

## Задачи III тура олимпиады по химии 2003/2004 г.г.

### 11 класс

1. Смесь равных объемов газов **A** и **B** взрывается при вспышке света, образуется вещество **C**. Газ **A** самовоспламеняется в темноте в атмосфере газа **D**, образуя вещество **E**, которое реагирует с диоксидом кремния в мольном соотношении 6:1 с образованием соединения **F**. Простое вещество **G** с молярной массой 124 г/моль горит в атмосфере газа **B**, образуя бинарные соединения **H** и **I**. Молярная масса соединения **H** составляет 66% от молярной массы соединения **I**. Порошок металла **J** воспламеняется в атмосфере газа **B**, образуя соединение **K**, в молекуле которой, как и в молекуле соединения **I**, 6 атомов. Элементы **G** и **J** расположены в одной группе периодической таблицы, и число протонов у элемента **G** составляет 29,4% от числа протонов у элемента **J**. При реакции соединения **I** с водой образуется вещество **C** и трехпротонная кислота **L**.

a) Написать формулы и названия веществ **A – L**. (4)

b) Написать уравнения реакций: i)  $A + B \rightarrow$ ; ii)  $A + D \rightarrow$ ; iii)  $E + SiO_2 \rightarrow$ ; iv)  $G + B \rightarrow H$ ; v)  $G + B \rightarrow I$ ; vi)  $J + B \rightarrow$ ; vii)  $I + H_2O \rightarrow C + L$ . (6) 106

2. Вещество **X** - это относительно стабильная соль с прозрачными кристаллами, но при ударе или нагревании она разлагается со взрывом, выделяя газ **A**. Это свойство вещества **X** используется в подушках безопасности в автомобилях. Соль **X** является исходным веществом при изготовлении детонаторов. Из вещества **A** и водорода в присутствии катализатора при высоких давлении и температуре получают вещество **B**. При окислении двух молекул вещества **B** одной молекулой гипохлорита натрия получают шестиатомное вещество **C**,  $NaCl$  и воду. При реакции вещества **C** с восстановленной кислородсодержащей кислотой **D**, образованной элементом **A**, получается кислота **E**, солью которой и является вещество **X**. Вещество **X** можно получить и при реакции соединения **B** с натрием, где образуется солеподобное вещество **F** и выделяется газ **G**. При реакции вещества **F** с веселящим газом образуется соль **X**. В молекулах веществ **B**, **E**, **F** и **X** одинаковое число атомов.

a) Написать формулы и названия веществ **A – G** и **X**. (3)

b) Написать уравнения реакций: i)  $A + H_2 \rightarrow$ ; ii)  $B \rightarrow C$ ; iii)  $C + D \rightarrow$ ; iv)  $B + Na \rightarrow$ ; v)  $F \rightarrow X$ ; vi)  $E + Na \rightarrow X$ . (6) 96

3. Основной источник энергии для живых существ - процесс окисления моносахаридов, образовавшихся при гидролизе крахмала и сахарозы. Эта энергия расходуется для образования переносчика энергии АТФ (аденозинтрифосфат). АТФ используется в организме во многих процессах, например в процессе образования пептидных связей:

$RCH(NH_2)COOH + RCH(NH_2)COOH = RCH(NH_2)CONHCH(R)COOH \quad \Delta H^0 = +17,0 \text{ кДж}$   
 $\Delta H^0$  обозначает энтальпию реакции,  $\Delta H_f^0$  – энтальпию образования и  $\Delta H_c^0$  – энтальпию сгорания. Энтальпию приведенного выше превращения можно считать энтальпией образования одного моля пептидных связей.  $\Delta H(\text{пептидная связь}) = +17,0 \text{ кДж/моль}$ . Предположим, что при температуре тела человека  $\Delta H$  и  $\Delta S$  не отличаются от стандартных значений.

