

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2006/2007 г.
10 класс**

- 1. а)** Какой тип химической связи в молекулах веществ **i)** O_2 ; **ii)** H_2O ; **iii)** Na_2O ? (1,5)
б) Определите степени окисления (ст. ок.) атомов азота и углерода в соединениях: CO , N_2O_5 , CH_3CHO , NH_4NO_2 . (1,5)
в) Какие из приведенных оснований являются **i)** сильными; **ii)** какие слабыми: $Al(OH)_3$, $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $NH_3 \cdot H_2O$, $TiOH$, $Mg(OH)_2$? (3)
г) Радиус какого из катионов в приведенной паре больше: **i)** Al^{3+} и Mg^{2+} , **ii)** Mg^{2+} и Ca^{2+} , **iii)** Fe^{2+} и Fe^{3+} ; **iv)** Na^+ и Ca^{2+} ? (2)
е) Преобразуйте 546 К в значение по шкале Цельсия. (0,5)
ф) Смешивают 50 г 25% раствора и 75 г 50% раствора. Чему равно процентное содержание вещества в полученном растворе? (1,5) **10 б**

- 2.** Глауберова соль встречается в природе в виде минерала мирабилита $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (плотность 1,49 г/см³). Более редок в природе безводный Na_2SO_4 – минерал тенардит, распространённый в местах с засушливыми пустынными зонами. Редкая особенность сульфата натрия – у него наблюдается максимальная растворимость в воде при 32,4 °С (49,8 г Na_2SO_4 точно в 100 г воды). Ниже и выше этой температуры растворимость падает: 4,5 г при 0°С и 42,3 г при 100°С. Ученику в кабинете географии попали в руки образец мирабилита объёмом 20,0 см³ (5,00% примесей по массе) и 7,5 г тенардита (3,5% примесей).
а) Сколько граммов чистого $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ содержится в найденном образце мирабилита? (1)
б) Сколько граммов чистого Na_2SO_4 содержится в обоих минералах вместе? (1,5)
в) Рассчитайте процентное содержание Na_2SO_4 в насыщенном растворе **i)** при 0°С, **ii)** при 32,4°С, **iii)** при 100°С. (1,5)
г) Сколько граммов воды необходимо для приготовления насыщенного раствора из найденного **i)** тенардита, **ii)** мирабилита при 32,4°С? (4) **8 б**

- 3.** Анализируемая проба состоит из смеси бинарных соединений **A** и **B**. Как вещество **A**, так и вещество **B** содержит металл **X**, входящий в состав хлорофилла; при реакции обоих веществ с разбавленной серной кислотой образуется вещество **C** (%**X**) = 20,2). Для определения элемента **X** к пробе, растворенной в серной кислоте, прибавили растворы гидрофосфата натрия, гидрата аммиака и хлорида аммония, в результате чего выпала белая двойная кристаллическая соль **D** (%**X**) = 17,7) и в растворе остался Na_2SO_4 . При гидролизе пробы вещество **B** разлагается на вещество **E** и гидроксид **F**. Количество вещества **E** определили титрованием перманганатом калия в присутствии серной кислоты, в ходе которого образовались сульфаты и кислород.
а) **i)** Найти расчетами символ элемента **X**. **ii)** Напишите формулы и названия веществ **A-F**. (5)
б) Напишите уравнения реакций: **i)** гидролиз **B**, **ii)** $1C + 1Na_2HPO_4 + 1NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$, **iii)** $E + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$. (3)
в) Рассчитайте содержание вещества **B** в 0,2050 г пробы, если на титрование вещества **E** израсходовалось 18,2 см³ 0,0200 М (или моль/дм³) раствора перманганата калия. (3) **11 б**

- 4.** Смесь дигидрата хлорида бария и хлорида калия массой 15,74 г растворили в воде и подвергли электролизу до полного разложения солей. К полученному

раствору прибавили 52,2 см³ раствора серной кислоты (19,6 %, 1,15 г/см³). Для полной нейтрализации полученного раствора израсходовалось 45,7 см³ 1,75 М раствора гидроксида натрия.

