

Задачи III тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

12 класс

1. Соединения, образующие неорганическую часть эстонского сланца, можно разделить на входящие в состав песка-глины и на карбонатные. Компонентами песка-глины являются Al_2O_3 , K_2O , FeS_2 , Fe_2O_3 , H_2O , SO_2 и компонент **X**. Содержание последнего в песке-глине примерно 60%. Компонентами карбонатной части являются CaO – 48,1%, FeO – 0,2%, CO_2 – 45,1% и еще компонент **Y**. Зола, полученную при сжигании измельченного сланца, используют для нейтрализации почв и для производства цемента. В образовавшемся при сгорании сланца дыме содержится вызывающее кислотные дожди вещество, которое после реакции с другими содержащимися в дыме продуктами горения и после окисления на воздухе образует твердое вещество, выпадающее на поверхность земли и идентичное затвердевшему гипсу. Кероген образует органическую часть сланца.

- a) Привести формулу и название компонента **X**. (0,5)
- b) i) Рассчитать молярную массу компонента **Y** и ii) написать его формулу и название. (2,5)
- c) Какие почвы нуждаются в сланцевой золе и какое вещество улучшает их свойства? (0,5)
- d) Написать два главных входящих в состав цемента оксида. (1)
- e) Из каких составных частей сланца (кероген, глина-песок, карбонаты) образуются три вещества, являющихся исходными для получения гипса? (3)
- f) Написать реакции получения затвердевшего гипса: i) образование кислотного дождя; ii) его окисление; iii) образование гипса. (1,5) **9 6**

2. При нагревании твердого бинарного соединения **A** с твердым простым веществом **B** и газообразным простым веществом **C** образуется легколетучее бинарное пятиатомное жидкое вещество **D** и бесцветное очень ядовитое двухатомное соединение **E**. Соединение **A** содержит 40% кислорода и его используют как белый пигмент краски. Жидкость **D** легко гидролизуется и ее используют для получения искусственного тумана. При полном гидролизе образуется вещество **A**. Mg реагирует с парами вещества **D**, в результате получают простое вещество **X**. При восстановлении вещества **D** простым веществом **F** образуется HCl и фиолетовое соединение **G** (в мольном соотношении 1 : 1). Соединение **G** в реакции с раствором NaOH образует нерастворимый оксид-моногидрат **H**. Это не окислительно-восстановительная реакция. При сплавлении соединения **A** со щелочью или оксидами металлов образуются как мета-, так и орто-соли.

- a) Рассчитать молекулярную массу соединения **A** и определить простое вещество **X**. (1,5)
- b) Написать формулы и названия веществ **A** – **H**. (4)
- c) Написать уравнения реакций: i) $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow$; ii) $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; iii) $\text{D} + \text{Mg} \rightarrow$; iv) $\text{D} + \text{F} \rightarrow$; v) $\text{G} + \text{NaOH} \rightarrow$; vi) $\text{A} + \text{CaO} \rightarrow$ мета-соединение (написать название); vii) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow$ орто-соединение (написать название). (3,5) **9 6**

3. 176,3 мг вещества **X** сожгли в атмосфере кислорода. Горячие продукты реакции пропустили сначала через гигроскопичный порошок перхлората магния и затем абсорбировали в растворе гидроксида бария. Масса $Mg(ClO_4)_2$ увеличилась на 216,2 мг и из раствора $Ba(OH)_2$ отделили 1,973 грамм белого осадка. В промышленности вещество **X** получают в реакции между веществами **A** и **B** в присутствии кислотного катализатора. Ядовитую жидкость **A** получают каталитическим восстановлением монооксида углерода водородом. Соединение **A** дает с концентрированной серной кислотой сложный эфир **C** с брутто-формулой $C_2H_6O_4S$. При реакции соединения **C** с иодидом калия (нуклеофильное замещение) образуется соединение **D**. Молекула соединения **B** в кислой среде присоединяет одну молекулу воды, образуя соединение **E**, в котором три идентичные метильные группы. Соединение **E** реагирует с натрием, образуя соль **F**, при этом выделяется водород. В результате реакции между соединениями **C** и **F** образуются вещество **X** и метилсульфат натрия.

