

Задачи III тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.

11 класс

1. Вещества **X**, **Y**, **Z** и **Q** - бинарные органические соединения. У атомов простого вещества **A** высокая электроотрицательность, а у атомов простого вещества **B** - низкая. Между веществами **X** и **A** проходит несколько последовательных реакций, на первом этапе которых получают вещество **C** и на последнем - вещество **D**. Плотность паров вещества **D** относительно вещества **X** равна 9,6. Соль **E**, которая окрашивает пламя в желтый цвет, образуется при реакции вещества **C** с простым веществом **B**. В данной реакции вторым продуктом является вещество **Y**. Как при пиролизе вещества **X**, так и при нагревании вещества **Y** в присутствии Pt-катализатора образуется вещество **Z**. Отношение молекулярных масс вещества **Z** и вещества **Y** равно 0,867. При соединении молекул вещества **Z** может образоваться вещество **Q** (78 г/моль).

a) Идентифицировать вещества **X**, **Y**, **Z**, **Q**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** (формулы и названия). (4,5)

b) Написать уравнения реакций: **i)** $X + A \rightarrow C$; **ii)** $X + A \rightarrow D$;

iii) $C + B \rightarrow Y$; **iv)** $X \xrightarrow{Pt, \Delta} Z$; **v)** $Y \xrightarrow{Pt, \Delta} Z$; **vi)** $Z \rightarrow Q$. (3)

c) Используя значения **i)** 9,6; **ii)** 0,867; **iii)** 78 проверить правильность хода решения.

(1,5) **9 6**

2. Продуктами реакции горения алкана **X** были 9,55 дм³ CO₂ и 8,95 г воды (18,0 г/моль). Алкан **X** обработали AlCl₃ и получили его изомеры **A**, **B**, **C** и **D**. Каждый изомер в отдельности кратковременно обработали бромом при облучении ультрафиолетом. Выяснилось, что массы изомеров **A** и **B** увеличились одинаково в 5,59 раза и массы изомеров **C** и **D** увеличились одинаково в 2,84 раз. Изомеры **B** и **C** - симметричные, **A** и **D** - несимметричные. Предположить, что наиболее труднозамещаемые атомы водорода не участвуют в данных условиях в реакции замещения.

a) **i)** Рассчитать, сколько атомов водорода приходится на один атом углерода в алкане **X**. **ii)** Найти брутто-формулу алкана **X**. (2,5)

b) Написать графические формулы изомеров алкана **X**. (2,5)

c) **i)** Написать брутто- и структурные формулы образовавшихся в приведенных условиях бромосоединений **A***, **B***, **C*** и **D***; дать их названия. **ii)** Проверить, соответствует ли наблюдаемое при бромировании увеличение масс условиям задачи. (5)

d) Написать брутто-формулами уравнение реакции бромирования изомера **A**. (1) **11 6**

3. Четыре металла **X**, **Y**, **Z** и **Q**, находящиеся один за другим в одном периоде периодической системы, обуславливают чудесную игру красок во многих известных драгоценных камнях. Формулы минералов дают в виде формул оксидов.

Драгоценный камень	Содержание компонентов (%)				Типичный цвет	Добавки, которыми обусловлен цвет
	O	Si	Al	Be		
Рубин	47,1	–	52,9	–	красный	Y , Q
Сапфир	47,1	–	52,9	–	синий	Q , Ti, Co
Александрит	50,4	–	42,5	7,1	при искусственном освещении красный, днем темнозеленый	Y , Q
Изумруд	53,6	31,4	10,0	5,0	темнозеленый	Y , X
Аквамарин	53,6	31,4	10,0	5,0	голубой	Q ²⁺ , Q ³⁺
Гиастолит	49,4	17,3	33,3	–	коричневый (непрозрачный)	Z

a) Рассчитать формулы **i)** рубина и сапфира; **ii)** александрита; **iii)** изумруда и аквамарина; **iv)** гиастолита. (6)

b) **i)** Идентифицировать элементы **X**, **Y**, **Z** и **Q**; **ii)** обосновать свой выбор. (2) **8 6**

4. Гидроксид натрия можно получать при электролизе водного раствора NaCl. При этом образуются водород и хлор, который является исходным сырьем для получения соляной кислоты. Напряжение в электролизере равно 3,80 В и выход по току равен 90,0%. Предприятие платит за электроэнергию 80 сентов /кВтч.

