

Задачи III тура олимпиады по химии 2004/2005 г.г.
10 класс

1. Андрес получил для анализа образцы трех твердых металлов, два из которых были внешне очень похожи, а третий был более тусклым. Андрес нашел, что для определения этих металлов достаточно проследить, как они реагируют (+) с разбавленной HCl, концентрированной холодной HNO₃ и концентрированным раствором NaOH.

Реактив	Металл I	Металл II	Металл III
HCl	–	+	+
HNO ₃	+	–	+
NaOH	–	+	+

- a) Какими химическими элементами являются металлы I, II и III? (3)
b) Исходя из таблицы, напишите уравнения соответствующих реакций (6 уравнений). (6)
c) Обоснуйте (по возможности приведите формулы), почему рассматриваемые металлы в обычных условиях не подвергаются коррозии. (2) **116**

2. В Германии элемент **A** хотят использовать как горючее. Получение энергии с помощью элемента **A** не сопровождается загрязнением атмосферы продуктами процесса. При производстве энергии элемент **A** в присутствии катализатора (CuO) при 500 °C экзотермически взаимодействует с простым веществом **B**, в результате образуется вещество **C**. Вещество **C** не загрязняет окружающую среду, тк при реакции его со сложным веществом **E** образуются аммиак и вещество **D**. Из аммиака можно получать соли, используемые как удобрения. Бинарное соединение **D** содержит 53% кислорода и не реагирует с водой. *Внимание!* содержание кислорода дано с точностью только до 2 значащих цифр.

- a) i) Рассчитайте формулу вещества **D** и напишите его название. ii) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **C** и **E**. (5)
b) Напишите уравнения реакций: i) **A** + **B** →, ii) **C** + **E** → и iii) NH₃ → удобрение. (3)
c) По какой основной причине данный метод получения энергии не используется? (1) **96**

3. Используя точную массу навески твердого NaOH, невозможно приготовить раствор точной молярной концентрации, тк NaOH очень гигроскопичен, а также в какой-то мере реагирует с содержащимся в воздухе CO₂. Для приготовления 1 литра ~0,1 М раствора NaOH лаборант взял 1-литровую мерную колбу, поместил в нее 5,2 см³ насыщенного раствора NaOH и разбавил водой до метки. Для определения концентрации полученного раствора лаборант использовал заранее приготовленный раствор щавелевой кислоты точной концентрации.

- a) Нарисовать графическую формулу щавелевой кислоты. (2)
b) Написать уравнение реакции нейтрализации NaOH щавелевой кислотой. (1)
c) Рассчитайте i) молярную массу дигидрата щавелевой кислоты; ii) массу кристаллогидрата, необходимую для приготовления точно 100 мл 0,05000 М раствора. (2)
d) Рассчитайте молярную концентрацию полученного раствора NaOH, если для титрования точно 10 мл приготовленного раствора расходуется 10,20 см³ раствора NaOH. (2)
e) Рассчитайте процентное содержание NaOH в насыщенном растворе, если плотность данного раствора равна 1,54 г/см³. (2) **96**

4. 15 апреля 1912 в Атлантике затонул знаменитый Титаник. Причин катастрофы было несколько, в том числе и хрупкость стальных конструкций корабля, что было обусловлено излишним содержанием неметаллов **X** и **Y**. Первый из них вызывает хрупкость стали при высокой, второй – при низкой температуре.

Исходным сырьем для получения стали является чугун, основной компонент которого - простое вещество **A**. Чугун содержит также примеси неметаллов **Y**, **Q** и **Z**, а также бинарную соль **R**, образованную основным компонентом и неметаллом **X**. В соли **R** содержание неметалла **X** равно 36,5%. Элементы **Q** и **Z** расположены в одной группе

периодической системы, элементы **X**, **Y** и **Z** - в одном периоде. При производстве стали часть простого вещества **A** окисляется (не максимально) под действием кислорода до соединения **B**. Затем проходят следующие реакции:

$B + Y = A + D$ (оксид **D** с высокой молекулярной массой, элемент **Y** в нем имеет максимальную степень окисления, водный раствор **D** - кислый).

$B + Q = A + E$ (оксид **E** - ядовитый газ, где элемент **Q** окислен не полностью).

