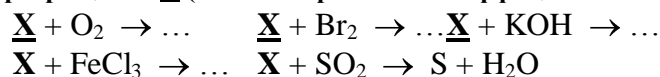


№ 1. Теоретический тур краевой олимпиады

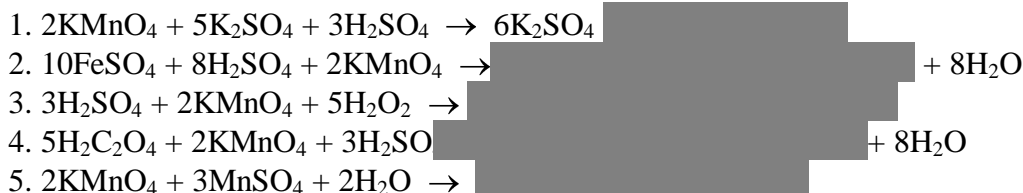
Задача 9-1. Газовую смесь, полученную при сжигании 1.2 г угля в избытке кислорода, поглотили 100 мл раствора гидроксида натрия плотностью 1.1 г/мл с массовой долей щелочи 10%. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Задача 9-2. На схеме приведены превращения  $\underline{X}$  (стехиометрические коэффициенты не указаны).



Предложите  $\underline{X}$  и запишите уравнения осуществленных превращений.

Задача 9-3.



Задача 9-4. “Сулема, или ... (? I) многими способами получается из каломели и обратно в нее переходит. Избыток хлора (напр., царская водка) переводит каломель и ртуть в сулему. Она получила свое название от того, что летуча, и в медицине поныне называется *Mercurius Sublimatus seu corrosivus*. Плотность ее паров по отношению к водороду 135, следовательно, частица ее содержит ... (? II). Она образует бесцветные призматические кристаллы ромбической системы, кипит при 307°, растворяется в спирте. Приготавливают ее обыкновенно через возгонку сернортутной соли с поваренной солью: ..... (? III). Сулема, будучи растворима в воде и реагируя на белковые вещества, сильно ядовита, а потому применяется для дезинфекции, особенно при хирургических операциях, для сохранения образцов животных, при бальзамировании и т.п.” (Д.И. Менделеев, Основы химии, т.2, с.108, 1947)

1. Определите состав сулемы (? II).
2. Приведите современное название “сулемы” (? I).
3. Напишите реакцию растворения ртути в царской водке.
4. Что такое “каломель” (название, состав)?
5. Как из “каломели” действием “царской водки” можно получить “сулему” (уравнение реакции)?
6. Напишите уравнение реакции “сернортутной соли с поваренной солью” (? III).

Задача 9-5. После летних каникул в кабинете химии были обнаружены четыре банки с реактивами, отвалившиеся этикетки от которых были перепутаны:

“KOH 1M”, “K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1M”, “Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 1M”, “CaCl<sub>2</sub> 1M”.

Юный помощник Сережа, аккуратно проведя попарные сливания растворов из банок, установил их содержимое. Полученные им результаты представлены в таблице.

Реактив	I	II	III	IV
I		↓	—	↓↑
II	↓		↓	—
III	—	↓		↓ р
IV	↓ ↑	—	↓	

Обозначения: в столбцах представлен номер взятого реактива, в строках – номер добавляемого реактива. ↓ – выпадения осадка, ↑ – газовыделение, р – растворение образовавшегося осадка (положение знака в строке зависит от количества добавляемого реагента: знак слева – выпадение осадка начинается с первой капли, чем дальше смещен знак вправо, тем больше добавляемого раствора требуется для реализации процесса).

Определите содержимое банок. Напишите уравнения реакций происходящих процессов.

Объясните, почему при приливании раствора IV к раствору III выпадение осадка происходит не сразу.

Задача 9-6. “Почти одновременно с введением электролитического способа получения хлора и едкого кали в Германии, французы Галль и Монлор в 1890-м году применили электролиз для добывания ... (? I).

Электролизу подвергается насыщенный горячий раствор хлористого калия без диафрагмы с близко расположенными друг от друга электродами из платины или ачесоновского графита; выделяющийся на катоде ... (? II) перемешивает электролит настолько, что ... (? III) не выделяется из раствора. Подогревание раствора во время электролиза не требуется, так как он в

достаточной мере нагревается электрическим током. ... На практике расходуют 7-8 кВт·час на 1 кг ... (? I).”

(Г.Ост. Химическая технология, ГНТИ, Л., 1934, с. 206-207)

1. Определите, что получается в результате электролиза раствора хлорида калия (I, II, III).
2. Напишите уравнение реакции образования (I) в этом процессе.
3. Определите выход (I) по току (%), если используется напряжение 5 В.
4. На какие побочные процессы может расходоваться электрический ток (уравнения реакций)?

## Решения задач теоретического тура краевой олимпиады 2000-2001

9 класс

### Задача 9-1.

$C + O_2 \rightarrow CO_2$       $\nu(CO_2) = \nu(C) = 1.2/12 = 0.1$  моль,      $m(CO_2) = 0.1 \cdot 44 = 4.4$  г.  
 $m(p\text{-ра } NaOH) = V \cdot \rho = 100 \cdot 1.1 = 110$  г.      $m(NaOH) = m(p\text{-ра}) \cdot \omega / 100 = 110 \cdot 0.1 = 11$  г.  
 $\nu(NaOH) = 11/40 = 0.275$  моль.

Щелочь взята в избытке, поэтому при взаимодействии образуется средняя соль

(за обоснование образования средней соли - 2 балла)

$CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$  (2 балла)

$\nu(Na_2CO_3) = \nu(CO_2) = 0.1$  моль.      $m(Na_2CO_3) = 0.1 \cdot 106 = 10.6$  г (2 балла)

$m(\text{полученного } p\text{-ра}) = m(p\text{-ра})_0 + m(CO_2) = 110 + 4.4 = 114.4$  г. (2 балла)

$\omega(Na_2CO_3) = 10.6/114.4 = 0.093$  (9.3%) (2 балла)

### Задача 9-2.

X –  $H_2S$  (по 2 балла за уравнение реакции:  $5 \times 2 = 10$  баллов)

$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2H_2O + 2SO_2$       $H_2S + Br_2 \rightarrow 2HBr + S$

$H_2S + 2KOH \rightarrow K_2S + 2H_2O$      или      $H_2S + KOH \rightarrow KHS + H_2O$

$H_2S + 2FeCl_3 \rightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S$       $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$

### Задача 9-3.

1.  $2KMnO_4 + 5K_2SO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 6K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$

2.  $10FeSO_4 + 8H_2SO_4 + 2KMnO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + 8H_2O$      или

$10FeSO_4 + 8H_2SO_4 + 2KMnO_4 \rightarrow 2KFe(SO_4)_2 + 4Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + 8H_2O$

3.  $3H_2SO_4 + 2KMnO_4 + 5H_2O_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5O_2 + 8H_2O$

4.  $5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

5.  $2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

(по 2 балла за уравнение реакции:  $5 \times 2 = 10$  баллов)

### Задача 9-4.

1. Молярная масса сулемы:  $135 \times 2 = 270$  (г/моль). Тогда на один атом ртути приходится:  $(270 - 200,6)/35,45 = 1,96 \approx 2$  атома хлора.

То есть, состав сулемы  $HgCl_2$ . (2 балла)

2. Хлорид ртути (II). (1 балл)

3.  $3Hg + 2HNO_3 + 6HCl \rightarrow 3HgCl_2 + 2NO + 4H_2O$      или

$3Hg + 2HNO_3 + 12HCl \rightarrow 3H_2[HgCl_4] + 2NO + 4H_2O$

(за уравнение, независимо от формы записи продукта хлорида ртути и состава выделяющегося оксида азота (II) или (IV) - 2 балла)

4.  $Hg_2Cl_2$  – хлорид ртути(I). (2 балла)

5.  $3Hg_2Cl_2 + 2HNO_3 + 6HCl \rightarrow 6HgCl_2 + 2NO + 4H_2O$      или

$3Hg_2Cl_2 + 2HNO_3 + 18HCl \rightarrow 6H_2[HgCl_4] + 2NO + 4H_2O$

(за уравнение, независимо от формы записи продукта хлорида ртути и состава выделяющегося оксида азота (II) или (IV) - 2 балла)

6.  $2NaCl + HgSO_4 \rightarrow HgCl_2 \uparrow + Na_2SO_4$  (2 балла)

### Задача 9-5.

1. Газовыделение возможно только при взаимодействии растворов карбоната калия и нитрата алюминия (за счет реакции совместного гидролиза):

$3K_2CO_3 + 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 6KNO_3 + 3CO_2 \uparrow$

Таким образом, эти растворы находятся в банках I и IV.

Растворение осадка возможно только в одном случае, при добавлении избытка гидроксида калия к раствору нитрата алюминия (гидроксид алюминия амфотерен):

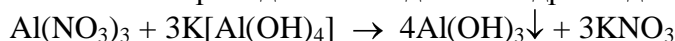


Тогда: раствор **III** – KOH, **IV** –  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , **I** –  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и, соответственно, **II** –  $\text{CaCl}_2$ .

(по 1 баллу за соединение:  $4 \times 1 = 4$  балла)

2. (**I**→**II**, **II**→**I**):  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{KCl}$   
(**III**→**II**, **II**→**III**):  $\text{KOH} + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{KCl}$   
(**III**→**IV**):  $3\text{KOH} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KNO}_3$  (избыток  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ )  
(**IV**→**III**):  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{KNO}_3$  (избыток KOH)  
(**IV**→**I**):  $\text{Al}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KNO}_3 + 3\text{KHCO}_3$  (изб.  $\text{K}_2\text{CO}_3$ )  
(**I**→**IV**):  $3\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{KNO}_3 + 3\text{CO}_2\uparrow$  (изб.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ )  
(по 0.5 балла за уравнение:  $6 \times 0.5 = 3$  балла)

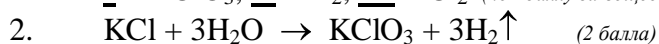
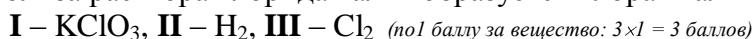
3. При добавлении раствора нитрата алюминия к избытку гидроксида калия образуется растворимый гидроксокомплекс алюминия (уравнение 4 пункта 2). Дальнейшее добавление нитрата алюминия приводит к осаждению гидроксида алюминия:



Выпадение осадка будет наблюдаться после прибавления  $\frac{1}{4}$  части раствора нитрата алюминия, необходимой для полного осаждения гидроксида. (3 балла)

### Задача 9-6.

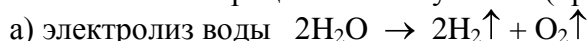
1. При электролизе водного раствора на катоде выделяется водород (газ, который перемешивает раствор). Перемешивание раствора предотвращает выделение хлора на аноде. Тогда в результате электролиза раствора хлорида калия образуется хлорат калия - бертолетова соль.