- a) Написать **i)** суммарное уравнение реакции электролиза водного раствора NaCl, **ii)** уравнение анодного процесса, **iii)** уравнение катодного процесса и **iv)** уравнение реакции образования хлороводорода. (4)
- b) Рассчитать стоимость электроэнергии, затраченной на производство точно одного килограмма **i)** NaOH и **ii)** 36,5% соляной кислоты. (6)
- c) Рассчитать, сколько кг NaOH и кг 36,5% соляной кислоты можно получить за счет энергии, за которую уплачено 100 крон. $1 \text{ кВтч} \Leftrightarrow \text{kA} \cdot \text{В} \cdot 3600 \text{ с}$; $1 \text{ моль}(e^-) \Leftrightarrow 96500 \text{ А} \cdot \text{с}$ (2)

126

5. В растворе **A** концентрация хлорида аммония такая же, что и концентрация NaCl в растворе **X**. В растворе **X** концентрация ионов серебра равна $1,56 \cdot 10^{-9}$ моль/дм³. В растворе **B** концентрация аммиачной воды равна 0,125 моль/дм³. Буферный раствор **Y** получили смешиванием 0,750 дм³ раствора **A** с таким же объемом раствора **B**. К полученному буферному раствору **Y** прибавили 1,50 дм³ 0,125 молярного раствора соляной кислоты, в результате получили раствор **Z**.

- a) Рассчитать концентрацию NaCl в растворе **X**. (2)
- b) Рассчитать pH буферного раствора **Y**. (2)
- c) Рассчитать pH раствора **Z**. (4)

Предположить, что при смешивании растворов контракции не наблюдается.

$PR(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10} \text{ моль}^2/(\text{дм}^3)^2$; $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ моль}/\text{дм}^3$ и в основном

буферном растворе $[\text{OH}^-] = K(\text{основание}) \cdot \frac{c(\text{основание})}{c(\text{соль})}$

86

6. С помощью неметалла **X** из соединений натрия **A** и **B** получают соответственно жидкое простое вещество **Y** и твердое простое вещество **Z**. Простое вещество **X** соединяется с оксидом соседнего в периодической таблице элемента (с низшей степенью окисления). Образуется состоящее из трех элементов соединение **C**, в котором соседний элемент окислен максимально. Фосфор окисляется в избытке вещества **X** максимально, образуя соединение **D**. Между веществом **X** и метаном происходит ступенчато реакция замещения, конечный продукт которой - соединение **E**. Соединение **E** - жидкость, испаряющаяся при 80 °С и используемая при тушении воспламенившегося жидкого топлива. Смесь вещества **X** и водорода взрывается при облучении светом, образуя соединение **F**. Соединение **F** образуется при реакции вещества **X** как с водой, так и с метаном, а также при гидролизе соединений **C** и **D**. При гидролизе **C** и **D** образуются также соответственно известные кислородосодержащие кислоты **G** и **H**. Вещество **X** реагирует почти со всеми металлами, образуя бинарные соединения, из которых под действием серной кислоты можно получить соединение **F**. При реакции вещества **X** с горячим раствором KOH получают соединение **I** (бертолетову соль). При нагревании соединения **I** в присутствии MnO₂ образуется кислород. При осторожном нагревании без катализатора происходит реакция диспропорционирования, где одним из продуктов реакции образуется соль **J** (соль одной из самых сильных неорганических кислот).

- a) Написать уравнения реакций, указав названия веществ: **i)** $\text{A} + \text{X} \rightarrow$; **ii)** $\text{B} + \text{X} \rightarrow$; **iii)** $\text{оксид} + \text{X} \rightarrow \text{C}$; **iv)** $\text{фосфор} + \text{X} \rightarrow \text{D}$; **v)** $\text{CH}_4 + \text{X} \xrightarrow{\text{суммарно}} \text{E}$; **vi)** $\text{водород} + \text{X} \rightarrow$. (6)
- b) Написать уравнения реакций гидролиза, указав названия веществ: **i)** $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **ii)** $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$. (2)
- c) Написать уравнения окислительно-восстановительных реакций, указав названия веществ: **i)** $\text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; **ii)** $\text{X} + \text{KOH}(\text{горячий раствор}) \rightarrow$; **iii)** $\text{I} \xrightarrow{\text{MnO}_2, \text{t}}$; **iv)** $\text{I} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{J}$. (4) 126