

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

**9 класс**

1. **a)** При разбавлении кислоты нужно приливать воду в кислоту или кислоту в воду? (0,5)  
**b)** Плотность стабильного при комнатной температуре газа равна 134 мг/дм<sup>3</sup> (ну). Рассчитайте молярную массу газа и приведите его молекулярную формулу. (2)  
**c)** Расположите в порядке возрастания плотности: H<sub>2</sub>O (твердая), CO<sub>2</sub> (ну), O<sub>2</sub> (ну), жидкая вода (ну), поваренная соль и ртуть. (2)  
**d)** Напишите электронные схемы Al, S<sup>2-</sup>, Вг и Cd<sup>2+</sup>. (2)  
**e)** В скольких граммах Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> содержится столько же атомов, сколько и в 5,3 г CO<sub>2</sub>? (1,5) **8 б**
2. Соединение **A** содержит 43,2 % (по массе) кислорода, 2,7 % - водорода и 54,1 % - металла **X**, при реакции 8,0 г которого с водой образуется 0,20 моль вещества **A**.  
**a)** Найдите расчетами формулы веществ **A** и **X**. Напишите их названия. (3)  
**b)** Суточная норма металла **X** для организма равна 1,5 г. Сколько граммов соединения **A** соответствует этому количеству? (2)  
**c)** Напишите уравнения реакций следующих превращений при условии, что в каждом превращении участвует одно газообразное исходное вещество или один газообразный продукт: **i) X → A**, **ii) X → XO → XC<sub>2</sub> → A**, **iii) A + Cl<sub>2</sub> → дезинфицирующее вещество**. (5) **10 б**
3. Закрытая колба содержит Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, воду, гравий, водород, метанол и толуол (темп. кип. 111 °С, 0,87 г/см<sup>3</sup>). Для разделения смеси можно использовать дистилляционное устройство и разделительную воронку. Известно, что спирты и соли растворяются в воде, в то же время толуол является известным неполярным органическим растворителем.  
**a)** Опишите состав и состояние (твердое, жидкое, газообразное) находящихся в колбе фаз (слоев) по направлению от дна до пробки. (4)  
**b) i)** Какая фаза выделилась первой при откупоривании пробки? **ii)** Как и в каком порядке отделить остальные фазы? **iii)** Как разделить на компоненты фазы, состоящие из нескольких веществ? (3)  
**c)** Что произойдет при разделении на компоненты фазы, содержащей Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>? (1) **8 б**
4. Морская вода содержит в основном шесть ионов (см таблицу, в которой приведено процентное содержание иона в растворенном веществе). В регионах, где морская вода (1,03 кг/дм<sup>3</sup>) загрязнена, для морских аквариумов нужно готовить искусственную морскую воду растворением солей в воде.  
**a)** В морской воде содержится 35,0 г солей в 1,00 кг морской воды. Рассчитайте общую массу солей в 10,0 м<sup>3</sup> морской воды (2)  
**b)** Рассчитайте массы ионов, содержащихся в 10,0 м<sup>3</sup> морской воды. (3)

ион	%
Cl <sup>-</sup>	55,3
Na <sup>+</sup>	30,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7,8
Mg <sup>2+</sup>	3,7
Ca <sup>2+</sup>	1,2
K <sup>+</sup>	1,1

