

Задачи III тура олимпиады по химии 1997/98 г.г.

10 класс

1. Оксид **A** может существовать в двух полиморфных формах (одинаковый состав, но разные кристаллические структуры), одна из которых химически активная, другая - достаточно инертная. При сильном нагревании активная форма становится пассивной. При сплавлении (восстановлении) оранжевого вещества **B**, известного как сильный окислитель, с серой образуется пассивная форма вещества **A** и соль **C**, в которой сера окислена максимально. При сплавлении пассивной формы вещества **A** с веществом **D** образуется соль **E** и вода. При растворении соли **E** в водном растворе вещества **D** образуется соединение **K**, у которого центральный атом комплексного иона имеет координационное число 6. При осторожном подкислении раствора полученного вещества **K** осаждается вещество **F**, очень легко отдающее одну молекулу воды с образованием вещества **G**. При осторожном нагревании (~150° С) вещества **G** образуется активная форма вещества **A**. При восстановлении вещества **A** алюминием получают металл **H**. При сплавлении металла **H** с карбонатом натрия в потоке воздуха получают желтое вещество **I**. Вещества **B**, **E** и **I** имеют одинаковый качественный и разный количественный состав.

a) Написать формулы и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **K**, **F**, **G**, **H** и **I**. (6)

b) Написать уравнения реакций и расставить коэффициенты: 1) **B** + сера →;

2) **A** + **D** →; 3) **E** + **D** $\xrightarrow{+H_2O}$; 4) **K** + H^+ →; 5) **F** → **G**; 6) **G** → **A**; 7) **A** + Al →;

8) **H** + Na_2CO_3 + O_2 →.

(10) 16 б

2. Вещество **A** является высокополимерным соединением красного цвета. При конденсации его паров получают очень ядовитое белое вещество **B**, которое не растворяется в воде, но может воспламениться на воздухе. Как вещество **A**, так и вещество **B** при соединении с кислородом дают 14-атомную молекулу **C**, образующую с водой кислоты **D** и **E**. При окислении вещества **B** в условиях недостатка воздуха образуется вещество **F**, имеющее тот же качественный состав, что и **C**. Молярная масса вещества **C** больше молярной массы вещества **F** в 1,29 раза. Один моль вещества **F** соединяется с 6 молями воды. При низкой температуре образуется двухосновная кислота **G**, в которой имеется три атома водорода. При более высокой температуре образуется та же трехосновная кислота, что и при реакции вещества **C** с водой; кроме того в этой реакции образуется сходный по строению с молекулой NH_3 ядовитый газ **H** с запахом чеснока.

a) Нарисовать структуры молекул веществ **A**, **B** и **H**, элементарные звенья которых у всех трех довольно схожи. (3)

b) Рассчитать молекулярные массы веществ **C** и **F**; найти отношение их молекулярных масс. (1)

c) Нарисовать возможную графическую формулу двухосновной кислоты **G**. (2)

d) Написать уравнения реакций 1) **A** + O_2 →; 2) **C** → **D**; 3) **C** → **E**; 4) **B** → **F**;

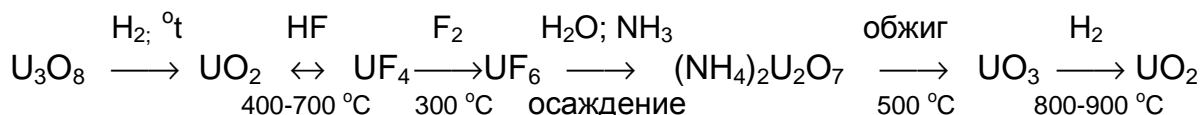
5) **F** + $6H_2O \xrightarrow{\text{низкая } t} \text{G}$; 6) **F** + $6H_2O \xrightarrow{\text{высокая } t} \text{.}$ (5)

e) Написать формулы и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** и **H**. (4) 15 б

3. В атомной энергетике в качестве топлива используется обогащенная изотопом

${}_{92}^{235}U$ двуокись урана. Технологическая схема производства этого оксида начинается с полученного из урановой руды кислородного соединения урана, соотношение атомов в котором выражается формулой U_3O_8 . Обогащение изотопом ${}_{92}^{235}U$ происходит на стадии получения UF_6 . Процесс обогащения на схеме не отражен, так как не сопровождается химическими превращениями. Ниже приводится схема получения оксида, обогащенного

${}_{92}^{235}U$:



- а) Дать названия приведенных на схеме соединений урана и определить в них степень окисления. (3,5)
- б) Написать уравнения реакций всех стадий; расставить коэффициенты. (4,5)
- с) Смесь каких оксидов урана представляет собой формула U_3O_8 ? (1) **9 6**

4. Одним из методов получения бертолетовой соли является электролиз горячего (50-60 °С) интенсивно перемешиваемого водного раствора KCl в присутствии $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Предположим, что синтез проходит по следующей схеме:



причем только первый этап является электрохимическим. Этапы 2 и 3 являются реакциями диспропорционирования (один и тот же элемент является как окислителем, так и восстановителем).

- а) Написать электрохимические превращения, происходящие на катоде и на аноде. (2)
- б) Написать уравнения реакций диспропорционирования. (2)
- с) Написать уравнение окислительно-восстановительного процесса при условии, что в процессе принимает участие $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. (2)
- д) Рассчитать массу KClO_3 , которая образовалась бы при расходовании количества электричества, содержащегося в одной батарейке (0,35 А·ч), при условии, что $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в процессе участия не принимает. (4) **10 6**

Примечание: Сильный взрыв дает только KClO_3 высокой степени чистоты. Поэтому юным пиromanам не стоит тратить время на приведенный здесь метод синтеза.

5. 50-сентовые монеты Эстонской Республики изготавливают из сплава, состоящего из алюминия, никеля и меди. Для анализа взяли 29,200 г данного сплава и "растворили" в разбавленной азотной кислоте. Полученный раствор поделили пополам. Первую половину обработали избытком NaOH . Образовался осадок, масса которого после сушки была 21,310 г. Вторую половину обработали избытком NaOH в бромной воде. Образовался осадок, масса которого после сушки была 21,395 г. В обоих случаях находящиеся в осадке вещества принадлежат к одному классу соединений.

- а) Написать уравнения происходящих реакций при условии, что медь и никель восстанавливаются азотную кислоту одинаково, а алюминий - максимально. (6)
- б) Найти количество никеля. (2)
- с) Найти массу Al , Ni и Cu в одной 50-сентовой монете (2,92 г). (1,5)
- д) Найти массовые проценты Al , Ni и Cu в сплаве. (3,5) **13 6**

6. Природный газ состоит (по объему) на 97,7 % из метана, 0,9 % этана, 0,3 % пропана и 1,0 % азота. Кроме этого в ничтожном количестве имеются примеси углеводородов с более высокой молекулярной массой. Содержание серы настолько мало, что не дается в технической характеристике. Для упрощения расчетов предположим, что природный газ состоит (по объему) на 99,0 % из метана (CH_4) и 1,0 % азота. Теплота сгорания одного моля метана $\Delta H = - 802$ кДж..

- а) Рассчитать, сколько молей метана расходуется для производства 1 кВт·ч (3,60 МДж) электроэнергии, если КПД теплоэлектростанции равен 30,0 %. (3)
- б) Рассчитать, сколько килограммов "парникового газа" (CO_2) образуется при производстве одного кВт·ч электроэнергии. (1)
- с) Рассчитать, сколько кубических метров природного газа расходуется при производстве 1 кВт·ч электроэнергии летом (+20 °С) и зимой (-20 °С). Теплоемкостью газа и воздуха пренебречь. (3) **7 6**