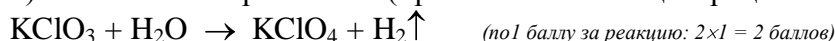
3. На образование 1 моль хлората калия (122.45 г) расходуется  $96500 \cdot 6 = 579000$  (кулонов) или  $579000/3600 = 160.83$  (А·ч), что составляет  $160.83 \cdot 5 = 804.16$  (Вт·ч). Тогда для образования 1000 г хлората калия требуется  $804.16/122.45 = 6.57$  (кВт·ч).

Выход по току составляет 82 – 94%. (3 балла)

4. Электроэнергия теряется на нагревание раствора (по условию). Побочными электрохимическими процессами могут быть (при таком напряжении):



б) окисление хлорат-ионов (при снижении концентрации хлорид-ионов)



## № 2 Теоретический тур краевой олимпиады 2001-2002 уч.г.

### 9 класс

#### Задача 9-1.

“Из средних солей окиси меди наиболее обыкновенная соль есть синий или медный купорос, т.е. средняя серномедная соль. Обыкновенно она содержит 5 паев кристаллизационной воды  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Она образуется при нагревании крепкой серной кислоты с медью, причем отделяется сернистый газ (**I**). Эта же соль получается в практике через осторожное окисление сернистых руд меди, а также при действии на них воды, содержащей кислород:  $\text{CuS} + \text{O}^4 = \text{CuSO}_4$  (**II**). Та же соль составляет побочный продукт, получающийся на монетных дворах, когда посредством меди выделяют из сернокислых растворов серебро (**III**). Ту же соль получают, обливая медные листы слабою серною кислотой в присутствии воздуха (**IV**) и нагревая окись меди (**V**) или углемедную соль с серною кислотою (**VI**). Кристаллы этой соли принадлежат к триклиномерной системе, имеют уд. вес 2,19, красивого синего цвета, и дают раствор такого же цвета. 100 ч. воды растворяют при  $0^\circ$  15, при  $25^\circ$  23, при  $100^\circ$  около 45 ч.  $\text{CuSO}_4$ .” (Д.И. Менделеев “Основы химии”, т. 2, стр. 296-297.)

1. Напишите уравнения реакций **I-VI**.

2. Рассчитайте, исходя из приведенных данных, сколько граммов воды и медного купороса надо взять для перекристаллизации (растворение при  $100^\circ\text{C}$ , а кристаллизация при  $0^\circ\text{C}$ ), чтобы получить 100 г очищенного препарата.

**Задача 9-2.**

“Когда требуется приготовить водород в большом виде для заполнения аэростатов, употребляют деревянные, внутри обложенные свинцом бочки или медные сосуды, наполняют их железными обрезками и приливают серной кислоты, разбавленной водою, а выделяющийся из многих бочек водород проводят свинцовыми трубками в особые бочки с водою (чтобы охладить) и с известью (чтобы отделить кислые пары). При помощи замазки из теста или из смолы делают все стыки герметическими, чтобы не было потери газа. Жиффар в 1878 г. для заполнения своего огромного аэростата (25 000 куб. метров емкости) устроил сложный прибор для непрерывного добывания водорода, причем в сосуд, содержащий железо, непрерывно вливалась смесь серной кислоты и воды, а из него постоянно вытекал раствор образовавшегося купороса” .

“Водород, получаемый при действии цинка или железа на серную кислоту, обыкновенно имеет запах сероводородного газа (тухлых яиц), потому что этот последний примешан к нему. ... Нечистота водорода зависит от подмесей, содержащихся в цинке или железе и в серной кислоте, и от второстепенных реакций, идущих наряду с главной. Нечистый водород можно очистить от подмесей...” (Д.И. Менделеев “Основы химии”. Госкомиздат. М.Л. 1932. т. 1, стр. 291.)

1. Напишите уравнение реакции получения водорода.
2. Напишите уравнения реакций образования примесного газа (как от “подмесей”, так “и от второстепенных реакций”).
3. Сколько л серной кислоты (60%, пл. 1.50 г/мл) потребуется для проведения этого процесса?
4. Сколько кг железного купороса можно выделить из “раствора образовавшегося купороса”?
5. Оцените подъемную силу аэростата, считая, что заполнение производилось при нормальных условиях.
6. Для чего служат охлаждение и известь?
7. Приведите химические уравнения получения серной кислоты во второй половине XIX века.
8. Приведите современный дешевый (промышленный) способ получения водорода (уравнение реакции).

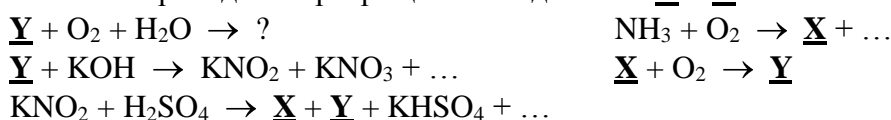
**Задача 9-3.**

Газовая смесь, содержащая два галогеноводорода, имеет плотность по водороду, равную 38. Объем этой смеси при н.у. был поглощен равным объемом воды. На нейтрализацию 100 мл образовавшегося раствора было израсходовано 11,2 мл 0,4 М раствора гидроксида натрия.

1. Определите, какие галогеноводороды могли содержаться в данной смеси.
2. Рассчитайте состав газовой смеси в объемных процентах.
3. Предложите способ определения качественного состава газовой смеси.

**Задача 9-4.**

На схеме приведены превращения соединений X и Y:



Предложите X и Y и запишите уравнения осуществляемых превращений, учитывая, что на схемах не приведены стехиометрические коэффициенты.

**Задача 9-5.**

В лаборатории были обнаружены 5 баночек с утерянными этикетками, содержащие бесцветные кристаллические вещества. Для идентификации веществ были приготовлены насыщенные при комнатной температуре растворы, с которыми был проведен ряд экспериментов. Полученные результаты приведены в таблице.

Реагент	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
р-р HCl	↑, без цвета, без запаха	↑, без цвета, без запаха	↑, без цвета, неприятный запах	↑, окрашен, неприятный запах	↑, окрашен, неприятный запах
р-р CaCl <sub>2</sub>	↑, без цвета, без запаха ↓, белый	↓, белый	↓, белый	—	—
р-р	↑, без	↑, без	обесцвеч	обесцвеч	—

KMnO <sub>4</sub>	цвета, без запаха	цвета, без запаха	ивание	ивание	
p-p KI (H <sup>+</sup> )	↑, без цвета, без запаха	↑, без цвета, без запаха	—	↓, темный	↓, темный

Примечание: p-p – раствор, ↑ - газовыделение, ↓ - осадок, H<sup>+</sup> - подкисленный раствор.

1. Определите, что могло содержаться в банках (**1-5**), учитывая, что растворы **1-3** окрашивают пламя газовой горелки в желтый цвет, а растворы **4** и **5** практически не меняют окраски пламени, придавая ему слабый фиолетовый оттенок. Напишите названия веществ.

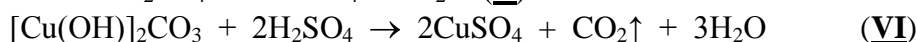
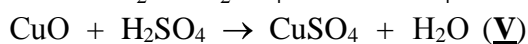
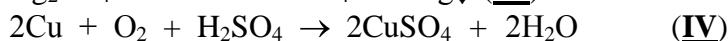
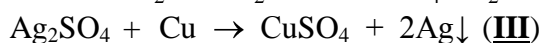
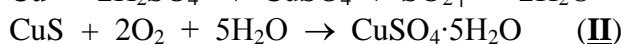
2. Напишите уравнения реакций, использованных для определения веществ.

Решения:

*Решения задач теоретического тура краевой олимпиады 2001-2002 уч.г.*

**9 класс**

**Задача 9-1.**



*(по 1 баллу за уравнение: 6×1 = 6 баллов)*

2.  $M(\text{CuSO}_4) = 160$  г/моль,  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$  г/моль,  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$  г/моль.

Пусть для перекристаллизации необходимо взять  $x$  г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

В  $x$  г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  содержится:  $(160/250)x = 0.64x$  г  $\text{CuSO}_4$  и  $0.36x$  (г)  $\text{H}_2\text{O}$ .

При 100°C 45 г  $\text{CuSO}_4$  растворяется в 100 г  $\text{H}_2\text{O}$

0.64x г  $\text{CuSO}_4$  — ? г  $\text{H}_2\text{O}$

Общее количество воды в растворе: ? =  $64x/45 = 1.42x$

г

Для приготовления раствора при 100°C потребуется  $1.42x - 0.36x = 1.06x$  г воды.

При охлаждении до 0°C из раствора кристаллизуется 100 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (64 г  $\text{CuSO}_4$  и 36 г  $\text{H}_2\text{O}$ ). В растворе остается  $(0.64x - 64)$  г  $\text{CuSO}_4$  и  $(1.42x - 36)$  г  $\text{H}_2\text{O}$ .