- c)** Для получения искусственной морской воды используется KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaCl. Рассчитайте массы солей, необходимых для приготовления 10,0 м<sup>3</sup>. Начните расчеты с соли, ионов которой в морской воде меньше всего, то есть KCl, затем CaCl<sub>2</sub> и тд. (5) **10 б**
5. В лаборатории для приготовления 450,0 см<sup>3</sup> 50,00% раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (**раствор X**) имеется несколько возможностей. В таблице приведена зависимость плотности раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> от его %-ного содержания.  
**a)** Нарисуйте зависимость плотности раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> от состава раствора. Ось x (0...100 %): 1 см соответствует 10 %; ось y (1...1,9 г/см<sup>3</sup>): 1 см соответствует 0,1 г/см<sup>3</sup>. (1)
- | %                      | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 96    |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ρ (г/см <sup>3</sup> ) | 0,999 | 1,069 | 1,143 | 1,221 | 1,307 | 1,399 | 1,503 | 1,615 | 1,732 | 1,820 | 1,860 |
- b)** Сколько см<sup>3</sup> воды и 96,00 % раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> нужно смешать для приготовления **раствора X**? (3)  
**c)** При смешивании воды и конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> выделяется много теплоты, из-за чего раствор может закипеть. Во избежание этого можно использовать вместо воды 36,00 % раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **i)** Определите по рисунку плотность 36,00 % раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **ii)** Сколько граммов 36,00 % и 96,00 % растворов H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> нужно смешать для приготовления **раствора X**? (5)  
**d)** Сколько дм<sup>3</sup> газообразного SO<sub>3</sub> нужно пропустить через воду для получения **раствора X**? (2) **11 б**
6. Вещество **A** является сильным окислителем и состоит из тех же элементов, что и вода, однако в веществе **A** один из элементов имеет нетипичную степень окисления. Для определения точной концентрации купленного в аптеке водного раствора вещества **A** к 5,10 г раствора вещества **A** прибавили в избытке раствор KI. Образовалось простое вещество **B**, которое окрашивает крахмал в синий цвет, и щелочь **D**. Полученный в результате реакции раствор разделили ровно на две части и провели два опыта. В I опыте первая половина раствора прореагировала с 14,3 см<sup>3</sup> 0,526 М раствора HCl (с кислотой реагирует только вещество **D**). Во II опыте вторая половина раствора прореагировала с 16,0 см<sup>3</sup> 0,472 М раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (с ним реагирует только вещество **B**). Образовались соль **E** (содержит тот же анион, что и KI) и соль **F** (M<sub>r</sub> = 270,2; %(Na) = 17,0, %(S) = 47,5, %(O) = 35,5).  
**a)** Напишите формулы и названия соединений **A-E** и определите брутто-формулу вещества **F**. (5)  
**b)** Напишите уравнения и расставьте коэффициенты: **i) A + KI → B + D**, **ii) реакция в I опыте**, **iii) реакция во II опыте**. (3)  
**c)** Рассчитайте количество щелочи **D**, принимавшей участие в реакции I, и соответствующее ему количество вещества **A**. (1,5)  
**d)** Рассчитайте количество вещества **B**, принимавшего участие в реакции II, и соответствующее ему количество вещества **A**. (2)  
**e)** Из результатов опыта выберите тот, который дает большее значение вещества **A**, и рассчитайте процентное содержание вещества **A** в аптечном растворе. (1,5) **13 б**

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

1. а) Напишите электронную формулу молибдена. (1)  
 б) Какие типы связей имеются в веществах: i)  $\text{HClO}_4$ , ii)  $\text{NaClO}_4$ , iii)  $\text{Cs}$ ? (1,5)  
 в) Нарисуйте структурную формулу  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и определите степени окисления всех атомов. (1,5)  
 г) Рассчитайте i) молярность, ii) моляльность 6,00 % раствора  $\text{HCl}$  ( $1,028 \text{ г/см}^3$ ). (3)  
 е) Сколько молекул газа содержится в объеме  $1 \text{ см}^3$  при условиях 1 Торр и  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ? ( $1 \text{ атм} = 760 \text{ Торр}$ ). (3) **10 б**

2. Движущей силой некоторых бактерий является молекулярный мотор - "протонная турбина", приводимая в движение выходящим из клетки потоком  $\text{H}^+$ . В физиологических условиях протонная турбина дает бактериальной клетке примерно  $20 \text{ кДж}$  энергии на 1 моль протонов, вышедших из клетки.

- а) В пищеварительном тракте человека проживает колония бактерий, состоящая из  $10^9$  особей. Рассчитайте, какое количество энергии вырабатывает колония при передвижении в течение одной минуты, если каждая бактерия выделяет из клетки за это время  $10^7$  протонов. (1,5)  
 б) Какое изменение pH произойдет, если это количество протонов равномерно распределить в объеме тела человека ( $70 \text{ дм}^3$ ) (предположите, что первоначально  $\text{pH} = 7$ , и не учитывайте буферные системы)? (3)  
 в) Если бы человек смог заставить работать на себя энергию протонной турбины, то сколько минут работала бы обычная  $100 \text{ Вт}$  электрическая лампочка, использующая в качестве топлива  $1 \text{ дм}^3$  концентрированной серной кислоты ( $17,5 \text{ М}$ )?  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ сек}$  (2,5) **7 б**

3. Метанол (октановое число 113) используют в высокоэффективных двигателях внутреннего сгорания на гоночных автомобилях. Любопытный студент захотел понять, почему вместо бензина сжигают метанол. Для этого он нашел энтальпии сгорания обоих веществ в расчете на 1 грамм. Предположите, что бензин состоит из изооктана (октановое число 100).