a) Рассчитать простейшую брутто-формулу вещества **X**. (3)

b) Написать упрощенные структурные формулы веществ **X** и **A – F**. (3,5)

c) Написать уравнения реакций: i) $CO + H_2 \rightarrow$; ii) $A + H_2SO_4 \rightarrow$;

iii) $1C + 1KI \rightarrow$; iv) $1B + 1H_2O \rightarrow$; v) $E + Na \rightarrow$; vi) $C + F \rightarrow$ vii) $A + B \rightarrow$ (7)

13,5 б

4. Для нейтрализации 1,71 граммов карбоновой кислоты (не содержит других функциональных групп) потребовалось 25,0 мл 1,20 М раствора NaOH. При нагревании той же кислоты образуется соединение, содержащее 50% углерода по массе.

a) По результатам титрования установите молярную массу однопротонной карбоновой кислоты. (1)

b) Написать структурные формулы трех возможных карбоновых кислот, которые соответствуют результатам титрования. (5)

c) Какое соединение образуется из карбоновой кислоты под действием вещества, связывающего воду? (1)

d) Написать плоскостную структурную формулу соединения (содержит 50% углерода по массе), полученного при нагревании карбоновой кислоты с наибольшей молярной массой (из пункта b)). (2) 9 б

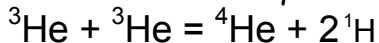
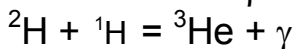
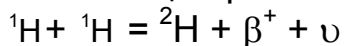
5. Спонтанное разложение перекиси водорода является реакцией первого порядка. За протеканием этой реакции следят, определяя количество перекиси водорода в растворе через определенные отрезки времени. В подкисленном растворе H_2O_2 моментально реагирует с $KMnO_4$. На практике точный объем раствора H_2O_2 в определенный момент времени приливают к отмеренному объему раствора $KMnO_4$ известной концентрации. Прореагировавшее количество $KMnO_4$ определяют обратным титрованием раствором Fe^{2+} . Неразложившееся количество перекиси водорода пропорционально количеству израсходованного в реакции $KMnO_4$ (приводится в таблице):

Время (мин)	0	5	10	20	30
n(KMnO ₄) (ммоль)	46,1	37,1	29,8	19,3	12,5

$$\ln(c_0/c_t) = k \cdot t$$

- a) Написать уравнение реакций: **i)** H₂O₂ разлагается →; **ii)** H₂O₂ + H₂SO₄ + KMnO₄ →; **iii)** FeSO₄ + H₂SO₄ + KMnO₄ →. (2,5)
- b) Рассчитать из приведенных данных константы скорости и их среднее значение (3 значащие цифры). (2)
- c) Рассчитать период полураспада для реакции разложения H₂O₂. (2)
- d) Рассчитать, сколько ммоль KMnO₄ идет на титрование оставшейся H₂O₂, если измерения проводят через 50 минут после старта. (3) **9,5 б**

6. На Солнце происходят следующие процессы:



где β^+ , ν и γ - позитрон, нейтрино и гамма-излучение соответственно.

- a) Написать суммарное уравнение реакции "горения" водорода на Солнце (2)
- b) Рассчитать дефект массы при образовании одного атома ⁴He. (2)
- c) Рассчитать **i)** дефект массы (кг) и **ii)** выделившуюся энергию при "горении" 5,000 г водорода. (3)
- d) Рассчитать **i)** энтальпию химического сгорания 5,0 г водорода; **ii)** во сколько раз энергия, выделившаяся при "горении" водорода на Солнце, превышает энергию, найденную в пункте **i)**. (3)

$$m({}^1_1\text{H}) = 1,00727 \text{ а.е.м.}; m({}^4_2\text{He}) = 4,00273 \text{ а.е.м.}; m(\beta^+) = 0,0005486 \text{ а.е.м.}$$

$E = m \cdot c^2$; $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ м/с}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ кДж/моль}$; масса нейтрино ничтожно мала и у гамма-излучения нет массы покоя. **10 б**