Тогда, учитывая растворимость  $\text{CuSO}_4$  при 0°C, получаем пропорцию:

15 г  $\text{CuSO}_4$  — 100г  $\text{H}_2\text{O}$

$(0.64x - 64)$  г  $\text{CuSO}_4$  —  $(1.42x - 36)$  г  $\text{H}_2\text{O}$

Решая пропорцию, получаем:  $x = 137.2$  г

Тогда воды необходимо взять  $137.2 \cdot 1.06 = 145.4$  г. *(4 балла)*

**Задача 9-2.**

1. Реакция получения водорода:  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$  *(1 балл)*

2. Примесь в металлическом железе, дающая в реакции с серной разбавленной кислотой - сульфид железа (II):  $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$  *(1 балл)*

Параллельно с реакцией образования водорода в реакции разбавленной серной кислоты с металлами образуется сероводород:



3. Количество полученного водорода составляет  $25 \cdot 10^6 / 22,4 = 1.116 \cdot 10^6$  моль. Для его получения требуется аналогичное количество серной кислоты. Масса серной кислоты составляет  $1.116 \cdot 10^6 \cdot 98 = 1.094 \cdot 10^8$  г =  $1.094 \cdot 10^5$  кг  $\approx 109$  т. *(1 балл)*

Объем 60%-ного раствора кислоты составляет  $1.094 \cdot 10^5 / 0.6 / 1.5 = 1.22 \cdot 10^5$  л = 122 м<sup>3</sup>. *(1 балл)*

*балл)*

4. Количество образующегося железного купороса составляет  $1.116 \cdot 10^6$  моль. Масса  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  составит  $1.116 \cdot 10^6 \cdot 278 = 3.1 \cdot 10^8$  г =  $3.1 \cdot 10^5$  кг = 310 т. *(1 балл)*

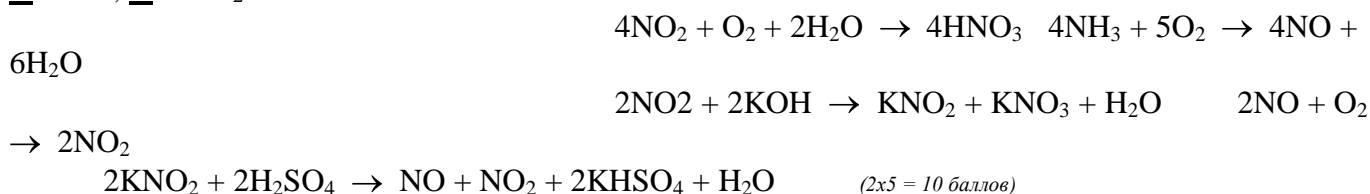
5. Максимальная подъемная сила аэростата составит  $(29-2) \cdot 1.116 \cdot 10^6 = 3 \cdot 10^7 \text{ г} = 3 \cdot 10^4 \text{ кг} = 30 \text{ т}$ .  
(1 балл)
6. Для очистки водорода от водяных паров, брызг кислоты. Известь, кроме того, способна поглощать и примеси (например, сероводород). (1 балл)
7. Основным способом получения серной кислоты в конце XIX века был нитрозный способ (окисление оксида серы (IV) кислородом воздуха в присутствии оксида азота(IV)).  
 $4\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NOHSO}_4$   $2\text{NOHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}\uparrow + \text{NO}_2\uparrow$   
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  (За уравнения (уравнение), передающие суть нитрозного способа: 2 балла)
8. Основной промышленный путь получения водорода в настоящее время - конверсия метана:  
 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$  (1 балл)

#### Задача 9-3.

1. Масса 22.4 л газовой смеси при н.у. составляет  $38 \cdot 2 = 76 \text{ г}$ . Таким образом, в газовой смеси не могут присутствовать одновременно HBr и HI ( $M(\text{HBr}) = 81 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{HI}) = 128 \text{ г/моль}$ ). Концентрация галогеноводородов в растворе составляет  $(11.2 \cdot 0.4)/100 = 0.0448 \text{ М}$ . Это значение достаточно хорошо соответствует расчетному значению  $1/22,4 = 0,0446 \text{ моль/л}$  для процесса растворения 1 л газа н.у. в 1 л воды (при условии, что молекулы галогеноводорода мономерны). Таким образом, газовая смесь не содержит фтороводород, который и в газовой фазе находится в виде  $(\text{HF})_n$ , где  $n \leq 6$ . Тогда условиям задачи соответствуют только два варианта смесей: HCl + HBr и HCl + HI.  
(2x2 = 4 балла)
2. Для смеси HCl + HBr: пусть x моль - количество HCl в 22.4 л смеси (н.у.). Тогда количество HBr составляет (1-x) моль. Масса 22,4 л смеси составляет:  
 $36.5x + 81(1-x) = 76 \text{ г}$ . Отсюда:  $x = 0.112$ ,  $1-x = 0.888$ .  
 Состав смеси: HCl – 11.2%; HBr – 88.8%. (2 балла)  
 Аналогично для смеси HCl + HI:  $36.5x + 128(1-x) = 76$ ,  $x = 0.562$ .  
 Состав смеси: HCl – 56.2%, HI – 43.8%. (2 балла)
3. Так как обе смеси должны содержать хлороводород, то качественно остается только определить, бромоводород или йодоводород присутствует в смеси. Это определение удобнее сделать в форме простых веществ - брома или иода. Для перевода галогеноводородов в простые вещества водный раствор можно окислить хлором:  
 $2\text{HBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{Br}_2$        $2\text{HI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{I}_2$   
 Полученные растворы галогенов можно отличить по окраске раствора в неполярном растворителе (при экстракции) или по более чувствительной реакции окраски крахмала. (За предложенные корректные способы определения HBr и HI: 2 балла)

#### Задача 9-4.

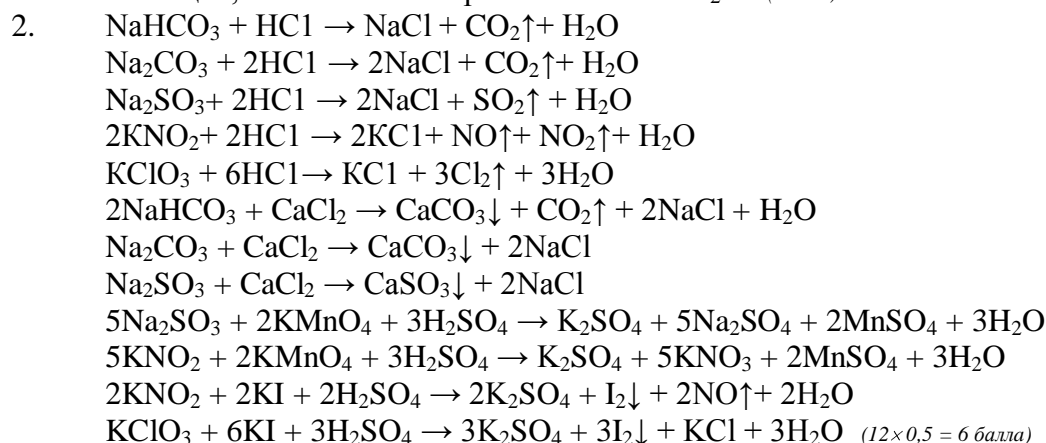
$\underline{\text{X}} = \text{NO}$ ,  $\underline{\text{Y}} = \text{NO}_2$ .



#### Задача 9-5.

1. Окрашивание пламени газовой горелки в желтый цвет свидетельствует о присутствии в соединениях 1-3 атомов натрия, слабый фиолетовый оттенок пламени в случае соединений 4 и 5 – о наличии атомов калия.  
 Неокрашенный газ без запаха, образующийся при действии кислоты, может быть  $\text{CO}_2$ , тогда вещество 2 - карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а 1 - гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$ . (1 балл)  
 Реакция подкисленного раствора перманганата (обесцвечивание) выделяет восстановители, а реакция с подкисленным KI - окислители (темный осадок –  $\text{I}_2$ ).  
 Тогда 3 - восстановитель, 5 - окислитель, а 4 - и окислитель и восстановитель одновременно.  
 Восстановитель 3, выделяющий при действии кислоты бесцветный газ с неприятным запахом ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), дающий осадок с ионами кальция – сульфит натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . (1 балл)  
 Окислитель 5, дающий окрашенный газ с неприятным запахом ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ) при действии соляной кислоты, не образующий осадка с ионами кальция может быть хлоратом калия  $\text{KClO}_3$ . (1 балл)

Соединение **4**, являющееся восстановителем в реакции с перманганатом и окислителем в реакции с иодидом, выделяющее при подкислении окрашенный газ, не образующее осадка с ионами кальция, может быть нитритом калия  $\text{KNO}_2$ . (1 балл)



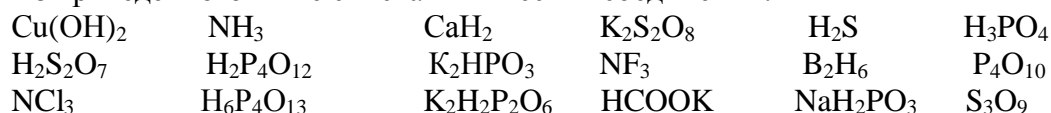
№ 3 Всероссийская олимпиада школьников по химии 2002-2003 год  
Областной тур

Условия заданий

## ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

### ЗАДАЧА 9-1

Из приведенного ниже списка химических соединений:

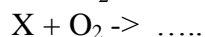
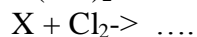
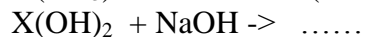
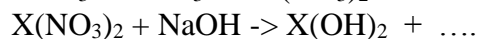
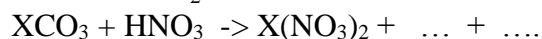
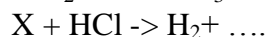
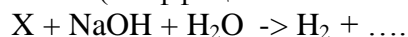


выпишите отдельно формулы:

1. гидроксидов
2. кислых солей
3. гидридов
4. ангидридов
5. соединений, имеющих циклическое строение
6. соединений со связью "элемент - элемент" (однотипный элемент)
7. соединений с мостиковым строением "элемент - кислород - элемент"
8. приведите структурные (графические) формулы всех фосфор- и серусодержащих соединений.