а) Напишите структурную формулу и номенклатурное название изооктана. (1)

б) Напишите уравнения реакций полного сгорания метанола и изооктана и рассчитайте их стандартные энтальпии сгорания на 1 моль и на 1 грамм. (6)

в) Сравнивая энтальпии сгорания студент не понял, почему предпочитают метанол. Поясните, почему в качестве топлива используют метанол. (2)

Подсказка: октановое число, уравнения реакций **9 б**

вещество	$\Delta_{\text{образH}}^\circ$ , кДж/моль
$\text{H}_2\text{O}$ (ж)	-285.8
$\text{CO}_2$ (г)	-393.5
$\text{CH}_3\text{OH}$ (ж)	-238.4
$\text{C}_8\text{H}_{18}$ (ж)	-259.3

4. В семи пронумерованных банках имеются чистые металлы: Fe, Hg, Na, Al, Ca, Au и Sn. Из разбавленного раствора  $\text{HCl}$  не вытесняют водород металлы в банках 1 и 3. Металл 1 опасно приводить в соприкосновение с металлом 3, так как они легко образуют сплав. Металлы 4 и 6 бурно реагируют с водой. С водным раствором щелочи реагируют металлы 2 (при нагревании), 4, 5 и 6.

Металл 7 имеет меньшую плотность, чем металл 3, но зато плавится при более высокой температуре. Металл 2 имеет меньшую плотность, чем металл 7 и плавится при более низкой температуре, чем металл 3. При  $1000^\circ\text{C}$  жидкими являются металлы 2, 4 и 5, твердых и газообразных поровну.

- а) Какому номеру соответствует какой металл? Расположите металлы в порядке возрастания i) плотности и ii) температуры плавления. (5,5)  
 б) Напишите уравнения реакций металлов i) с разбавленной соляной кислотой и ii) с водным раствором щелочи. Приведите названия образующихся комплексных соединений. (6)  
 в) Как называются сплавы металла 1 с другими металлами? (0,5) **12 б**

5. Люди с повышенным кровяным давлением должны употреблять пищу с пониженным содержанием натрия. Фирма LoSalt предлагает соль, которая содержит примерно 66,6 %  $\text{KCl}$  и 33,4 %  $\text{NaCl}$ . Студент захотел узнать точный состав смеси. Для этого он взвесил  $1,00 \text{ г}$  прогретой соли, которую перенес затем в  $100,0 \text{ см}^3$  колбу и разбавил дистиллированной водой до метки. При титровании  $10,00 \text{ см}^3$  этого раствора израсходовалось  $29,60 \text{ см}^3$   $0,05000 \text{ М}$  раствора  $\text{AgNO}_3$ . Индикатором служил хромат калия.

- а) Напишите уравнения реакций между i) хлорид-ионом и  $\text{AgNO}_3$ ; ii) ионом серебра и хроматом калия. Что происходит при перетитровке раствора? (3)  
 б) Найдите процентное содержание  $\text{KCl}$  в купленной соли. (5,5)  
 в) На сколько процентов реальное содержание  $\text{KCl}$  отличается от указанного на пачке? (0,5) **9 б**

6. Смешивая водные растворы солей А и В можно приготовить в домашних условиях порошок ярко-красного пигмента С. Соль В используется в производстве стекла и мыла, и ее можно получить нагреванием пищевой соды. Соль А - гигроскопичное бинарное соединение ( $\%(\text{X}) = 54,6$ ), которое можно получить реакцией металла Y (триада железа) с газообразным галогеном  $\text{X}_2$ . Пигмент С можно получить также нагреванием раствора соли А, D или E (все три соли содержат один и тот же металл) с соединением F. Соль D содержит анион, входящий в состав царской водки. Анион соли E происходит от уксусной кислоты. Соединение F было первым органическим веществом, синтезированным из неорганических веществ. В промышленности вещество F получают реакцией между  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ .

а) i) Определите расчетами металл Y. ii) Напишите формулы и названия вещества А-F,  $\text{X}_2$ , Y. (6)

б) Напишите уравнения реакций: i) термическое разложение пищевой соды, ii)  $\text{X}_2 + \text{Y} \rightarrow \text{A}$ , ii)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ , iii)  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{F} + \dots$  (2)

В косметике применяют пигмент К фиолетового цвета, состав катиона которого:  $\%(\text{N}) = 19,20$ ,  $\%(\text{Z}) = 75,28$  и  $\%(\text{H}) = 5,52$ . Пигмент получают при взаимодействии кислоты M, кислой соли N ( $\%(\text{N}) = 12,18\%$ ) и оксида коричневатого-черного цвета O ( $\%(\text{Z}) = 63,19\%$ ). Соль N содержит анион кислоты M. Кислоту M в малых количествах добавляют в популярные прохладительные напитки. В пигменте K степень окисления металла равна III и фосфора - максимальна.

