

**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 $\text{XCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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)** $\text{D} + \text{HCl} \rightarrow$, **ii)** $\text{D} + \text{KOH} \rightarrow$, **iii)** $\text{F} + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$, **iv)** $\text{B} + \text{KOH} + \text{KClO}_3 \rightarrow$, **v)** $\text{G} \rightarrow \text{H}$, **vi)** $\text{H} + \text{конц. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$. (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/см³, этанол: – 0,78924 г/см³ и 40,0%vol водный раствор этанола – 0,94805 г/см³.

a) Рассчитайте, в скольких литрах 96,2 %vol раствора этанола (0,80608 г/см³) содержится точно 4000 дм³ этанола. (1)

b) Рассчитайте, сколько литров воды надо взять для приготовления 15000 дм³ 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 см³ 0,2180 М раствора AgNO_3 . Для обратного титрования избытка AgNO_3 израсходовалось 19,30 см³ 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 - $(\text{Ln,Th})\text{PO}_4$) - 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 (pH 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/см³) 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 Nd₂(CO₃)₃·3H₂O получают из 1,00 кг монацита? (2)

f) Рассчитайте, сколько см³ металлического Nd (плотность 7,01 г/см³) 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_c^o 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 _f ^o / кДж/моль
H ₂ O (ж)	-285,8
C ₃ H ₈ (г)	-103,8
C ₄ H ₁₀ (г)	-134,2
CO ₂ (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 ($n\mathbf{A} + n\mathbf{H}_2\mathbf{O} \rightarrow n\mathbf{B} + (\mathbf{CH}_2\mathbf{O})_n$). После того, как растворенные в морской воде ионы Fe²⁺ окислились до Fe³⁺, 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)** $n\mathbf{A} + n\mathbf{H}_2\mathbf{O} \rightarrow n\mathbf{B} + (\mathbf{CH}_2\mathbf{O})_n$,

ii) $\mathbf{D} \rightarrow \mathbf{B}$, **iii)** $\mathbf{Fe}(\mathbf{OH})_2 + \mathbf{B} + \mathbf{H}_2\mathbf{O} \rightarrow$ 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)** $\mathbf{D} + \mathbf{KI} + \mathbf{H}_2\mathbf{SO}_4 \rightarrow$ и **ii)** $\mathbf{D} + \mathbf{K}_2\mathbf{Cr}_2\mathbf{O}_7 + \mathbf{H}_2\mathbf{SO}_4 \rightarrow$. (4)