### ЗАДАЧА 9-2.

X - символ элемента. Определите X и напишите уравнения реакций, отвечающие следующей схеме (коэффициенты на схеме не приведены, точками обозначены пропущенные формулы)



### ЗАДАЧА 9-3.

Надпись на пакете с минеральными удобрениями гласит

"Калий сернокислый (сульфат калия) Утверждено Председателем Госхимкомиссии РФ

ТУ 2184-093-43499406-2001

Содержание калия не менее 50% 1 сорт

Рекомендации по применению: Калий сернокислый (сульфат калия) – калийное удобрение, применяемое под все сельскохозяйственные культуры на всех почвах под основную обработку почвы весной или осенью и для подкормки растений.

Срок годности неограничен Гарантийный срок хранения 12мес'

Производитель: ОАО «Волховский алюминий» Ленинградская область.

(Цена 24 руб. за 2 кг)

1. "Содержание калия не менее 50% 1 сорт». Каково содержание калия в сульфате калия?
2. Какое соединение калия (из реально используемых в качестве калийных удобрений) могло бы быть в смеси с сульфатом, чтобы содержание калия в удобрении было не менее 50%? Рассчитайте состав этой смеси (в весовых %).
3. Как корректно на Ваш взгляд должна была выглядеть надпись о содержании калия в удобрении?
4. Из какого природного сырья может производиться сульфат калия на Волховском алюминиевом заводе?

#### ЗАДАЧА 9-4.

В книге «Курс элементарной общей химик» Уроки, читанные в центральной школе искусств и мануфактур Огюстом Кагуром Химия неорганическая под. Ред. Д.Б. Аверкиева. С.-Пб. Издание товарищества «Общественная польза» 1863. приводится способ получения дистиллированной воды и качественные реакции, используемые для определения ее чистоты.

"Нужно отбросить первые части перегнанной воды и остановить производство, когда перейдет три четверти жидкости. При выпаривании в фарфоровой чашечке, она не должна оставлять никакого остатка; не должна производить никакого осадка и никакой мути:

1-е. От действия щавелевокислого аммиака, который служит к распознаванию присутствия извести.

2-е. От действия сернистоводородной кислоты или лучше сернистоводородного аммиака, который осаждает металлические соли

3-е. От действия азотнокислого барита, который своей мутью обозначил бы присутствие самого слабого следа серной кислоты.

4-е От действия алкогольного настоя кампешного дерева, который из желто-красного делается фиолетовым от малейших следов аммиака или углекислого аммиака.

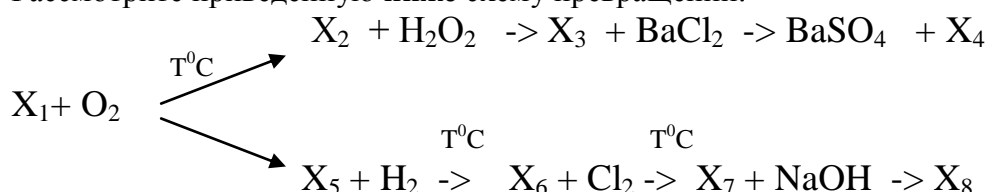
5-е. От действия азотнокислой окиси серебра, которая дает самый обильный осадок, когда в ней находится хотя самое малое количество .... соединения или...кислоты,

Присутствие этой последней кислоты, спрочем довольно редко, зависит от того, что некоторые естественные воды иногда содержат ..... магний, очень непостоянную соль, которая при сгущении разлагается на магнезию и .... Кислоту. От нея легко можно освободиться, потому-что достаточно положить в перегонный куб немного извести, которая через двойное разложение образует ююю кальций и магнезию, тела, не изменяющиеся от одновременного влияния теплоты и воды. Кроме того эта известь произведет другое полезное действие – удержит углекислоту, которую вода часто содержит в растворе (Сохранена орфография автора).

1. Напишите уравнение реакции в ионной форме для п. 1 (Щавелевая кислота –  $H_2C_2O_4$ )
2. Два примера уравнений реакций для п.2 в ионной форме.
3. Уравнение реакции п.3
4. Чем является «алкогольный настой кампешного дерева» (п.4) в современных химических терминах.
5. Определение каких соединений и какой кислоты проводится в п.5. Напишите уравнение реакции.
6. Какой магний мог содержаться в "естественных водах"? Напишите уравнение реакции "двойного разложения".

#### ЗАДАЧА 9-5.

Рассмотрите приведенную ниже схему превращений:



Вещество	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
----------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------



Агрегатное состояние	тв.	газ	Жид.	Жид (р-р)	тв	тв	тв	Тв
окраска	золотист	Б.ц.	Б.ц.	Б.ц.	бурая	серая	бурая	бурая

1. Определите состав соединения  $X_1 - X_8$ , если соотношение масс продуктов  $BaSO_4/X_6$  составляет - 8,4 (при 100%-вом выходе).
2. Напишите уравнения реакций, приведенные на схеме.

### ЗАДАЧА 9-6

В 2002 году исполнилось 225 лет со дня рождения Луи Жак Тенара (4.V. 1777 - 20.VI 1857) президента Парижской АН, иностранного почетного члена Петербургской АН (с 1826). Он открыл пероксид водорода, амид натрия (1818), установил каталитическое действие твердых тел на разложение пероксида водорода (1818 - 1824). Синтезировал ярко-синий керамический краситель, получивший название Тенарова синь. Его именем назван один из минералов - тенардит.

«Перекись водорода. Пай = 17 или 212,5

§79 Это весьма замечательное тело, открытое Тенаром в !\*! г. Может быть рассматриваемо как тип целого класса весьма интересных соединений; состав его выражается формулой  $HO_2$ . Оно, как видно, содержит на то же количество водорода в два раза больше кислорода, чем вода.

В чистом состоянии; перекись водорода жидка при обыкновенной температуре, бесцветна и совершенно без запаха; слегка сирописта; обладает весьма значительным металлическим вкусом и производит обильное слюнотечение. Плотность ее равна 1,452» («Курс элементарной общей химии» Уроки, читанные в центральной школе искусств и мануфактур Огюстом Кагуром. Химия неорганическая под ред. Д.В.Аверкина С-Пб. Издание товарищества «Общественная польза» 1863 Стр 62 Орфография автора сохранена

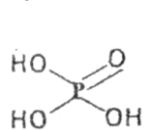
1. Каков состав пероксида водорода (по современным данным)
2. Что может означать "Пай =17 вли 212,5"? Каковы единицы (размерность этих цифр)?
3. Напишите уравнение реакции каталитического разложения пероксида водорода. Какие твердые катализаторы могут быть использованы для разложения (два примера).
4. Во сколько раз изменяется объем продуктов реакции по сравнению с объемом исходного пероксида водорода? (При нормальных условиях).
5. Определите тепловой эффект реакции разложения пероксида водорода, если теплота образования пероксида водорода составляет 187,8 кДж/моль, а теплота образования воды равна 285,8 кДж/моль.

Решения заданий:

**ЗАДАЧА 9-1** (автор Медведев Ю.Н.)

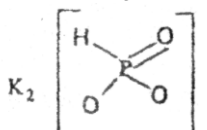
1.  $Cu(OH)_2, H_3PO_4, H_4P_4O_{12}, H_6P_4O_{13}, H_2S_2O_7$
2.  $NaH_2PO_3, K_2H_2P_2O_6$
3.  $CaH_2, B_2H_6, NH_3, H_2S$
4.  $P_4O_{10}, S_3O_9$
5.  $P_4O_{10}, S_3O_9, H_4P_4O_{12}$
6.  $K_2H_2P_2O_6, K_2S_2O_8$
7.  $P_4O_{10}, S_3O_9, H_2S_2O_7, H_4P_4O_{12}, H_6P_4O_{13}$

$H_3PO_4$



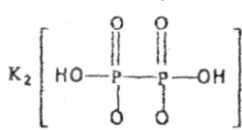
$H_4P_4O_{12}$

$K_2HPO_3$



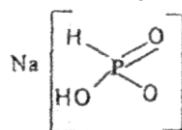
$H_2S$

$K_2H_2P_2O_6$



$H_2S_2O_7$

$NaH_2PO_3$

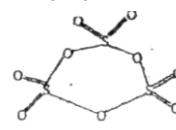


$K_2S_2O_8$

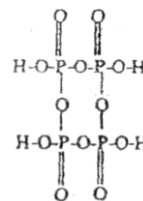
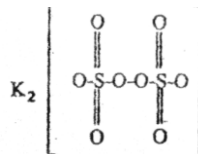
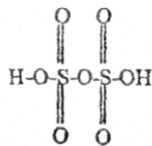
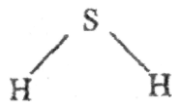
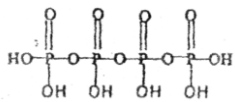
$P_4O_{10}$



$S_3O_9$



$H_4P_4O_{12}$



### ЗАДАЧА 9-2 (автор Жиров А.И.)

Простое вещество (X) реагирует с водным раствором кислот и щелочей с выделением водорода (амфотерный металл). В водных растворах образует нерастворимый карбонат, основная степень окисления +2. Таким металлом может быть цинк

### ЗАДАЧА 9-3 (автор Жиров А.И.)

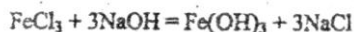
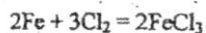
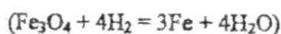
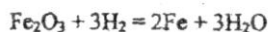
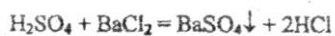
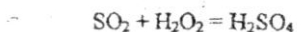
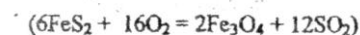
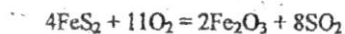
1. Содержание калия в  $\text{K}_2\text{SO}_4$  составляет  $2 \cdot 39 / (2 \cdot 39 + 96) = 0,448$  (явно меньше 0,50)
2. Таким соединением может быть хлорид калия (содержание калия 52,38%) тогда состав смеси, содержащей 50% калия будет:  $x \cdot 0,448 + (1-x) \cdot 0,5238 = 0,5$   $x = 0,314$   
Состав смеси: не более 31,4% сульфата калия и не менее 68,6% хлорида. Если в качестве примеси использовать карбонат калия (поташ), содержащий 56,5% калия, то состав смеси, содержащей 50% калия будет  $x \cdot 0,448 + (1-x) \cdot 0,565 = 0,5$   $x = 0,556$  Состав смеси: не более 55,6% сульфата и не менее 44,4% карбоната
3. Содержание  $\text{K}_2\text{O}$  не менее 50% (в сульфате калия содержание оксида составляет 54%)
4. Таким сырьем может быть минерал, содержащий одновременно калий, алюминий и сульфат. Например- алунит  $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