$B + Z = A + G$ (в оксиде **G** у элемента **Z** наивысшая степень окисления, при прибавлении его в воду среда остается нейтральной).

Чтобы избавиться от соли **R**, используют известняк. Сначала происходит разложение известняка: известняк $\rightarrow J + L$ (**L** - газ, который образуется также при окислении газа **E**). Затем происходит реакция $J + R = B + M$ (**M** - бинарная соль, $\%(\text{X}) = 44,4$).

a) Напишите i) формулу и название простого вещества **A**, ii) уравнение реакции разложения известняка; iii) уравнение реакции образования соединения **B**. (1,5)

b) i) Соединениями каких металлов являются соли **R** и **M**? Рассчитайте атомную массу элемента **X** по процентному составу солей ii) **R** и iii) **M**. (1,5)

c) Определите вещества **Y**, **Q**, **Z**, **X**, **R**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J**, **L**, **M** (формула и название). (3)

d) Напишите уравнения реакций: i) $B + Y \rightarrow$, ii) $B + Q \rightarrow$, iii) $B + Z \rightarrow$; iv) $J + R \rightarrow$. (4) **106**

5. Существует три изомера кристаллогидрата **R** соли металла **X**: **A** (сине-фиолетовый), **B** (темно-зеленый) и **C** (светло-зеленый). Координационное число **X** равно шести; степень окисления **X** в изомерах **A**, **B** и **C** равна +III. В кристаллогидрате **R**: **X** - 19,5%, **Y** - 40,0%, водорода - 4,5% и кислорода - 36,0% (водород входит только в состав молекул воды).

Определить точный состав изомеров (внутреннюю и внешнюю координационную сферу) можно с помощью реакции свежеприготовленного раствора данного изомера с нитратом серебра (соединение **Q**). В результате реакции образуется бинарный белый осадок **Z**, по количеству которого можно определить, какое количество от содержащегося в изомере элемента **Y** приняло участие в реакции. Под действием **Q** на раствор вещества **A** осаждаются (в составе осадка **Z**) весь входящий в состав кристаллогидрата **R** элемент **Y**. Под действием соединения **Q** на раствор вещества **B** осаждаются 2/3 и на раствор вещества **C** - только 1/3 часть элемента **Y**, входящего в состав кристаллогидрата **R**.

a) Напишите i) с помощью символов ионов и формул соединений уравнение реакции: ион **Y** + **Q** \rightarrow **Z**↓ + ион. ii) Напишите формулы и названия **Y**, **Q** и **Z**. (2,5)

b) Рассчитайте количества элементов **O** и **H** (в молях) в 100 г кристаллогидрата. (2)

c) Найдите брутто-формулу кристаллогидрата и рассчитайте атомную массу элемента **X**. Напишите символ и название элемента **X**. (3,5)

d) Напишите точные формулы изомеров **A**, **B** и **C** кристаллогидрата **R**. (3) **116**

6. В сосуде содержится $1,00 \cdot 10^{25}$ молекул вещества **A**. При горении всех органических соединений образуется, кроме вещества **A**, также и вещество **B**. Вещество **B** состоит из элементов одного и того же периода. Некоторые живые организмы могут на свету проводить реакцию $A + B \rightarrow Q + Z$. Молекулярная масса соединения **Q** равна 180 и в его составе 40,0% углерода, 6,7% водорода и 53,3% кислорода. **Z** - газообразное простое вещество, входящее в состав как соединения **A**, так и **B**.

В веществе **A** абсорбировалось (поглотилось) $1,5 \cdot 10^{21}$ молекул газа **C**. Газ **C** образуется при взрыве газов **D** и **E** под действием вспышки света. Газ **D** образуется при электролизе воды, газ **E** - желто-зеленый тяжелый ядовитый газ.

a) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **Z**, **C**, **D** и **E**. (3)

b) Рассчитайте брутто-формулу соединения **Q** и приведите его название. (3)

c) Напишите уравнение реакции $A + B \rightarrow Q + Z$. (1)

d) Рассчитайте молярную концентрацию раствора (моль/дм³), образовавшегося при растворении вещества **C**. Предположите, что объем раствора равен объему вещества **A** и $\rho(\text{A}) = 1,00 \text{ г/см}^3$. (3) **106**