

Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

11 класс

1. **a)** Найдите количество электронов (в молях), содержащееся в ровно 1 см^3 осмия (22600 кг/м^3). (2)
- b)** Как при постоянном объеме повлияет на равновесие реакции $\text{Xe}(\text{г}) + 2\text{F}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{XeF}_4(\text{тв})$ прибавление **i)** Xe; **ii)** F_2 ; **iii)** XeF_4 ? (Не изменится, сдвинется в сторону продуктов реакции или исходных веществ.) (1,5)
- c)** В следующих соединениях найдите индивидуальную (для каждого атома углерода) и суммарную степени окисления: **i)** пропин; **ii)** бута-1,3-диен; **iii)** этановая кислота. (3)
- d)** Сколько А·с (в числах Фарадея F) расходуется при электролизе расплавленного NaCl **i)** для получения 23 г Na; **ii)** для получения 1 моль Cl_2 и при электролизе водного раствора NaOH **iii)** для получения 32 г O_2 ? (1,5)
- e)** Напишите формулу (символ) и название сублимирующегося **i)** простого вещества; **ii)** оксида и **iii)** соли. (1,5)
- f)** Масса смеси (сплава) Rb и щелочного металла **A** равна 4,60 г. При реакции сплава с водой выделилось 0,100 моль H_2 . Докажите, какой элемент может быть щелочным металлом **A**. (1,5) **11 б**

2. Природный газ является достаточно экологически безопасным топливом. При 10°C плотность природного газа равна $0,705 \text{ кг/м}^3$; в его составе по массе 95,0% метана и 2,0% этана, остальные 3% - влага и негорючие вещества. Стандартные энтальпии образования (ΔH_f°) приведенных в задаче веществ равны:

вещество	ΔH_f° , кДж/моль	вещество	ΔH_f° , кДж/моль
$\text{CO}_2(\text{г})$	-393,5	$\text{CH}_4(\text{г})$	-74,6
$\text{H}_2\text{O}(\text{г})$	-241,8	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$	-84,0

- a)** Напишите уравнения реакций полного сгорания **i)** метана и **ii)** этана. (2)
- b)** Рассчитайте энтальпию сгорания ΔH_c° **i)** метана; **ii)** этана, если образуются пары $\text{H}_2\text{O}(2)$
- c)** Рассчитайте энергию, выделившуюся при сгорании точно 1 м^3 природного газа, если образуются пары воды. (2)
- d)** Рассчитайте, сколько кубометров природного газа расходуется на нагревание воздуха комнаты ($22,1 \text{ м}^2 \times 2,5 \text{ м}$) $5^\circ\text{C} \rightarrow 25^\circ\text{C}$ при стандартном давлении, если средняя теплоемкость воздуха $C_p=29,16 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ (пренебечь потерями тепла и увеличением давления воздуха). (4) **10 б**

3. Серная кислота - важнейший продукт химической промышленности. На I этапе производства серной кислоты получают бесцветный, хорошо растворяющийся в воде газ **A**. Газ **A** получают обжигом пирита. Основным компонентом пирита является бинарное соединение **B**, в котором содержание железа равно 46,55%. При отсутствии пирита газ **A** можно получить при нагревании гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) с мелкодисперсным коксом. При нескольких сотнях градусов гипс теряет сначала 15,7% своей массы, образуя вещество **X**, и затем 20,9% начальной массы, образуя вещество **Y**. При 900°C образуется соль **C** и выделяется диоксид углерода. При 1200°C соль **C** реагирует с безводным гипсом, образуя газ **A** и оксид **D** с сильными основными свойствами.

На II этапе производства серной кислоты газ **A** и воздух при 450°C пропускают над катализатором. Образовавшийся газ **E** конденсируется при комнатной температуре в виде прозрачной жидкости. Вещество **E** получают и при пропускании водяного пара сквозь смесь газа **A** и бурого газа **F**. В данной реакции водяной пар является катализатором. В ходе реакции бурая окраска исчезает и образовавшийся газ **E** и водяной пар образуют туман серной кислоты, который абсорбируют в H_2SO_4 . Неабсорбированный газ при контакте с кислородом снова окрашивается в бурый цвет. Газ **F** получают реакцией порошка Cu с концентрированной азотной кислотой.

