

**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) Cl_2 ; ii) HCl и iii) NaCl ? (1,5)
- f) Определить степень окисления каждого атома азота и каждого атома углерода в соединениях: NH_4NO_3 , CH_3COOH . (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 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}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}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}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: Cl^- – 41,8; Br^- – 0,05, SO_4^{2-} – 23,8; CO_3^{2-} – 0,9; Na^+ – 24,5; K^+ – 0,6; Ca^{2+} и Mg^{2+} в сумме 8,4. Для расчетов возьмите молярную массу 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 Mg^{2+} и Ca^{2+} (в молях) в 100 г сухого остатка. (3)
 c) Составить систему уравнений и рассчитать, сколько граммов MgSO_4 содержится в 100 граммах сухого остатка. (3)
 d) Рассчитать массу MgSO_4 , содержащегося ровно в 1 м³ 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 (Na_2SO_4) необходима в основном для облегчения переноса зарядов. При электролизе воды в кислом растворе участвуют H^+ -ионы, в щелочном растворе 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 H_2SO_4 , ii) раствор NaOH, iii) раствор Na_2SO_4 . (4,5)
 b) Рассчитать, сколько литров смеси H_2 и 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 H_2SO_4 : количество воды или H_2SO_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 Na_2SO_4 ?
 Ответы обосновать. (1,5) 9 6