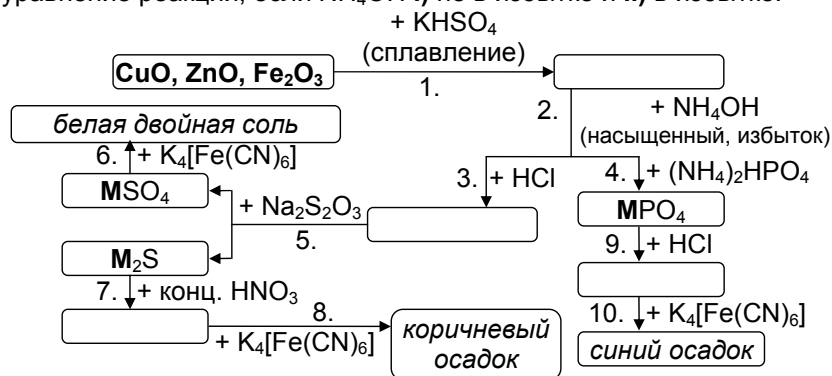


Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2007/2008 уч.г.

12 класс

1. В 1961 году Маркус нашел учебник по качественному химическому анализу и составил задание для однокурсников на определение состава смеси оксидов. Схема анализа представлена на рисунке. В настоящее время для анализа такой же смеси используется атомно-эмиссионная спектроскопия.

Напишите уравнения реакций 1-10, которые протекают при анализе смеси, состоящей из  $\text{CuO}$ ,  $\text{ZnO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Для реакции 2 напишите уравнение реакции, если  $\text{NH}_4\text{OH}$  **i)** не в избытке и **ii)** в избытке. **15 б**

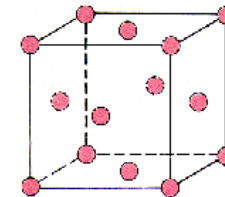


2. В 1886 году немецкий химик К. Винклер исследовал минерал аргиродит. Выяснилось, что он содержит серебро ( $\text{Ag}$ ), серу ( $\text{S}$ ) и вещество, которое нельзя было определить сразу. После нескольких недель исследований стало ясно, что это вещество – новый элемент **X**, по своим свойствам идентичный элементу, чье существование и свойства предсказал 15 лет назад Менделеев.

1,00 г аргиродита сожгли в воздухе до окончания выделения  $\text{SO}_2$ , твердый остаток растворили в азотной кислоте. Для определения ионов  $\text{Ag}^+$  в раствор добавили  $100,0 \text{ см}^3$   $0,100 \text{ M}$  цианата калия, избыток которого оттитровали обратно  $9,69 \text{ см}^3$   $0,100 \text{ M}$   $\text{Fe}^{3+}$  содержащим раствором.  $\text{SO}_2$  пропустили через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , в осадок выпало  $1,156 \text{ г}$  вещества. Нерастворимая в азотной кислоте часть **A** оказалась амфотерным оксидом, растворимым как в концентрированной  $\text{HCl}$ , так и в растворе  $\text{NaOH}$  (образовывались бесцветные вещества).

- a)** Рассчитайте массы и количества (в молях) **i)** серебра и **ii)** серы. (4,5)  
**b)** Напишите символ элемента **X** и выведите формулу аргиродита. (5,5)  
**c)** Напишите уравнения реакций **i)** **A** + конц.  $\text{HCl}$  →, **ii)** **A** +  $\text{NaOH}(\text{aq})$  → (2) **12 б**

3. Человеческая кровь имеет красную окраску, потому что переносчик кислорода гемоглобин содержит железо в окисленной форме. Кровь осьминога другого цвета, так как она содержит окисленную форму другого элемента. На рисунке дана элементарная ячейка кристаллической решетки другого элемента. Кристаллическая решетка состоит из повторяющихся элементарных ячеек. Атом может принадлежать сразу нескольким ячейкам, поэтому, например, в состав данной ячейки входит  $1/8$  атома, находящегося в углу и  $1/2$  атома, расположенного в центре боковой грани. Плотность простого вещества  $8920 \text{ кг/м}^3$  и длина ребра ячейки  $a = 3,62 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ .



