получения А – Г (в форме химических реакций) и обоснуйте условия их проведения.
4. О каких аналогах соединения Б идет речь? В чем их можно растворить?

Задача 9-5**Наноалмазы**

Алмазы нанометрового размера – новый перспективный материал. Получают его, главным образом, детонационным синтезом. Этот способ был изобретен в Советском Союзе ещё до наступления эры нанотехнологий. При детонации некоторых взрывчатых веществ, содержащих углерод, происходит их разложение. В эпицентре взрыва температура составляет более 3000 °С, а давление – более 200 тысяч атмосфер. В этих условиях образовавшийся при разложении углерод превращается в порошок, содержащий смесь алмаза и графита. За время взрыва ($10^{-7} - 10^{-8}$ с) крупные кристаллы алмаза не успевают сформироваться, поэтому большинство кристаллов представляют собой наночастицы. Для удаления графита полученную смесь нагревают со смесью концентрированных азотной и серной кислот.

Вопросы.

1. Напишите уравнение реакции разложения гексогена



если известно, что среди продуктов реакции – углерод, азот и вода.

2. Напишите уравнения реакций графита с концентрированными азотной и серной кислотами.

В результате детонационного синтеза получена смесь наноалмазов, в которой преимущественно содержатся частицы, состоящие из 275 атомов углерода.

3. Оцените диаметр наноалмаза, содержащего 275 атомов, считая, что он имеет форму шара.

Вследствие малых размеров наноалмазов многие их свойства отличаются от свойств обычных алмазов. Так, при комнатной температуре обычный алмаз – эндотермическое ($Q_{\text{обр}} = -1,8$ кДж/моль), а алмаз с диаметром частиц 5 нм – экзотермическое вещество ($Q_{\text{обр}} = +4,0$ кДж/моль).

4. Рассчитайте теплоту сгорания обычного алмаза и наноалмаза, если известно, что теплота сгорания графита составляет 393,5 кДж/моль.
5. Одно из применений наноалмазов связано с их хорошими адсорбционными свойствами. Считая, что наноалмаз состоит только из сферических частиц диаметром 5 нм, оцените удельную поверхность материала (в м²/г).

Плотность алмаза: $\rho = 3,52$ г/см³.

Объём шара радиуса r : $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3}\pi r^3$. Поверхность сферы радиуса r : $S_{\text{сферы}} = 4\pi r^2$.