	$C_{12}H_{22}O_{11}$ (тв)	$O_2$	$CO_2$	$H_2O$ (ж)
$\Delta H_f^0$ кДж/моль	-2222	0	-394	-286
$S^0$ , Дж/(моль·К)	+360	+205	+214	+70

- a) Найти **i)** энтальпию сгорания сахарозы  $\Delta H_c^\circ$ , **ii)** изменение энтропии реакции  $\Delta S^\circ$  и **iii)** свободную энергию реакции  $\Delta G$  при температуре  $36,85^\circ\text{C}$ . (7)
- b) Рассчитать количество пептидных связей, которое организм может синтезировать за счет свободной энергии, выделяющейся при окислении одного моля сахарозы. Предположить, что лишь  $40,0\%$  всей свободной энергии можно использовать для данных процессов. (1) **86**

4. До реакции относительная плотность смеси водорода и бутена по  $\text{NH}_3$  равна  $2,5$ . В смеси было всего  $2,0$  моль газов. Смесь нагрели в замкнутом сосуде объемом  $1,0 \text{ дм}^3$  при температуре  $320^\circ\text{C}$  в присутствии  $\text{Pt}$  катализатора. После реакции систему привели к первоначальным условиям, при этом давление уменьшилось на  $20\%$ .

- a) Написать уравнение протекающей реакции. (1)
- b) Найти количества вещества бутена и водорода в исходной смеси. (3)
- c) Найти состав смеси (в молях) после реакции и выход реакции. (3)
- d) Найти константу равновесия реакции. (1)
- e) На сколько процентов изменится давление при проведении эксперимента в тех же условиях, если плотность исходной смеси по  $\text{NH}_3$  равна  $3,0$ ? (4)
- f) Нарисовать 6 изомеров, которые соответствуют брутто-формуле бутена. (3) **156**

5.  $1,6$  моль  $\text{Br}_2$  полностью прореагировал с избытком *n*-бутана. В продуктах было  $37,5$  мольных процента 1-бромбутана и  $62,5\%$  – 2-бромбутана. При данной температуре стандартная энтальпия этой реакции равна  $16,8 \text{ кДж}$ . При более высокой температуре энтальпия реакции этих же количеств исходных веществ равна  $17,2 \text{ кДж}$ . Стандартная энтальпия образования обоих бромбутанов меньше нуля, но у 2-бромбутана по сравнению с 1-бромбутаном содержание энергии на  $4,0 \text{ кДж/моль}$  ниже.

- a) Написать уравнения реакций: **i)** *n*-бутан  $\rightarrow$  1-бромбутан;  
**ii)** *n*-бутан  $\rightarrow$  2-бромбутан. (2)
- b) Нарисовать *R,S*-изомеры бромбутана. (2)
- c) На приведенной ниже диаграмме энергии обозначить положение 1-бромбутана линией — — — — и 2-бромбутана - линией . . . . . (1)



- d) Рассчитать **i)** энтальпию реакции получения 1 моль 1- бромбутана из бутана и **ii)** энтальпию реакции получения 1 моль 2-бромбутана из бутана. (2)
- e) Рассчитать, какой процент от количества синтезированных при более высокой температуре бромбутанов составляет 1-бромбутан. (2) **96**

6. Относительная плотность паров вещества **X** по воздуху -  $7,93$ . Вещество **X** не обесцвечивает раствор  $\text{KMnO}_4$  и бромную воду, не изменяет окраски растворов индикаторов. При сжигании  $2,65 \text{ г}$  вещества **X** образуется  $3,10 \text{ л}$   $\text{CO}_2$  и  $2,28 \text{ г}$  воды. При обработке вещества **X** раствором щелочи образуются две молекулы третичного спирта **A** и соль **B**, при действии кислот на которую образуется кислота **C** с разветвленным углеродным скелетом. При нагревании кислота **C** разлагается, образуя одну молекулу  $\text{CO}_2$  и одну молекулу пропановой кислоты.

- a) Рассчитать молярную массу вещества **X**. (1)
- b) Найти брутто-формулу вещества **X**. (2)
- c) Обосновать и нарисовать графические формулы веществ **C**, **B**, **A** и **X**. (6) **96**