### ЗАДАЧА 9-4 (автор Жиров А.И.)

1.  $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{CaC}_2\text{O}_4$
2.  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{H}^+$   $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}$
3.  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$
4. Индикатор (кислотно-основной: фиолетовый в щелочной среде)
5. Хлоридов, соляной (хлороводородной) кислоты  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$
6. Хлорид магния  $\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CaCl}_2$

### ЗАДАЧА 9-5 (автор Жиров)

$X_1 - \text{FeS}_2$   $X_2 - \text{SO}_2$   $X_3 - \text{H}_2\text{SO}_4$   $X_4 - \text{HCl}$  (раствор)  $X_5 - \text{Fe}_2\text{O}_3$  (или  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )  $X_6 - \text{Fe}$   $X_7 - \text{FeCl}_3$   
 $X_8 - \text{Fe}(\text{OH})_3$



### ЗАДАЧА 9-6 (автор Жиров)

1.  $\text{H}_2\text{O}_2$
2. Фактически это молекулярная масса (заниженная вдвое  $34:2=17$ ) Первая цифра приведена в «водородных единицах» весьма близких к современным атомным единицам масс, а вторая в единицах Берцелиуса (принимая массу кислорода за 100 единиц) Коэффициент кратности этих двух шкал составляет  $100:8 = 12,5$  и  $212,5:17=12,5$
3. Твердыми катализаторами разложения могут быть оксиды металлов (например  $\text{MnO}_2$ ) и многие металлы в мелкораздробленном состоянии (например Pt)
4. Пусть разлагается 2 моль пероксида водорода. При этом получается 2 моль воды и 1 моль газообразного кислорода.

Объем пероксида водорода составляет  $68 : 1,452 = 46,83$  (см<sup>3</sup>).

После разложения объем кислорода равен 22,4 л, объем жидкой воды 36 см<sup>3</sup> (ее можно и не суммировать в общий объем).

Отношение объемов составляет  $22436 : 46,8 = 479$ . (3 балла)

5. Для реакции разложения:  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  тепловой эффект будет равен

$2 \cdot (285,8 - 178,8) = 196$  кДж (столько теплоты выделится в этой реакции. Этой теплоты хватит на полное испарение всей образующейся воды). (2 балла)

#### № 4 Область 2003-2004 год.

Девятый класс.

«Подобно извести, серная кислота является одним из самых важных материалов для всей химической промышленности.»

(Г.Ост.»Химическая технология» Л. 1931,стр.62)

#### ЗАДАЧА 1

*«История производства серной кислоты распадается на 4 периода. В первом, начиная с 7 века (Гебер), а может быть и раньше, вплоть до 15, её получали прокаливанием квасца или железного купороса, а во втором – до 1800 г. Её приготавливали смешиванием серы с прибавкой селитры, для чего, начиная с 1746 г. (впервые в Бирмингеме – в Шотландии), применяли «свинцовые камеры». Около 1793 года открытие Клемана и Дезорма значение введения воздуха для производства, знаменует третий период, протекающий в 19-ом столетии; изобретения Гей-Люссаковской башни(1830), Гловеровой башни(1860) и употреблении вместо серы, как исходного материала, пиритов (в Германии – впервые в Окере в 1859 году.), положили основание современному камерному способу. С 1900 года введение «контактного способа» ознаменовало начало 4-го периода. Первый камерный завод в России был выстроен в 1805 году.»*

1. Напишите уравнение реакции получения серной кислоты при термическом разложении «железного купороса».
2. Рассчитайте максимальную концентрацию серной кислоты, которую можно получить при конденсации продуктов термического разложения «железного купороса» (массовая доля в процентах).
3. Напишите уравнения реакций получения серной кислоты при сжигании серы «с прибавкой селитры».
4. Рассчитайте массу сожженной серы, необходимой для получения 1 т. «камерной кислоты», если содержание кислоты составляет 62% для двух случаев а) сера расходуется только на образование оксида серы(4) и б) сера расходуется и на взаимодействие с нитратом калия, взятого в стехиометрическом количестве. Считайте, что выход по сере составляет 100%.
5. Напишите реакции «сжигания пирита» и получения серной кислоты «контактным способом». Какие вещества могут быть использованы (используются) в качестве «контакта». Рассчитайте массу пирита, необходимого для получения 1 т. «дымящей» (100%) кислоты контактными способом. Определите массу воды, необходимую для её получения.

#### ЗАДАЧА 2

Некоторый металл массой 1,61 г. был растворен в 200 г. 0,55%-ного раствора соляной кислоты. При этом кислота, судя по изменению окраски индикатора, полностью вступила в реакцию. Массовая доля соли в полученном растворе составила 0,87%, а масса сухого безводного остатка после выпаривания раствора равна 3,355 г.

1. Что за металл был растворен в кислоте? Ответ подтвердите расчетом.
2. Какой объем водорода выделился при этом?
3. Каков качественный и количественный состав сухого остатка.

#### ЗАДАЧА 3

Смесь аргона и кислорода (плотность по водороду 17,33) подвергнута действию тихого электрического разряда, после чего её плотность по водороду возросла до 19,47.

1. Что происходит при действии тихого электрического разряда на смесь кислорода с аргоном? Не противоречат ли результаты эксперименты известному факту – инертности аргона?
2. Рассчитайте количественный состав газовой смеси до эксперимента и после.
3. Что может происходить при пропускании получившейся газовой смеси через раствор иодида калия (уравнения реакции)? Меняется ли при этом объем смеси? Меняется ли плотность смеси?

#### ЗАДАЧА 4

Ниже приведена цитата из «Основ химии» Д.И. Менделеева (ГХТИ, 1932г.11 изд.т.2 с.223):

« AA при прокаливании дает BB. То же вещество получается при нагревании металла в хлористоводородной кислоте, причем выделяется водород; но такая реакция происходит только с мелкоизмельченным металлом, на сплошную массу CC хлористоводородная кислота действует слабо, а в присутствии воздуха дает AA. Зеленый раствор AA обесцвечивается посредством CC, причем образуется BB. Прибавляя к полученному раствору воды, выделяют BB. Так действуют соли закисного олова, сернистый газ, фосфорноватистая кислота и тому подобные восстановители. Сплавленная с содой, BB образует кристаллическую DD. Едкий аммиак легко растворяет BB, такие растворы синют на воздухе».

1. Расшифруйте, какие вещества скрыты под символами AA, BB, CC, DD.
2. Запишите уравнения всех оговоренных в тексте химических реакций.

### ЗАДАЧА 5

Перед вами 5 химических реакций с участием соединений А –Е , содержащих серу:

1.  $K_2S + S = A$
2.  $2A + 6B \rightarrow 5C + 3H_2O$
3.  $B + H_2O_2 \rightarrow D + H_2O$
4.  $B + S + KOH \rightarrow C + H_2O$
5.  $C + 4E + 5H_2O \rightarrow 10D$

1. Установите формулы веществ, обозначенных буквами А-Е
2. Приведите уравнения реакций промышленного способа получения Е
3. Почему с течением времени водные растворы В и Е изменяют величину рН? Как именно? Приведите уравнения реакций происходящих процессов.

### ЗАДАЧА 9-6

«Азот образует с кислородом пять определенных соединений. Разложения показали, что

во 100 ч	азотистой окиси	содержится	азота	кислорода
	азотной окиси	=	63,63	36,37
	азотистой к.	=	46,66	53,34
	азотноватой к.	=	36,84	63,16
	азотной к.	=	30,43	69,57
		=	25,93	74,07

(В.Ренье «Начальные основания химии» СПб, 1852, сто 371)

1. Определите состав этих пяти соединений
2. Напишите современные названия для этих пяти соединений
3. Для «азотной к.» напишите уравнения реакций с а)водным раствором иодида калия, подкисленного серной кислотой, б)с водным раствором перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

#### **Всероссийская олимпиада школьников по химии**

##### **Областной этап**

##### **Решения заданий**

#### **ЗАДАЧА 9-1. (АВТОР А.И.ЖИРОВ)**

1.  
 $2FeSO_4 \cdot 7H_2O = Fe_2O_3 + SO_2 \uparrow + SO_3 \uparrow + 14H_2O \uparrow$   
 $H_2O + SO_3 = H_2SO_4$   
 (1 балл)

1. Раствор серной кислоты образуется из 14 моль воды и 1 моль SO<sub>3</sub>. Общая масса раствора составляет 18x 14 + 80 = 332 (г). Массовая доля равна (98:332) x 100 = 29,5(%). (/ балл)

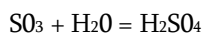
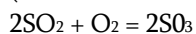
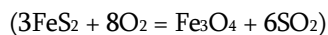
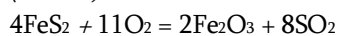
3. Селитра - нитрат (для примера возьмем калийную селитру):

- $$2KNO_3 + S = K_2SO_4 + 2ND$$
- $$2NO + O_2 = 2NO_2$$
- $$S + O_2 = SO_2$$
- $$2SO_2 + 3NO_2 + H_2O = 2NOHSO_4 + NO$$
- $$2NOHSO_4 + H_2O = 2H_2SO_4 + NO + NO_2$$
- (2 балла)

4.(а) Рассчитаем содержание серы в серной кислоте:  $1000 \times 0,62 \times 32 : 98 = 202,4$  (кг). Столько серы потребуется для получения кислоты, не учитывая серу, которая расходуется на взаимодействие с селитрой (оксиды азота служат катализатором). (1 балл)

(б) Если считать, что все оксиды азота расходуются на одной стадии производства серной кислоты, то дополнительно потребуется еще сера для реакции с нитратом калия. Для окисления  $202,4 : 32 = 6,325$  ( $\times 10^3$  моль) оксида серы (IV) требуется  $6,325 \times 1,5 = 9,4875$  ( $\times 10^3$  моль) оксида азота (IV). Для реакции с нитратом необходимо  $9,4875 : 2 = 4,74375$  ( $\times 10^3$  моль) серы или 151,8 кг серы. Общая масса серы будет равна 354,2 кг.

