

Задачи III тура олимпиады по химии 2000/2001 г.г.

9 класс

1. Юный химик хотел определить объем капли воды. Выяснилось, что при выпуске из бюретки $3,00 \text{ см}^3$ воды образовалось 110 капель. По справочнику средняя длина одной молекулы воды $1,50 \text{ \AA}$ (ангстрема) и $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$. Плотность воды принять равной $1,00 \text{ г/см}^3$; число Авогадро равно $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул/моль.

a) Для одной капли воды рассчитать: **i)** объем, **ii)** массу, **iii)** содержащееся в ней количество вещества (число молей) и **iv)** число молекул воды. (4)

b) Используя данные, характеризующие одну каплю воды [из пункта **a)**], рассчитать молярную концентрацию воды. (3)

c) Рассчитать, какой длины цепочку образуют молекулы из одной капли, если их расположить друг за другом. (Для сравнения: расстояние от Земли до Солнца равно 150 миллионов километров.) (2) **9 б**

2. Черный (дымный) порошок представляет собой механическую смесь индийской селитры (KNO_3 – 75%), серы (10%) и угля (15%). При взрыве пороха образуются только из компонентов исходной смеси следующие продукты реакции: сульфид калия (K_2S), углекислый газ и азот. Чистый углерод (сажу) получают термической обработкой природного газа (CH_4). В древесном угле кроме углерода содержится 20% примесей в виде золы и влаги.

a) Для 45 граммов пороха, полученного из древесного угля (20% примесей), рассчитать **i)** массу углерода и **ii)** процентное содержание в нем углерода. (2)

b) Написать уравнение реакции взрыва пороха. (1)

c) Для 100 граммов изготовленного из сажи пороха рассчитать, превратился ли при взрыве в продукт реакции **i)** весь углерод и **ii)** вся сера (было ли достаточно кислорода и калия в исходных компонентах?). (6) **9 б**

3. Соединения элемента **Q** широко распространены в природе, однако в виде простого вещества оно встречается редко. У элемента **Q** нет аллотропных модификаций. С кислородом он образует соединение **A** и соединение **B**, у которых разный количественный состав. Соединение **A** – нейтральное без четко выраженных свойств окислителя или восстановителя. При реакции соединения **A** с бинарными соединениями получают как основания, так и кислоты. Протекающие при этом реакции не являются окислительно-восстановительными. Соединение **B** можно рассматривать как восстановитель, так и окислитель. Под действием сильного окислителя, (напр. KMnO_4 в кислой среде) соединение **B** ведет себя как восстановитель, окисляясь до простого вещества **Y**. При нагревании в присутствии MnO_2 соединение **B** диспропорционирует (один и тот же элемент является как окислителем, так и восстановителем) на простое вещество **Y** и соединение **A**. При восстановлении соединения **A** активными металлами получают элемент **Q** в виде простого вещества **X** и соединение **D**, которое реагирует как с кислотами, так и с кислотными оксидами, с образованием соединения **A**. Соединение **B** является окислителем по отношению к иодиду калия (восстановитель). Образуется простое двухатомное вещество **Z** и гидроксид **C**.

a) **i)** Идентифицировать элемент **Q** и **ii)** написать для каждого вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **X**, **Y** и **Z** формулы и названия. (4)

b) Написать уравнения реакций: **i)** образование **A**, **ii)** $A \rightarrow$ основание, **iii)** $A \rightarrow$ кислота, **iv)** $D +$ кислота \rightarrow , **v)** $D +$ кислотный оксид. (5)

c) Написать уравнения окислительно-восстановительных реакций, указав степени окисления у элементов, принявших участие в окислительно-восстановительном процессе : **i)** $B \xrightarrow{MnO_2} Y + A$, **ii)** $A \rightarrow X$, **iii)** $B \rightarrow Z + C$. (3)

12 б

4. Название хлорофилл не связано с химическим элементом хлор, а происходит от слов *chloros* (зеленоватый) ja *phyllon* (лист). При полном сгорании одного моля хлорофилла (892 г/моль) расходуется дополнительно 71 моль кислорода. При горении образуется 2420 г газа **A**, который заставляет шипеть лимонад; 648 г вещества **B**, которого больше всего в лимонаде; 44,8 дм³ газа **C**, которого больше всего в атмосфере и 40,3 г двухатомного оксида **D**.

a) Для каждого вещества (**A**, **B**, **C** и **D**) дать формулу и название. (3)

b) Найти количество вещества каждого химического элемента, содержащегося в одном моле хлорофилла. (4)

c) Используя полученные в расчетах количества веществ элементов, указанную молярную массу и израсходованное количество вещества кислорода, найти брутто-формулу молекулы хлорофилла. (4)

Атомные массы взять с точностью до десятых. **11 б**

5. Химический элемент **X** получают из оксида. У оксида есть полиморфные модификации **A** и **B** (одинаковый качественный и количественный состав, но разная кристаллическая структура). Модификации **A** и **B** резко отличаются по свойствам. Модификация **B**, получаемая соединением химических элементов при высокой температуре, прочна и пассивна по отношению к кислотам и основаниям. Из соединения **C**, который является хлоридом элемента **X**, получают осаждением соединение **D**; при осторожном нагревании последнего образуется полиморфная модификация **A**. Как соединение **D**, так и модификация **A** может реагировать с основаниями и кислотами. Соединение **E**, в котором элемента **X** 12,9%, содержит в молекуле еще три атома химического элемента, содержащегося в молекуле поваренной соли, и 6 атомов самого активного неметалла.

a) Найти молярную массу элемента **X** по величинам, характеризующим соединение **E**, и идентифицировать элемент **X**. (4)

b) Каким методом получают элемент **X**? (1)

c) i) Как называют полиморфную модификацию **B** и **ii)** где она находит применение? (1)

d) Написать уравнения реакций: **i)** получения **B**, **ii)** получения соединения **C** реакцией замещения, **iii)** $C \rightarrow D$, **iv)** $D \rightarrow A$. (4)

e) Написать формулы веществ **A**, **C**, **D** и **E**; дать названия веществ **A**, **C** и **D**. (2) **12б**

6. Максимальную массу твердого или жидкого вещества, которая при данной температуре растворяется точно в 100 г растворителя, называют растворимостью данного вещества *L*. $L(KNO_3, 10^\circ C) = 20,9$ г.

К 200,0 граммам 15,0% раствора KNO_3 прибавили 50,0 г KNO_3 . Температура раствора была $10^\circ C$.

a) Найти процентное содержание KNO_3 в полученном после перемешивания растворе. (4)

b) Найти массу полученного раствора. (3) **7 б**