

**Задачи II тура олимпиады по химии 2003/2004 г.**  
**10 класс**

1. a) i) Почему бытовой газ (первые четыре углеводорода) отделяется от нефти только при нагревании, хотя химического разложения веществ не происходит? ii) Написать формулы и названия этих углеводородов. (2)
- b) Назовите метод i) разделения нефтепродуктов и ii) увеличения выхода бензина. (1)
- c) Написать структурные формулы i) метанола, ii) этандиола и iii) пропантриола. (1,5)
- d)  $M_r(\text{NaOH}) = 40$ . Написать массу вещества и массу (или объем) раствора, если раствор является i) четырехпроцентным и ii) четырехмолярным. (4)
- e) Какой тип химической связи в молекулах: i)  $\text{Cl}_2$ ; ii)  $\text{HCl}$  и iii)  $\text{NaCl}$ ? (1,5)
- f) Определить степень окисления каждого атома азота и каждого атома углерода в соединениях:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . (2) **126**

2. Средние соли угольной кислоты **X**, **Y** и **Z** разлагаются при прокаливании. Из соли **X** твердого остатка не образуется, но из одного моля соли образуется 4 моля летучих при температуре разложения веществ. При прокаливании соли **Y** образуется двухатомный оксид металла (**B**); при прокаливании соли **Z** одним из продуктов является кислород.

3,30 граммов смеси **X**, **Y** и **Z** подвергли прокаливанию, образовался твердый остаток массой 1,260 граммов, состоящий из двух веществ. На остаток подействовали разбавленной серной кислотой, при этом не растворилось 0,782 г порошка металла **A**. Металл **A** реагирует с азотной кислотой, хлорид металла **A** светочувствителен и не растворяется в воде. К полученному после обработки серной кислотой раствору сульфата прибавили в избытке раствор  $\text{KF}$ , в результате чего выпало 0,739 г фторида **C**.

- a) Найти i) по количествам **B** и **C** атомную массу металла, входящего в состав карбоната **Y**; ii) массу карбоната **Y**; iii) написать уравнение реакции разложения карбоната **Y**. (5)
- b) i) Какой металл содержится в карбонате **Z**? ii) Написать реакцию разложения карбоната **Z**. iii) Рассчитать массу карбоната **Z**. (3)
- c) i) Каким карбонатом является соль **X**? ii) Рассчитать его массу и написать уравнение реакции разложения. (3) **116**

3. В черно-белой фотографии используют кристаллическое вещество **L**, 250 грамм которого растворяют в 750 мл воды для приготовления закрепителя. Получают 15,9% раствор вещества  $\text{Z}_2\text{X}_2\text{Y}_3$ . Водород горит в парах элемента **X**. Образуется газообразное бинарное вещество **A**, которое в 1,172 раза тяжелее воздуха и которое с водой образует раствор двухпротонной слабой кислоты. Вещество **A** при соединении с элементом **Y** образует оксиды **B** и **C**. Оксид **B**, реагируя на катализаторе с элементом **Y**, дает оксид **D**. Оксиды **B** и **D**, соединяясь с оксидом **C**, образуют соответственно двухпротонные кислоты **E** и **F**. Кислота **F** является сильной нелетучей кислотой, которая при реакции с бинарным соединением **G** (образовано элементом **Z**) дает соляную кислоту и кислую соль. Соединение **G** является незаменимым при приготовлении пищи и окрашивает пламя горелки в желтый цвет.  $M(\text{воздух}) = 29,0$  г/моль.

- a) Рассчитать атомную массу элемента **X**. (2)

- b) Написать уравнения реакций: i)  $\rightarrow A$ ; ii)  $\rightarrow B + C$ ; iii)  $B \rightarrow E$ ; iv)  $D \rightarrow F$ ;  
 v)  $F + G \rightarrow$ . (2,5)
- c) i) Написать формулу вещества  $Z_2X_2Y_3$ . ii) Рассчитать формулу вещества L(4,5)  
 9 6

4. Диктионемааргилит (DA) является сланцем с низким содержанием органического вещества. В Эстонии его залежи оцениваются примерно в 60 миллиардов тонн. В 1948 – 1952 годах в Силламяэ добыли 271000 тонн DA, из которого получили 22,4 тонн концентрата, содержащего 40% урана. Природный уран содержит 0,72% изотопа  $^{235}\text{U}$ , при расщеплении одного атома которого выделяется  $3,2 \cdot 10^{-11}$  Дж энергии. При горении DA выделяется энергия  $5,2 \cdot 10^6$  Дж/кг.

- a) Рассчитать массу  $^{235}\text{U}$  (в кг), которая содержится в добытом концентрате. (2)  
 b) Рассчитать энергию в мегаджоулях (МДж), которая выделяется при расщеплении рассчитанного в пункте a) количества  $^{235}\text{U}$ . (4)  
 c) Рассчитать энергию (МДж), выделяющуюся при сжигании 271000 тонн DA. (3)  
 9 6

5. В сухом остатке пробы воды, взятой из Каспия, было следующее процентное содержание (по массе) ионов:  $\text{Cl}^-$  – 41,8;  $\text{Br}^-$  – 0,05,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 23,8;  $\text{CO}_3^{2-}$  – 0,9;  $\text{Na}^+$  – 24,5;  $\text{K}^+$  – 0,6;  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в сумме 8,4. Для расчетов возьмите молярную массу  $\text{Cl}^-$  с точностью до трех значащих цифр, для остальных ионов - до двух.

- a) С помощью количества вещества всех ионов выразить суммарное равенство (+) и (-) зарядов – уравнение баланса зарядов [например:  $n(\text{Na}^+) + \dots = + n(\text{Cl}^-) + \dots$ ]. (2)  
 b) Рассчитать суммарное количество вещества  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  (в молях) в 100 г сухого остатка. (3)  
 c) Составить систему уравнений и рассчитать, сколько граммов  $\text{MgSO}_4$  содержится в 100 граммах сухого остатка. (3)  
 d) Рассчитать массу  $\text{MgSO}_4$ , содержащегося ровно в 1 м<sup>3</sup> морской воды, если общее содержание солей в месте отбора проб равно 1,8%.  
 ( $\rho_{\text{морской воды}} = 1,0 \text{ г/см}^3$ ) (2) 106

6. Чистая вода трудно подвергается электролизу, так как имеет низкую электропроводность. Добавка серной кислоты, NaOH или индифферентной соли ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) необходима в основном для облегчения переноса зарядов. При электролизе воды в кислом растворе участвуют  $\text{H}^+$ -ионы, в щелочном растворе  $\text{OH}^-$ -ионы, но во всех перечисленных средах, по крайней мере, один из процессов является восстановлением или окислением воды.

- a) Написать уравнение катодной (восстановление) и анодной (окисление) реакции, если электролизу подвергают i) раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ii) раствор NaOH, iii) раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . (4,5)  
 b) Рассчитать, сколько литров смеси  $\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$  получают, если через электролизную цепь проходит количество тока  $4F$  ( $F = 96500 \text{ А} \cdot \text{с/моль}$ ). (2,5)  
 c) Что уменьшается в процессе электролиза раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : количество воды или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор постоянно перемешивают)? (0,5)  
 d) Как изменяется pH раствора при длительном электролизе и постоянном перемешивании (увеличивается, уменьшается или остается постоянным)  
 i) в растворе серной кислоты, ii) в растворе NaOH, iii) в растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?  
 Ответы обосновать. (1,5) 9 6