(1 балл)



(1 балл)

"Контакт" - катализатор: Pt, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. (1 балл)

1 т серной кислоты -  $1000 : 98 = 10,2$  ( $\times 10^3$  моль). Воды необходимо  $10,2 \times 18 = 183,7$  (кг). Пирита:  $10,2 : 2 \times 120 = 612$  (кг). (1 + 1 -

2 балла)

(Всего 10 баллов)

#### ЗАДАЧА 9-2 (АВТОР Ю. Н. МЕДВЕДЕВ)

1. Масса остатка после выпаривания (3,355 г) значительно больше, чем масса соли в растворе ( $= 201,0,0087 = 1,75$  г). Значит, а растворе был еще какой-то компонент, помимо соли. Например, активный металл прореагировал с кислотой с образованием соли, а избыток металла - с водой с образованием щелочи. Проверим эту версию.



Пусть масса хлорида  $m_1$ , масса гидроксида  $m_2$ , атомная масса металла  $A$ . Тогда  $m(\text{H}_2) = 1,61/A \cdot n/2 \cdot 2 = 1,61n/A$ .

Масса ратора равна  $200 + 1,61 - 1,61 n/A$ . Заметим также, что  $m_1/m(\text{раств}) = 0,0087$  и что  $v(\text{MeCl}_n) = v(\text{HCl})/n = 200 \cdot 0,0055/36,5n$  или  $m_1 - 0,03/n \cdot (A+35,5n)$ . Очевидно также, что  $m_1 = 0,0087 \cdot (201,61 - 1,61n/A)$ .

Приравняв правые части, получив уравнение  $0,03A^2 - 0,685nA + 0,014n^2 = 0$

Для  $n=1$  (одновалентный металл) имеем  $A = 23$  — натрий. Наше предположение об активном металле подтвердилось. (7 баллов)

2.  $V(\text{H}_2) = 1,61/23 \cdot 1/2 \cdot 22,4 = 0,784$  л. (1 балл)

3.  $m(\text{NaCl}) = m$ ,  $= 0,03/1 \cdot (23+35,5 \cdot 1) = 1,755$  г,  $m(\text{NaOH}) = 3,355 - 1,755 = 1,6$  г.

(1 + 1 = 2 балла)

(Всего 10 баллов)

#### ЗАДАЧА 9-3 (АВТОР Ю.Н.МЕДВЕДЕВ)

1. Дело не в аргоне, а и кислороде - в этих условиях он частично переходит в озон:



(2 балла)

#### 2. До реакции:

Пусть на 1 моль аргона приходится  $X$  моль кислорода, тогда  $M_{\text{см}} = (1 \cdot 40 + X \cdot 32)/(1+X) = 34,66$ , откуда  $X = 2$ .  $\varphi(\text{Ar}) = 33,3\%$ ,  $\varphi(\text{O}_2) = 66,7\%$ .

(2 балла)

#### После реакции:

На 1 моль аргона приходится  $(2-Y)$  моль кислорода и  $0,667Y$  моль озона, где  $Y$  - количество кислорода, перешедшее в озон. Тогда:

$M_{\text{см}} = [40 + 32(2-Y) + 0,667Y \cdot 48]/[1+(2-Y) + 0,667Y] = 39$ , откуда  $Y = 1$  моль. Итак, состав смеси: 1 моль аргона, 1 моль кислорода, 0,667 моль озона.  $\varphi(\text{Ar}) = 37,5\%$ ,  $\varphi(\text{O}_2) = 37,5\%$ ,  $\varphi(\text{O}_3) = 25,0\%$ .

(3 балла)



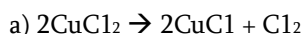
Объем смеси остается неизменным. Плотность смеси уменьшается.

(1 + 1-2 балла) (Всего 10 баллов)

#### ЗАДАЧА. 9-4. (АВТОР Ю.Н.МЕДВЕДЕВ)

1. AA - CuCl<sub>2</sub> (у Менделеева «двуххлористая медь»), BB - SiCl<sub>4</sub> (у Менделеева «одно-хлористая медь»), CC - Cu, DD - Cu<sub>2</sub>O (4 x 0,5 - 2 балла)

2.



- b)  $2\text{HCl} + 2\text{Cu} \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{H}_2$  (точнее  $2\text{Cu} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2$ )  
 c)  $4\text{HCl} + 2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 d)  $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{CuCl}$   
 (точнее  $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2]$ )  
 $\text{H}[\text{CuCl}_2] \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{CuCl} \downarrow$   
 e)  $2\text{CuCl}_2 + \text{SnCl}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{H}_2[\text{SnCl}_6]$   
 $2\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$   
 $4\text{CuCl}_2 + \text{H}_3\text{PO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{CuCl} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{HCl}$   
 f)  $2\text{CuCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2$   
 g)  $\text{CuCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$   
 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 8\text{NH}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  (8 баллов; 2 балла - e); всего 10 баллов)

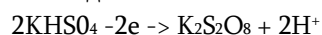
**ЗАДАЧА 9-5 (АВТОР Ю.Н.МЕДВЕДЕВ).**

1. А -  $\text{K}_2\text{S}_2$ . В -  $\text{KHSO}_3$ , С -  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . D -  $\text{KHSO}_4$ , Е -  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ .

Подсказкой может быть уравнение 3: D - продукт окисления В, причем D и В отличаются по составу на 1 атом О. Этой парой могут быть, например,  $\text{K}_2\text{SO}_3$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$  или  $\text{KHSO}_3$  и  $\text{KHSO}_4$ . Поскольку в реакции 4 соединение В присоединяет S в щелочной среде, то В - скорее всего  $\text{KHSO}_3$ , D -  $\text{KHSO}_4$ . Судя по реакции 4, С -  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Из реакции 1 следует, что А -  $\text{K}_2\text{S}_2$ . И из реакции 5 находим, что Е -  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ .

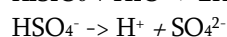
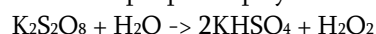
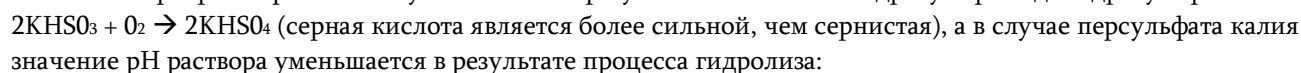
(5 x 1 = 5 баллов)

1. Анодное окисление холодного насыщенного раствора  $\text{KHSO}_4$ :



(1 балл)

3. Значение pH раствора В может уменьшаться в результате окисления гидросульфита до гидросульфата:



(2 x 2)

= 4 балла; всего 10 баллов)

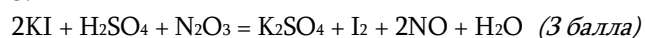
**ЗАДАЧА 9-6(АВТОР А.Л.ЖИРОВ)**

название старое	азот,%	кисл.,%	N,°/14	O,Vo/16	O : N	формула
азотистая окись	63,63	36,37	4,545	2,273	0,50	$\text{N}_2\text{O}$
азотная окись	46,66	53,34	3,333	3,33	1	$\text{NO}$
азогисгая к.	36,84	63,16	2,631	3,948	1,50	$\text{N}_2\text{O}_3$
азотноватая к.	30,43	69,57	2,174	4,348	2	$\text{NO}_2(\text{N}_2\text{O}_4)$
азотная к.	25,93	74,07	1,552	4,629	2,5	$\text{N}_2\text{O}_5$

формула	название
$\text{N}_2\text{O}$	оксид азота (I)
$\text{NO}$	оксид азота (II)
$\text{N}_2\text{O}_3$	оксид азота (III)
$\text{NO}_2(\text{N}_2\text{O}_4)$	оксид азота (IV)
$\text{N}_2\text{O}_5$	оксид азота (V)

(5 x 0,5= 2.5 балла)

3.



(3 балла; всего 10 баллов)

**№ 5 Всероссийская олимпиада школьников по химии Третий этап 2004-2005 уч. год**

**Условия задания**

**ДЕВЯТЫЙ КЛАСС**

**Задача 9-1.**

"113. Реактивная бумага для открытия небольших количеств свободных галоидов (бесцветная йодная бумага).

Приготовление. Нагревают до полного растворения и обезцвечивания 1 гр. иода, 7 гр. кристаллической соды, 3 гр. крахмальной муки и 1/4 л. воды; полученный раствор разводят до 1 л. и им пропитывают белую бумагу. Последняя, от малейших следов свободных галоидов, *окрашивается в..... цвет*". (А.И. Коренблит «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытания и употребление», М., 1902, стр.183) Определите:

1. Концентрацию веществ в растворе, которым пропитывают бумагу (крахмал можно не учитывать).
2. Напишите уравнение реакции, которая протекает при приготовлении реактива.
3. Какую среду имеет раствор, используемый для получения реактива (оцените качественно: нейтральная, кислая или щелочная)? Напишите уравнение реакции, определяющей среду раствора.
4. На примере газообразного галогена напишите уравнение реакции, иллюстрирующей действие индикатора.
5. В какой цвет окрашивается индикаторная бумага?
6. Какие газообразные вещества (кроме галогенов) могут дать аналогичную окраску с индикаторной бумажкой? (Приведите два примера уравнений химических реакций).

#### **Задача 9-2.**

25 сентября 1791 г. французский химик-технолог Никола Леблан взял патент на "Способ превращения глауберовой соли в соду". Автор так описал технологию получения соды: «Между железными вальцами превращаются в порошок и смешиваются следующие вещества: 100 фунтов обезвоженной глауберовой соли, 100 фунтов очищенного мела из Мелдона, 50 фунтов угля. Смешивание продолжают при нагревании в пламенной печи. Вещество приобретает кашеобразного флюса, пенится и превращается в соду. Образовавшаяся при этом сода отличается более высоким содержанием продукта. Сплав извлекается из печи железными кочергами, после чего помещается для застывания в формы, придающие содовой массе вид блоков... Можно изменять соотношение различных видов сырья, но лишь использование вышеописанных пропорций дает наилучший результат. При этом получается около 150 фунтов соды».