- a)** Сколько атомов входит в состав элементарной ячейки? (1)  
**b)** Рассчитайте объем ячейки и объем, занимаемый атомами в элементарной ячейке. ( $V_{\text{шар}} = 4/3\pi r^3$ ) (5)  
**c)** Рассчитайте, какой элемент содержит кровь осьминога? Какого цвета эта кровь? (3) **9 б**

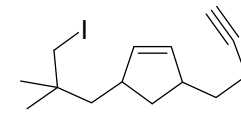
4. Годовое потребление электроэнергии в Эстонии составляет примерно  $10000 \text{ ГВтч}$ . Экологичные энергии ветра и солнца сильно зависят от сезона, также для их применения энергию необходимо как-нибудь сохранять. Чтобы сохранить годовой запас энергии Эстонии:

- a)** на сколько метров необходимо поднять Чудское озеро ( $25 \text{ км}^3$ )? (3)  
**b)** на сколько градусов нужно нагреть Чудское озеро? (2)  
**c)** сколько кг  $\text{H}_2$  нужно запастись, чтобы с помощью топливного элемента перевести энергию в электричество? (2)  
**d)** сколько кг смеси дейтерия и трития (1:1) потребуется, если энергию получать путём превращения данной смеси в гелий? (3) **10 б**

При расчётах принять, что во всех случаях коэффициент полезного действия равен 100 %.

Константы:  $g = 9,8 \text{ [м} \cdot \text{с}^{-2} = \text{Н} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{Дж} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{Вт} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}]$ ,  
 теплоёмкость воды  $4181 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  и энтальпия образования  $286,6 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ , скорость света  $3,00 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $A_r(^4\text{He}) = 4,0026$ ,  $A_r(^2\text{H}) = 2,0141$ ,  $A_r(^3\text{H}) = 3,0160$ ,  $A_r(^1\text{n}) = 1,0087$ , Г - гига ( $10^9$ ).

5. Радикальные реакции весьма распространены в органической химии. Рассмотрим синтез хирсутена, выделенного из мицелия грибов вида *Coriolus consors*. Хирсутен - состоящий из трех пятичленных циклов углеводород, который содержит одну двойную связь. Его получают из соединения **A** при помощи радикальной реакции. Инициатором реакции используется соединение AIBN (2,2'-азобис-изобутиронитрил,  $M_r = 164,2$ ), которое при  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  разлагается с образованием радикала **B**.



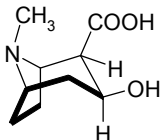
- a)** Напишите структурную формулу хирсутена. (2)

b) Напишите структурные формулы AIBN и радикала **B**. Напишите уравнение реакции разложения AIBN и расставьте коэффициенты.

(3) 5 б

6. У врачей не всегда есть возможность использовать общий наркоз, в таких случаях операцию производят под местным обезболиванием. История анестезирующих веществ местного действия берёт своё начало с выделенного из южноамериканского растения *Erythroxylon coca* алкалоида кокаина, который применялся в медицине ещё с конца XIX века, а в начале XX века был запрещён как сильный наркотик.

При гидролизе кокаина образуются экгонин (см. рисунок) и два относительно простых по строению вещества:



насыщенный спирт **A** и ароматическая одноосновная карбоновая кислота **B**. При окислении определённого количества спирта **A** можно получить в зависимости от условий альдегид массой 75.0 г или кислоту массой 115.0 г. На нейтрализацию кислоты **B** массой 18.3 г требуется 20.0 г 30.0%-ого раствора гидроксида натрия.

a) Определите на основе расчётов формулу спирта **A** и кислоты **B**, приведите структурную формулу кокаина. (5)

Взяв за основу структуру кокаина, химики попробовали изготовить синтетические аналоги анестезирующих веществ местного действия, не являющихся наркотиками. Один из первых таких аналогов – применяемый до сих пор новокаин. Его можно получить при взаимодействии *p*-аминобензойной кислоты с аминспиртом состава  $R_2NCH_2CH_2OH$ , в котором  $\%(\text{N})=12\%$ , а R – насыщенный углеводородный радикал.

b) Определите на основе расчётов точную формулу аминспирта  $R_2NCH_2CH_2OH$  и приведите структурную формулу новокаина. (3)

Анестезиофор – группировка атомов, которая отвечает за обезболивающее действие анестезирующего вещества.

c) На основе сходства структурных формул кокаина и новокаина установите общий для кокаина и большинства его аналогов анестезиофор (в общем виде). (1) 9 б