- a) Напишите формулу соединения **B** и уравнение реакции горения данного соединения (обжиг пирита). (3)
- b) Напишите формулы и тривиальные названия веществ **X** и **Y**. (2)
- c) Напишите формулы и названия веществ **A**, **C**, **D**, **E** и **F**. (3)
- d) Напишите уравнения реакций: **i) $\rightarrow C$** ; **ii) $C \rightarrow A$** ; **iii) $A \rightarrow E$** ; **iv) $A + F \rightarrow$** ;
v) $Cu + HNO_3 \text{ конц.} \rightarrow$; **vi) $O_2 + \dots \rightarrow F$** . (3) **11 6**

4. Соединение **X** является алифатическим алкеном с плотностью паров по воздуху (29,0 г/моль) 2,42. Соединение **X** обесцвечивает раствор Br_2 в тетрабромиде углерода с образованием насыщенного вещества **Y**. При реакции соединения **X** с бромоводородом образуется соединение **Z** с молярной массой 151 г/моль.

- a) Найдите брутто-формулу соединения **X**. (2)
- b) Напишите брутто-формулы соединений **Y** и **Z**. (1)
- c) Напишите графически пять возможных изомеров соединения **X**. (2)
- d) Напишите графически одну возможную пару цис-транс изомеров соединения **X**. (1)
- e) Геминальные галогеносоединения содержат два атома галогена у одного атома углерода. Напишите графически шесть геминальных изомера для соединения **Y**. (3)
- f) Напишите графически все соответствующие соединению **Z** **i) вторичные и ii) третичные галогеносоединения**. (2) **11 6**

5. $7,55 \cdot 10^{-3}$ моль насыщенного нециклического углеводорода **A** подвергли полному бромированию. Выделившийся при бромировании газ пропустили через раствор $AgNO_3$. Образовавшийся желтый осадок **B** отфильтровали и высушили; его масса была 19,84 г.

- a) Рассчитайте брутто-формулу углеводорода **A**. (2,5)
- b) Напишите графические формулы всех нециклических изомеров углеводорода **A** (2,5)
- Бромирование метана можно провести с помощью ультрафиолетового облучения. На первой стадии бромирования образуется ядовитый газ **C**. При нагревании газа **C** с винилбромидом в присутствии металлического Na атомы брома от обоих соединений связываются, и получается газообразный алкен **D**. В кислой среде алкен **D** гидролизуется, образуя симметричный вторичный спирт **E**. Спирт **E** реагирует с сульфенилхлоридом ($SOCl_2$) в соотношении 1:1, образуя вторичное соединение **F**, SO_2 и HCl . При нагревании с металлическим Na соединение **F** димеризуется и образует насыщенный углеводород **A**.
- c) Напишите **i) формулы и названия соединений B, C, D ii) графические структурные формулы и названия соединений E и F**. (2,5)
- d) Напишите уравнения реакций: **i) $\rightarrow C$** ; **ii) $\rightarrow D$** ; **iii) $D + H_2O \rightarrow E$** ; **iv) $E + SOCl_2 \rightarrow F + SO_2 + HCl$** ; **v) $F \rightarrow A$** . *Внимание! Соединения E, F и A напишите графическими структурными формулами* (2,5) **106**

6. Исходная смесь состоит из соли ACO_3 щелочноземельного металла **A** и соли $B(NO_3)_2$ d-элемента **B**. Смесь прокалили до полного образования оксидов данных металлов. Степень окисления соответствующего металла в оксидах и в солях одинакова. От образовавшихся при нагревании газов отделили весь кислород, которого было $1,24 \text{ дм}^3$ ($24,8 \text{ дм}^3/\text{моль}$). Остальные газы абсорбировали в $4,00 \text{ дм}^3$ 0,100 М раствора $Ba(OH)_2$. Образовавшийся осадок **X** отделили и фильтрат упарили досуха. При прокаливании сухого остатка фильтрата получили 46,0 г BaO . Содержание металлов **A** и **B** в исходной смеси было соответственно 13,94 и 22,10%.

- a) Напишите уравнения реакций: **i) $ACO_3 \xrightarrow{0t0t} \rightarrow$** и **ii) $B(NO_3)_2 \xrightarrow{0t0t} \rightarrow$** . (1)
- b) Рассчитайте количество соли $B(NO_3)_2$ (в молях) в исходной смеси. (1)
- c) Напишите уравнения реакций, если очищенные от кислорода газы пропустить через раствор $Ba(OH)_2$. (1,5)
- d) Рассчитайте количество соли ACO_3 (в молях) в исходной смеси. (1,5)
- e) Рассчитайте атомные массы металлов **A** и **B**; напишите их символы и названия (2) **7 6**