- а)** Какие газы и на каких электродах образуются при электролизе данного раствора? (1)
б) Напишите общие уравнения электролиза обеих солей. (2)
в) Рассчитайте **i)** количество серной кислоты (в моль), прореагировавшей с продуктами электролиза; **ii)** процентное содержание солей в смеси. (5) **8 б**

5. Учитель решил продемонстрировать опыт школьникам по теме Ох-Red реакции с использованием окислителя **A** и сахара (катализатором служила серная кислота). Готовясь к уроку, учитель узнал, что окислитель **A** разлагается под действием концентрированной серной кислоты на бинарную соль **B** (%галоген) = 47,55) и газ **C**, отвечающий за дыхание человека. При 500°С вещество **A** разлагается на вещество **B** и соль **D** (ст. ок. галогена = VII), которая при этой температуре может разложиться на вещество **B** и газ **C**. В расплавленном виде соль **A** окисляет даже простое вещество **E** до газа **F**, который выделяется при дыхании, и простое вещество **G** до газа **H**, который выделяется при извержении вулканов. В бинарных продуктах (**F** и **H**) ст. ок. элементов **E** и **G** равны IV.

- а)** Напишите формулы веществ **A-H**, тривиальное название **A** и названия **B, C, E-H**. (4)
б) Напишите уравнения реакций разложения соли **A**: **i)** $A \xrightarrow{\text{конц. } H_2SO_4} \dots$, **ii)** $A \xrightarrow{500^\circ C} D + \dots$; **iii)** $D \xrightarrow{500^\circ C} \dots$. (3)
в) Напишите уравнения реакций с простыми веществами **i)** $A + E \rightarrow$ и **ii)** $A + G \rightarrow$; и уравнения: **iii)** горения сахара ($C_{12}H_{22}O_{11}$) **iv)** окисления сахара солью **A**. (4) **11 б**

6. Драгоценные камни изумруд, аквамарин и гелиодор являются представителями минерала **A**; их окраска зависит от примесей металлов. Его отшлифованные кристаллы в античные времена применялись в качестве стекол в очках. В его состав входят кислород, алюминий, металл **B** IIA группы и неметалл **C**, являющийся одним из основных компонентов стекла. **B** реагирует с водными парами только при высокой температуре, в результате выделяется легкий газ **D** и образуется вещество **E**, молярная масса которого в 2,775 раза больше молярной массы **B**. Как **B**, так и **C** реагируют с сильным окислителем **F** (простое вещество, газ); в первом случае образуется соль **G**, во втором – бесцветный бинарный газ **H** (плотность относительно N_2 - 3,71). В реакции **G** с серной кислотой образуется соль **I** и выделяется ядовитое вещество **J**. В реакции **H** с **J** образуется 9-атомная сильная кислота **K** (содержит элемент **C** - 19,49%). У элемента **C** в соединениях **H** и **K** максимальная степень окисления.

- а)** **i)** Определите расчетами металл **B**. **ii)** Напишите формулы веществ **C-K**. (6)
б) Напишите уравнения реакций: **i)** $B + H_2O = D + E$, **ii)** $B + F = G$, **iii)** $C + F = H$, **iv)** $G + H_2SO_4 = I + J$; **iv)** $H + J = K$. (2,5)
в) Найдите в формуле минерала **A** ($B_3Al_2C_xO_{18}$) неизвестный индекс, если все элементы проявляют типичную степень окисления. (1)
г) Самый большой аквамарин, найденный в Бразилии в 1910 г, весил 110 кг. Предположив, что 2 % атомов Al в минерале **A** ($B_3Al_2C_xO_{18}$) замещены на атомы Fe, рассчитайте, сколько кг сульфида железа(II) можно получить из железа, содержащегося в 110 кг аквамарина. $M(A) = 538$ г/моль. (2,5) **12 б**