

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

**Разнообразие цветных соединений (12 б)**

1. Металл **X** образует 3 оксида: **A**, **B** и **C**. Вещество **B** зеленого цвета и его используют для приготовления масляной краски. Степень окисления элемента **X** в гидроксиде **D** и оксиде **B** одинакова. При растворении вещества **D** в соляной кислоте получают вещество **E**, а при растворении **D** в гидроксиде калия образуется соединение изумрудно-зеленого цвета **F**. Вещество желтого цвета **G** можно получить при действии брома на вещество **F** в щелочной среде, а также при сплавлении вещества **B** с  $KClO_3$  и гидроксидом калия. В обеих реакциях кроме вещества **G** образуется калийная соль соответствующего галогена.

При подкислении раствора вещества **G** его цвет становится оранжевым и образуется соединение **H**. При действии на концентрированный раствор вещества **H** концентрированной  $H_2SO_4$  выпадают темно-красные игольчатые кристаллы вещества **C**.

Растворы солей элемента **X**, в которых он имеет такую же степень окисления, как и в оксиде **B**, обычно имеют сине-фиолетовый цвет, который при нагревании переходит в зеленый. Это объясняется образованием изомерных гидратов солей.

Комплексное соединение  $XCl_3 \cdot 6H_2O$  удалось выделить в трех формах: **I** – сине-фиолетовые, **K** – темно-зеленые, **L** – светло-зеленые кристаллы. При действии раствора нитрата серебра на свежеприготовленный раствор **I** осаждается весь хлор, на раствор **K** – 2/3 хлора, на раствор **L** – 1/3 хлора.

**a)** Идентифицируйте элемент **X** и вещества **A-H**. (4,5)

**b)** Напишите уравнения реакций: **i)**  $D + HCl \rightarrow$ , **ii)**  $D + KOH \rightarrow$ , **iii)**  $F + Br_2 + KOH \rightarrow$ , **iv)**  $B + KOH + KClO_3 \rightarrow$ , **v)**  $G \rightarrow H$ , **vi)**  $H + \text{конц. } H_2SO_4 \rightarrow$ . (6)

**c)** Предложите формулы **I**, **K** и **L**, исходя из того, что эти соединения имеют одинаковый количественный состав, но реагируют по-разному с раствором нитрата серебра, и координационное число элемента **X** равно 6. (1,5)

**Разбавление этанола (9 б)**

2. Состав раствора этанола выражается в объемных процентах (%vol). Точно при 20°C плотности используемых для приготовления растворов равны:  $H_2O$  – 0,99820 г/см<sup>3</sup>, этанол: – 0,78924 г/см<sup>3</sup> и 40,0%vol водный раствор этанола – 0,94805 г/см<sup>3</sup>.

**a)** Рассчитайте, в скольких литрах 96,2 %vol раствора этанола (0,80608 г/см<sup>3</sup>) содержится точно 4000 дм<sup>3</sup> этанола. (1)

**b)** Рассчитайте, сколько литров воды надо взять для приготовления 15000 дм<sup>3</sup> 40,0 %vol раствора этанола **i)** из чистого этанола, **ii)** из 96,2 %vol раствора этанола. **iii)** Рассчитайте, на сколько больше воды (в литрах и процентах)

расходуется для приготовления 40,0 %vol раствора этанола, если вместо 96,2 %vol раствора этанола используется чистый этанол. (8)

**Степень чистоты веществ (8 б)**

3. При проведении химического эксперимента существенным является чистота веществ, а также состав примесей. Для синтеза Томасу потребовался  $KBr$ , степень чистоты которого должна быть по крайней мере 95,0 %. Для контроля чистоты вещества Томас взвесил 0,8230 г пробы и растворил ее в воде. Затем прибавил к раствору 31,20 см<sup>3</sup> 0,2180 М раствора  $AgNO_3$ . Для обратного титрования избытка  $AgNO_3$  израсходовалось 19,30 см<sup>3</sup> 0,04480 М раствора  $NH_4SCN$ .

**a)** Напишите ионные уравнения проходивших реакций. (2)

**b)** Рассчитайте **i)** количество  $AgNO_3$ , оставшегося в растворе, **ii)** массу  $KBr$  в растворе, **iii)** процентное содержание  $KBr$  в пробе. (5)

**c)** Соответствует ли степень чистоты реактива условиям синтеза? (1)

Предположить, что примеси в техническом бромиде калия не являются галогенидами.

**Химия лантаноидов (14 б)**

4. Монацит (формула -  $(Ln,Th)PO_4$ ) - один из важнейших природных минералов, содержащих лантаноиды ( $Ln$ ). Известно, что они все являются солями кислородной кислоты; руда содержит также соль одного актиноида(IV). Переработка добытой руды начинается с ее измельчения. Физическими методами содержание металлов ( $Ln$  и  $Th$ ) в смеси солей повышают (обогащают) до 60,0 % (из этого  $La$  20,0 %,  $Ce$  43,0 %,  $Pr$  4,5 %,  $Nd$  16,0 %, кроме того  $Th$  9,0 % и другие лантаноиды и итрий).