в) i) Определите расчетами металл Z и формулу пигмента K, если в состав аниона входят O и P. ii) Напишите формулы и названия веществ M-O, Z. (5) **13 б**

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

1. На каникулах в лаборатории оставили химический стакан с 12,00 г  $\text{CuSO}_4$ . Через неделю ровно 1/3 соли превратилась в кристаллогидрат ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). После каникул во время уборки в химический стакан случайно пролили 90,00  $\text{cm}^3$  воды. После этого всё содержимое химического стакана перенесли в колбу, где было 300,0  $\text{cm}^3$  0,0400 М раствора NaOH. Образовавшийся осадок отделили и нагревали до тех пор, пока не образовалось красное вещество и его масса стала стабильной.

- a) Рассчитайте массу соли в химическом стакане через неделю. (2)  
 b) Рассчитайте процентное содержание  $\text{CuSO}_4$  в образовавшемся растворе. (1)  
 c) Напишите уравнения произошедших реакций, а также названия продуктов, содержащих медь. Рассчитайте массу вещества после нагревания. (7) **10 б**

2. Углеводород содержит 87,27% углерода по массе, его плотность в газовой фазе относительно водорода меньше, чем 75. Структура состоит только из вторичных и третичных атомов углерода, а также по меньшей мере двух шестичленных циклов.

- a) Определите расчетами брутто-формулу углеводорода, напишите структурную формулу. (5,5)  
 b) Сколько разных моноклорпроизводных образуется при неселективном хлорировании на свету? (1,5) **7 б**

3. А. Эйнштейн придумал загадку и полагал, что лишь 2% жителей Земли в состоянии ее решить в уме. Следующее задание – её химический аналог: на полке подряд стоят 5 баночек с пищевыми красителями, необходимо определить, какое вещество содержится в подкрашенном марципане. Дана следующая информация.

Индигокармин пурпурного цвета. Куркумин содержится в *куркуме (пряность)*. Рибофлавин содержит четыре OH-группы. Вещество красного цвета стоит слева от оранжевого. Вещество красного цвета является *E*-изомером. Вещество, являющееся **солью**, содержится в *лимонаде*. Вещество из колбы посередине содержит две одинаковые внутримолекулярные водородные связи. Вещество томатного цвета является **каротиноидом**. Ликопин стоит первым слева. Вещество, относящееся к **витаминам**, стоит рядом с тем, что содержится в *арбузе*. Вещество, содержащееся в *миндале*, стоит рядом с веществом, относящимся к **каротиноидам**. Вещество, относящееся к **полифенолам**, содержит карбонильную группу. Ликопин стоит рядом с желтым веществом. Кармазин является **азосоединением**. Вещество, являющееся **витамином**, стоит рядом с веществом с десятью метильными группами.

Для решения загадки заполните таблицу.

**10 б**

номер банки	1	2	3	4	5
цвет					
название					
структура, группа					
класс					
пищевой продукт					

4. Фосфорная кислота является трехосновной кислотой, для которой  $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_3 = 4,4 \cdot 10^{-13}$ .

- a) Нарисуйте схематически кривую титрования фосфорной кислоты (без вычислений) раствором NaOH в координатах pH, V(NaOH) (2)  
 $K_50 \text{ cm}^3$  0,010 М раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  добавили столько 0,10 М раствора NaOH, что количество  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  в растворе стало равным.  
 b) Рассчитайте pH исходных растворов до сливания (NaOH и  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). (4)  
 c) Что в образовавшемся растворе является слабой кислотой, а что соответствующей ей солью? (1)  
 d) Рассчитайте pH полученного раствора и объём добавленного раствора NaOH, обозначьте это на графике. (2,5)  
 e) На сколько изменится pH полученного раствора при добавлении 5,0 мг твёрдого NaOH? (3,5) **13 б**

5. В состав кислоты **A** входит 3 элемента. В колбу, содержащую 75,0 г 16,4%-ного водного раствора кислоты **A**, поместили тонкую металлическую проволоку. В результате этого выделилось 0,672  $\text{dm}^3$  (н.у.) водорода и образовался раствор соли, при добавлении в который избытка  $\text{AgNO}_3$  образовалось 25,81 г белого осадка, который содержал 75,26% серебра по массе. По результатам проведённых реакций масса проволоки почти не изменилась.