1. Какие «соды» Вы знаете? Приведите их формулы и химические названия.
2. Каково суммарное уравнение процесса в способе Н. Леблана? Рассчитайте выход соды по способу Леблана в процентах от теоретического.
4. Как можно объяснить полученный Вами результат?
5. Какой из карбонатов - натрия или калия - был в XVIII веке более дешевым и почему?
6. Почему раствор соды не рекомендуют кипятить в алюминиевой посуде? В ответе приведите необходимые уравнения реакций.

#### **Задача 9-3,**

Одно из чудес, доступных настоящему мастеру - это изменение внешнего вида металлов. Им можно придать необычный цвет и блеск без применения лаков и красок. Для этого надо всего лишь изменить состояние их поверхности. Предлагаем вам два рецепта «окраски» различных металлов.

«Серебрение любых обезжиренных металлов (разумеется, кроме благородных) проводят в кипящем растворе, содержащем 12 г желтой кровяной соли, 8 г поташа и 0,75 г хлорида серебра в 100 мл воды». Для нанесения достаточно толстого слоя металла, плотно связанного с поверхностью, необходимо 20-30 минут.» «Для "окраски" медных изделий растворяют в 100 мл воды 12,5 г карбоната аммония и добавляют 4 мл нашатырного спирта. Полученный раствор кистью наносят на поверхность изделия и получают поверхность зеленоватого цвета».

(По материалам [www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru))

1. Приведите формулы веществ, используемых в рецептах.
2. Сколько граммов серебра можно нанести на поверхность железа, используя реактивы, в количествах, приведенных в первом рецепте.
3. В какой форме серебро и медь могут находиться в этих водных растворах.
4. Предложите уравнения реакций, протекающих в первом и втором рецептах.
5. Почему во втором рецепте раствор наносится кистью? Что изменится, если опустить медь в закрытый сосуд со смесью карбоната аммония и нашатырного спирта? Приведите уравнения реакций.
6. Можно ли вместо карбоната аммония использовать карбонат калия? Ответ аргументируйте.

#### Задача 9-4.

"Chrysler провел презентацию прототипа водородного автомобиля для представителей Пентагона. Необходимый для двигателя водород вырабатывался из щелочи натрия, а проще говоря, мыльного порошка, который был засыпан в бак вместо бензина. По научному топливное вещество называется борогидрат натрия, или просто сода. Она имеется в достатке в природе, в особенности на западном побережье США." (Источник журнал «За рулем»).

1. Предложите возможные способы получения водорода из веществ, упомянутых в журнале. Одним из важнейших источников водорода является метан. Предложите промышленный способ получения водорода из метана. (Уравнения реакций).
2. Водород действительно является очень перспективным топливом, только получить его из соды довольно сложно. Одним из возможных способов получения водорода является электролиз воды. Напишите уравнение реакции электролиза воды.
3. Рассчитайте, сколько моль водорода выделится и сколько киловатт-часов (кВт-ч) энергии будет затрачено на электролиз воды, если сила тока 5А, напряжение 220В за 500 часов: выход по току составляет 50%.

Уравнение горения водорода можно описать следующим термохимическим уравнением.



4. Состав бензина можно приближенно выразить формулой  $\text{C}_9\text{H}_{18}$ . Плотность бензина  $830 \text{ кг/м}^3$ . Теплота, выделяющаяся при сгорании бензина, составляет в среднем  $42 \text{ МДж/кг}$ . Считая КПД для водородного и бензинового двигателя одинаковым, рассчитайте, какое расстояние сможет пройти машина на баллоне с водородом объемом 50 л (давления в баллоне 150 атм. (считать 1 атм. =  $100000 \text{ Па}$ , температура  $27^\circ\text{C}$ ), если на 100 км тратится 7 л бензина.

#### Задача 9-5.

Соли многих известных Вам неорганических кислот используются в быту и промышленности. Ниже предложен перечень кислот, солей, катионов и применение солей. Ваша задача выписать каждому из названий кислоты (столбец I) название соли этой кислоты (столбец II) и ее применение (столбец III). Каждая строка любого столбца может быть использована Вами не более одного раза.

I	II	III
Название кислоты	Название соли	Катион / Применение
Изоциановая	Персульфат	$\text{Na}^+$ Входит в состав газиров. напитков
Угольная	Гидросульфит	$\text{Mn}_4^+$ Определение $\text{Fe}^{3+}$
Двунадсерная	Фульминат	$\text{Ca}^{2+}$ Дезинфекция помещений
Хлористая	Роданид	$\text{Zn}^{2+}$ Восстановитель при крашении тканей
Дитионистая	Бикарбонат	$\text{NH}_4^+$ Сильный окислитель
Хлорноватистая	Карбонат	$\text{Na}^+$ Отбелка бумажной массы
Тиоциановая	Хлорит	$\text{Pb}^{2+}$ Пигмент красок и лаков
Хлорноватая	Перхлорат	$\text{K}^+$ Входит в состав спичечных головок
Угольная	Хлорат	$\text{Mg}^{2+}$ Обезвоживание газовых смесей
Хлорная	Гипохлорит	$\text{Hg}^{2+}$ Иницирующее ВВ

#### Задача 9-6.

##### Средневековый способ получения "сапожного" (зеленого) купороса.

"По четвертому способу купорос получают из содержащих его земель и пород. Такие вещества сначала свозят, собирают в кучи, подвергают в течение пяти или шести месяцев действию весеннего или осеннего дождя, летом - жары, а зимой - мороза, часто перемешивая лопатами, чтобы часть, лежащая внизу, оказывалась сверху. Таким образом, все подвергается действию воздуха и остывает. Затем массу прикрывают и складывают под крышей и оставляют в таком виде на шесть, семь или восемь месяцев. Затем достаточное количество ее загружают в наполненный до половины водой чан. Порода остается в чане до тех пор, пока землистые части не осядут на дно, а растворимые части не будут восприняты водой ... Когда раствор станет прозрачным, его спускают по желобам в четырехугольные свинцовые чрены, в которых варят тех пор, пока вода не перестанет превращаться в пар. После этого в раствор кидают растворяющиеся в нем куски листового железа в таком количестве, сколько требует природа раствора, и продолжают его варить, пока раствор не станет насыщенным, что после остывания из него выделяется купорос. Тогда раствор переливают в чаны, бочки и другие сосуды, в которых на протяжении двух или трех дней он застывает. Выделившийся купорос отделяют, кладут в чрен и нагревают, причем он



становится жидким. В расплавленном виде его выливают в формы. ... Таким путем получают чистые и красивые ковриги из купороса ... Содержащие купорос колчеданы, принадлежащие к смешанным горным породам, подвергают обжигу и обрабатывают водой подобно колчеданам, содержащим квасцы. Часто из этих минералов получают одновременно квасцы и купорос." (Г. Агрикола «О горном деле и металлургии двенадцать книг.» Базель, 1556. М., изд-во АН СССР, 1962 стр. 525-527).

1. "Купорос получают из содержащих его земель и пород." Какие минералы могут они содержать? (формулы)
2. Какой состав имеет "зеленый купорос", квасцы, если они содержат один и тот же металл?
3. Какие химические процессы протекают с минеральным сырьем при годичном выерживании его в кучах? (Уравнения химических реакций)
4. Почему процесс "варки" осуществляют именно в свинцовых чренах?
5. Какие химические процессы происходят при растворении листового железа? (Уравнения химических реакций)
6. Рассчитайте максимальную массу железа, которая способна растворится в растворе, полученном при обработке 1 т минерала (см. п.1.), считая что все процессы протекают количественно.

### Третий этап

### Решения заданий

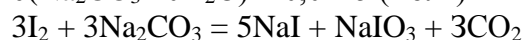
#### Всероссийская олимпиада школьников по химии

#### ДЕВЯТЫЙ КЛАСС Задача 9-1. (автор Л.И.Жиров)

1. Количество исходных веществ:

$$\nu(\text{I}_2) = 0,00394 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,0245 \text{ (моль)}$$



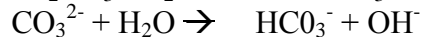
Тогда в 1 л раствора содержится: 0,0066 моль NaI; 0,0013 моль NaIO<sub>3</sub> и 0,0206 моль Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

(Расчет концентрации: 3\*1-3 балла)

2. (Уравнение реакции - 2 балла)

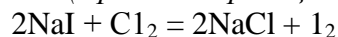


3. В растворе остался избыток карбоната натрия, который будет определять pH раствора:



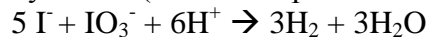
Таким образом, раствор будет щелочным (слабощелочным). (Среда, уравнения реакций -1 балл)

4. (Уравнение реакции - 1 балл)

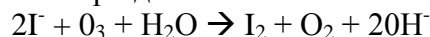


5. Выделившийся иод с крахмалом дает синее окрашивание индикаторной бумажки. (Окраска - 1 балл)

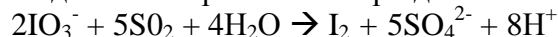
6. Иод может образоваться за счет сопропорционирования иодида и иодата при подкислении бумажки (в начале произойдет нейтрализация избытка карбоната):



Или при действии окислителя (не галогена) на иодид-ион:



Иод может образоваться при действии восстановителя на иодат-ион:



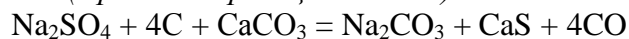
Но восстановление иодата протекает в кислой среде, при этом иод может образоваться по реакции сопропорционирования. (Примеры реакций с окислителем и кислотой 2\*1-2 балла)

(Всего 10 баллов)

#### Задача 9-2. (автор Ю.Н.Медведев)

1. Кристаллическая (стиральная) - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> \* 10H<sub>2</sub>O, кальцинированная - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, каустическая - NaOH, пищевая (питьевая) - NaHCO<sub>3</sub>. (4\*1-- -4 балла)