Обогащенную руду обрабатывают серной кислотой (**реакция 1**) и затем в течение нескольких часов  $NaOH$  (**реакция 2**) при 150 °C до образования осадка. Затем осадок обрабатывают  $HCl$  (**реакция 3**) при 70 °C (рН 3-4), в результате чего часть осадка растворяется. Оставшийся осадок отделяют фильтрованием; при нагревании осадка образуется оксид, в котором содержание кислорода 12,12 % (**реакция 4**). Раствор, полученный при фильтрации, содержит хлориды  $Ln(III)$ . При обработке этого раствора раствором  $Na_2CO_3$  (**реакция 5**) образуется осадок карбонатов  $Ln$ .

**a)** Напишите уравнения **реакций 1-5** для  $Ln$  и  $Th$ , если в этих реакциях степени окисления элементов не изменяются. (3,5)

**b)** Монацит содержит все лантаноиды, кроме одного. Какой лантаноид не распространен в природе? (0,5)

**c)** Сколько кг  $NaOH$  нужно для обработки 1,00 кг обогащенной руды монацита? (4,5)

**d)** Сколько литров раствора HCl (37,0 %, 1,18 г/см<sup>3</sup>) нужно для растворения осадка, образовавшегося из 1,00 кг обогащенной руды монацита после обработки гидроксидом натрия? (2)

Неодим, получаемый из монацита, используется при изготовлении сплава Nd-Fe-B для постоянных магнитов и Nd-лазеров.

**e)** Рассчитайте, сколько граммов Nd<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O получают из 1,00 кг монацита? (2)

**f)** Рассчитайте, сколько см<sup>3</sup> металлического Nd (плотность 7,01 г/см<sup>3</sup>) получают из одного 1,00 кг монацита. (1,5)

### Сжиженный газ (9 б)

**5.** В небольшом походном газовом баллоне находится 450 г сжиженного газа, состав которого по массе: 60 % бутана, 10 % изобутана и 30 % пропана (изобутан является изомером бутана). Теплота сгорания бутана ΔH<sub>c</sub><sup>o</sup> равна -2877,6 кДж/моль.

**a)** Напишите уравнения реакций полного сгорания **i)** бутана и **ii)** пропана. (1)

**b)** Используя энтальпии образования, рассчитайте энтальпии сгорания **i)** изобутана и **ii)** пропана. (2)

**c)** Какой объем (в литрах) при стандартных условиях (1 атм, 25° С) займет находившийся в баллоне сжиженный газ? (4)

**d)** Найдите количество теплоты, выделившейся при полном сгорании находившегося в баллоне сжиженного газа. (2)

Вещество	ΔH <sub>f</sub> <sup>o</sup> / кДж/моль
H <sub>2</sub> O (ж)	-285,8
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (г)	-103,8
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г)	-134,2
CO <sub>2</sub> (г)	-393,5

### Образование атмосферы (8 б)

**6.** Когда жизнь начала формироваться на Земле, состав атмосферы был другим: преобладал газ **A**, метан, аммиак и другие газы; почти отсутствовало простое вещество **B**. Под действием зародившихся живых организмов количество газа **A** стало уменьшаться, а газ **B** стал накапливаться. Накопление газа **B** в атмосфере Земли произошло благодаря фотосинтезу ( $n\mathbf{A} + n\mathbf{H}_2\mathbf{O} \rightarrow n\mathbf{B} + (\text{CH}_2\text{O})_n$ ). После того, как растворенные в морской воде ионы Fe<sup>2+</sup> окислились до Fe<sup>3+</sup>, вещество **B** стало накапливаться и в атмосфере, где из его аллотропной формы **C** образовался газообразный слой, защищающий Землю от УФ излучения. Все эти события помогли развитию многообразия форм жизни на Земле.

В определенных условиях в атмосфере и в живых организмах могло образоваться соединение **D**, которое при разложении выделяет радикалы, способствующие старению. Соединение **D** состоит только из кислорода и

водорода и обладает как восстановительными, так и окислительными свойствами.

**a)** Напишите формулы и названия веществ **A-D**. (2)

**b)** Напишите уравнения реакций до конца: **i)**  $n\mathbf{A} + n\mathbf{H}_2\mathbf{O} \rightarrow n\mathbf{B} + (\text{CH}_2\text{O})_n$ ,

**ii)**  $\mathbf{D} \rightarrow \mathbf{B}$ , **iii)**  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \mathbf{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  и **iv)**  $\mathbf{B} \leftrightarrow \mathbf{C}$ . (2)

**c)** Исходя из окислительно-восстановительных свойств вещества **D**, напишите окислительно-восстановительные реакции, составьте электронный баланс и укажите окислитель и восстановитель: **i)**  $\mathbf{D} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  и **ii)**  $\mathbf{D} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ . (4)