- a) Определите состав белого осадка и рассчитайте формулу кислоты **A**. (6)  
 b) Определите, из какого металла была изготовлена проволока. (3)  
 c) Напишите уравнения всех произошедших реакций. (2) **11 б**

6. В составе исследуемого сополимера имеются мономерные звенья, соответствующие 1398 молекулам этена ( $\text{CH}_2\text{CH}_2$ ), 466 молекулам  $\alpha$ -метилстирена ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$ ) и 699 молекулам пропена ( $\text{CH}_3\text{CHCH}_2$ ).

- a) Примем, что в элементарном звене идеального полимера мономерные звенья расположены в порядке возрастания молекулярных масс.  
 i) Найдите молярную массу полимера, ii) напишите формулу элементарного звена полимера (обозначения: мономерные звенья, состоящие из E – этена, S –  $\alpha$ -метилстирена и P – пропена), iii) найдите число элементарных звеньев в молекуле мономера. (3,5)

Обычно при синтезе образуется смесь полимеров с цепями разной длины, которая характеризуется средней молярной массой. Значение средней молярной массы  $M_{\text{арв}}$  получают путем измерения осмотического давления  $\Pi$  разбавленного раствора полимера. Значение осмотического давления  $\Pi$  (Па) прямо пропорционально концентрации раствора (с,  $\text{г/м}^3$ ):  $\Pi = RTc/M_{\text{арв}}$ , где R – универсальная газовая постоянная и T – температура (K). Результаты измерения (25 °C) представлены в таблице.

$\Pi$ (Па)	55,68	111,4	167,0
c ( $\text{мг/см}^3$ )	2	4	6

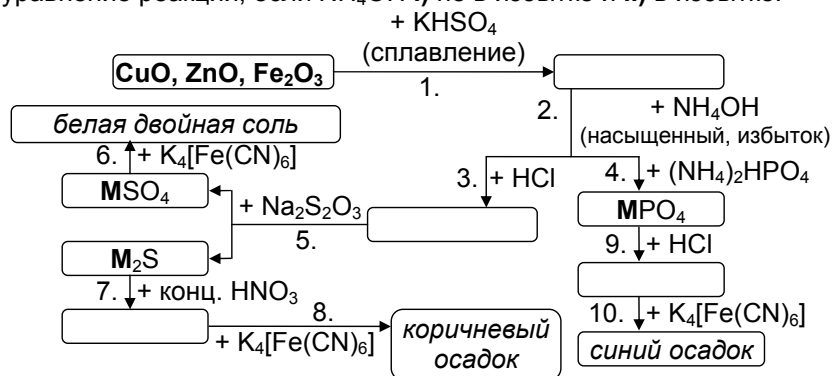
- b) Нарисуйте график зависимости  $\Pi/RT \dots c$ , найдите его наклон (приведите единицы измерения) и из этого  $M_{\text{арв}}$ . Средняя молекула полимера длиннее по сравнению с идеальной или короче? (4)  
 c) Сколько атомов углерода в средней полимерной цепи, если состав элементарного звена тот же, что и в идеальном полимере? (1,5) **9 б**

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**

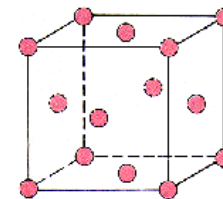


2. В 1886 году немецкий химик К. Винклер исследовал минерал аргиродит. Выяснилось, что он содержит серебро ( $\text{Ag}$ ), серу ( $\text{S}$ ) и вещество, которое нельзя было определить сразу. После нескольких недель исследований стало ясно, что это вещество – новый элемент **X**, по своим свойствам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

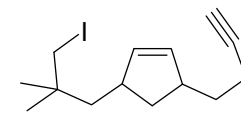
4. Годовое потребление электроэнергии в Эстонии составляет примерно  $10000 \text{ ГВтч}$ . Экологичные энергии ветра и солнца сильно зависят от сезона, также для их применения энергию необходимо как-нибудь сохранять. Чтобы сохранить годовой запас энергии Эстонии:

- 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**.



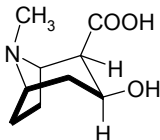
- a) Напишите структурную формулу хирсутена. (2)

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 п-аминобензойной кислоты с аминспиртом состава  $R_2NCH_2CH_2OH$ , в котором  $\%(N)=12\%$ , 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