2. (Уравнение реакции - 1 балл)



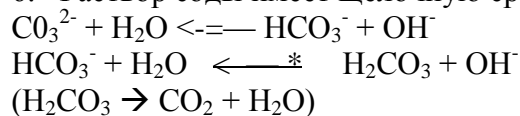
3. Из данных патента следует, что углерод и карбонат кальция, а исходя из 100 фунтов сульфата натрия можно получить  $(100 : 142) \times 106 = 74,6$  ф. карбоната натрия. В таком случае выход составил бы 201%! (1 балл)

4. Ясно, что такого выхода быть не может. Из описания патента следует, что Лебан не очищал соду от второго продукта реакции - от CaS. Подсчитаем, сколько CaS могло получиться исходя из 100 фунтов сульфата натрия:  $m(\text{CaS}) = (100 : 142) \times 72 = 50,7$  ф. Следовательно, твердых продуктов реакции получается  $74,6 + 50,7 = 125,3$  фунта. Это все равно меньше, чем указывает Лебан в патенте. Учтем теперь, что не весь карбонат кальция вступает в реакцию, он взят в избытке и этот избыток составил

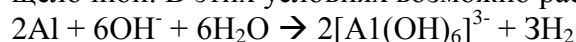
$100 - (100 : 142) \times 100 = 29,6$  ф. Тогда общая масса сухого остатка прокаливания равна  $74,6 + 50,7 + 29,6 = 154,9$  ф., что действительно близко к экспериментальному выходу у Лебана (150 фунтов). Небольшая потеря может соответствовать механическим потерям при «извлечении плава из печи железными кочергами». (1 балл)

5. Дешевле был карбонат калия (поташ), который получали из золы растений (зола подсолнечника содержит до 75% поташа). Золу обрабатывали горячей водой и ислО)Гъзо-вали полученный при этом «щелок». (1 балл)

6. Раствор соды имеет щелочную среду в результате протолиза карбонат-ионов:



По мере удаления углекислого газа, равновесие смещается вправо, среда становится все более щелочной. В этих условиях возможно растворение алюминия:



(2 балла: в оценку входит щелочная среда раствора и реакция алюминия в щелочном растворе Форма записи продукта, содержащего алюминий, не оценивается)

(Всего - 10 баллов)

### Задача 9-3. (авторы Ф.Н.Новиков, О.В.Матусевич)

1. Формулы веществ используемых в задаче:

- Желтая кровяная соль  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  (или  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , обе формулы верны.)
- Поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (или  $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ , обе формулы верны.)
- Хлорид серебра  $\text{AgCl}$ .
- Карбонат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .
- Нашатырный спирт  $\text{NH}_4\text{OH}$  (или  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , обе формулы верны.) (4 ж 0,5 = 2 балла)

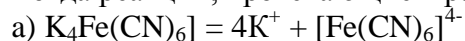
2. Масса хлорида серебра 0.75 г. Все серебро может перейти в металлическую форму. Число молей  $\text{AgCl} = 0,75 / (108 + 35,5) = 0,75 / 143,5 = 0,0052$  моль

Тогда масса серебра =  $0,0052 \times 108 = 0,56$  г.

(1 балл);

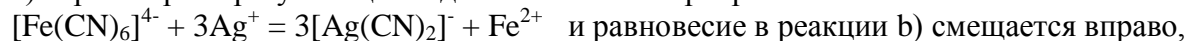
3. Серебро и медь присутствует в растворе в виде комплексных соединений (конкретные примеры см. п.4). (1 балл)

4.  $\text{AgCl}$  растворяется только в случае образования комплекса серебра, например,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  В данном случае  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ . (Возможны составы комплексов  $[\text{Ag}(\text{CN})_x]^{1-x} = 3, 4$ ) Тогда реакции, протекающие в растворе:



б) Полностью нерастворимых веществ не бывает, поэтому в очень малой степени, но протекает реакция  $\text{AgCl} = \text{Ag}^+_{\text{р}} + \text{Cl}^-_{\text{р,р}}$

с) В растворе образуется цианидный комплекс серебра:

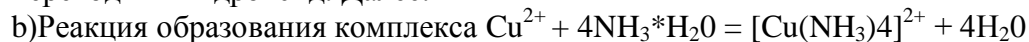


д) Далее идет реакция с металлической поверхностью:  $2[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \text{M} \rightarrow \text{M}^{2+} + 2\text{Ag} + 4\text{CN}^-$  (Вместо буквы М может быть написан конкретный металл.)

е)  $\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{FeCO}_3$  (в осадок).

На поверхности образуется основной карбонат меди  $[\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$  (или  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ) Очевидно, медь также присутствует в виде комплекса с аммиаком  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

а) На поверхности металла всегда присутствует оксид, который в очень малой степени, но переходит в гидроксид. Далее:



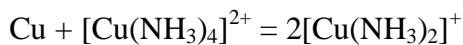
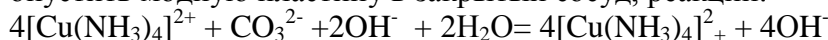
с) Дальнейшее растворение меди  $\text{Cu} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$

д) Окисление меди (I) до меди (II)  $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^-$

е) Реакция образования основного карбоната меди

$2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{CO}_3^{2-} + 20\text{H}^+ + 8\text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3] + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Реакции, приводящие к образованию серебра и основного карбоната меди,  $2 + 2 = 4$  балла)

5. Кистью наносится тонкий слой раствора, что ускоряет процесс окисления В том случае, если опустить модную пластину в закрытый сосуд, реакции:



не пойдут, т.к. не будет кислорода. Т.е. основной карбонат практически не образуется. (1 балл)

6. Замена карбоната аммония на карбонат калия принципиально ничего не изменит. Т.к. в растворе все равно будет присутствовать аммиак и карбонат анионы. (1 балл)

(Всего -10 баллов)

#### Задача 9-4. (авторы Ф.Н. Новиков, О.В. Матусевич)

1. Из веществ, предложенных в задаче, водород можно получить только из натриевой щелочи, например:  $2\text{NaOH} + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$  (1 балл, форма записи гидро-ксоалюмината не оценивается)

Водород из метана получают по реакции  $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$  (1 балл)

2. Уравнение электролиза  $2\text{H}_2\text{O}_{\text{ж.}} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$  (1 балл)

3 Сначала, рассчитаем работу тока  $A = I \cdot U \cdot t = 5 \times 220 \times 500 = 550$  (кВт\*ч), что составляет  $550 \times 60 \times 60 = 1980000$  (кДж). Т.к. КПД 50% то  $A = 990000$  кДж. По уравнению реакции на образование 2 молей жидкой воды уходит  $490,3 + (2 \times 18 \times 2,26) = 571,66$  кДж, тогда на получение 2 молей водорода потребуется  $571,66$  кДж. Количество водорода составит  $2 \times (990000 / 571,66) = 3463,6$  (моль). (4 балла)

4. Т.к на 100 км тратится 7 литров бензина, то на 100 км расходуется  $(7 \times 830 / 1000) = 5,81$  кг бензина. Теплота, выделяемая при сгорании этого количества бензина, равна  $5,81 \times 42 = 244$  (МДж).

Теперь посчитаем теплоту, выделяющуюся при сгорании водорода из бака. Считая водород идеальным газом, его количество в баллоне составляет:  $p \cdot V / (RT) = 15 \text{ МПа} \cdot 0,05 \text{ м}^3 / (8,31 \times 300) = 301$  (моль).

Т.к. при сгорании 2 моль водорода выделится  $490,3$  кДж то при сгорании  $300 - 73,8$  мДж.

Тогда расстояние, которое сможет пройти машина, составит  $73,8 / 244 \times 100 = 30$  (км). (3 балла)

(Всего -10 баллов)

#### Задача 9-5. (автор С.А. Серяков)

I	II	III
Название кислоты	Название соли	Катион / Применение
Хлорноватая	Хлорат	$\text{K}^+$ Входит в состав спичечных головок
Хлористая	Хлорит	$\text{Na}^+$ Отбелка бумажной массы
Изоциановая	Фульминат	$\text{Hg}^{2+}$ Иницирующее ВВ
Хлорноватистая	Гипохлорит	$\text{Ca}^{2+}$ Дезинфекция помещений
Хлорная	Перхлорат	$\text{Mg}^{2+}$ Обезвоживание газовых смесей
Тиоциановая	Роданид	$\text{NH}_4^+$ Определение $\text{Fe}^{J*}$
Двунадсерная	Персульфат	$\text{NH}_4^+$ Сильный окислитель
Дитионистая	Гидросульфит	$\text{Zn}^{2+}$ Восстановитель при крашении тканей
Угольная	Карбонат	$\text{Pb}^{2+}$ Пигмент красок и лаков
Угольная	Бикарбонат	$\text{Na}^+$ Входит в состав газиров. напитков

(По 0,5 \* 2 балла за любую правильно определенную пару соответствия .Всего -10 баллов).

#### Задача 9-6. (автор А.И.Жиров)

1. Пирит, железный колчедан:  $\text{FeS}_2$ . (1 балл)

2.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . (1 x 2 - 2 балла)

3. Процессы окисления пирита кислородом воздуха:

$2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$  -Дальнейшее окисление сульфата железа (II) кислородом воздуха:



При наличии в исходных породах калия из полученного раствора могут кристаллизоваться квасцы  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . (2 балла)

4. Образующийся раствор содержит серную кислоту. Сульфат свинца малорастворим, поэтому свинец (в отличие от других доступных в те времена металлов и сплавов) устойчив к действию серной кислоты даже при нагревании. (1 балл)
5. Растворение металлического железа может происходить как за счет восстановления железа (III) до железа (II), так и за счет взаимодействия с раствором серной кислоты:  
(2 балла)
6. Независимо от того, насколько был окислен сульфат железа (II), на 1 моль исходного  $\text{FeS}_2$  образуется 2 моль  $\text{FeSO}_4$  и растворится 1 моль металлического железа. Тогда на 1 т исходного пирита может раствориться  $56:120 = 0,47$  (т) металлического железа.  
(2 балла) (Всего -10 баллов)