

Задачи III тура олимпиады по химии 1998/99 г.г.

12 класс

1. Исходными веществами для получения гетероциклического двухъядерного соединения являются анилин и пропеналь.

- Написать схему синтеза анилина в два этапа исходя из бензола.
- Написать схему синтеза пропеналя в три этапа исходя из пропена.
- Написать схему реакции между анилином и пропеналем; указать два промежуточных продукта и формулу образовавшегося гетероциклического двухъядерного соединения.

8 б

2. При определенной температуре и давлении в системе $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$ равновесные концентрации газов были равны (в смоль/дм³ –сантимоль в одном кубическом дециметре): $[\text{NO}_2]=0,100$; $[\text{SO}_2]=0,300$; $[\text{NO}]=2,000$; $[\text{SO}_3]=0,600$.

- Рассчитать константу равновесия системы.
- Исходя из 1 дм³ смеси рассчитать объем системы после прибавления 0,500 сантимолья SO_2 . Предположить, что давление и температура остаются постоянными.
- Обозначив изменение числа молей через x , написать уравнение для нахождения x .
- Выразить из предыдущего уравнения новые равновесные концентрации.
- Рассчитать установившиеся равновесные концентрации.

Примечание: Пункт е) показывает умение считать; выполняйте его, если будет время. 8 б

3. Даны следующие стандартные потенциалы:

$$E^\circ (\text{2Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) = +0,920 \text{ В};$$

$$E^\circ (\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = +0,27 \text{ В};$$

$$E^\circ (\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15 \text{ В}.$$

Хлориды с одноядерными катионами олова и ртути растворимы в воде, а с двухъядерными катионами хлориды не растворяются.

- Написать соответствующие стандартным потенциалам уравнения электродных реакций.
- Написать уравнения реакций между SnCl_2 и HgCl_2 ; описать образовавшиеся продукты реакции (газ, раствор, твердое, цвет) и указать количества участвующих в реакции веществ, если
 - 90 см³ 0,1 М р-ра SnCl_2 прилить к 10 см³ 0,1 М р-ра HgCl_2 ;
 - 10 см³ 0,1 М р-ра SnCl_2 прилить к 90 см³ 0,1 М р-ра HgCl_2 ;
- Объяснить с помощью количеств веществ и стандартных потенциалов, почему в пункте **b)** наблюдаются разные визуальные эффекты.
- Объяснить, почему в обоих случаях вся содержащаяся в соединении ртуть не восстанавливается.

8 б

4. При озонировании вещества **A**, молярная масса которого равна 78 г/моль, к нему присоединяется три молекулы озона. Образуется т.н. триозонид **B**, молекула которого состоит из одного 9-атомного цикла и трех 5-атомных циклов. Под действием воды все циклы размыкаются, причем от большего цикла отщепляется кислород. Образуется три молекулы глиоксаля **X**. При умеренном окислении вещества **X** образуется дикарбоновая кислота **D** с молярной массой 90 г/моль. При нагревании вещество **D** разлагается на оксиды. Для определения концентрации вещества **D** в растворе 10,00 см³ раствора разбавили до 100,0 кубических сантиметров, отмерили из полученного раствора 10,00 см³ и оттитровали в сернокислой среде 0,02000 М раствором KMnO_4 , которого израсходовалось 13,20 см³. При титровании дикарбоновая кислота окисляется максимально.

- Написать структурные формулы
 - соединения **A**;
 - соединения **B**;
 - соединения **X**.
- Написать схему реакции $\text{X} \rightarrow \text{D}$ и дать название соединения **D**.
- Написать уравнения реакций
 - $\text{D} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$;
 - $\text{D} \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ}$

- d) Рассчитать: i) молярную концентрацию вещества **D** в растворе; ii) объем газов (при 100 °С и нормальном давлении), образовавшихся при термическом разложении 12,6 г соединения **D**·2H₂O. 12 6

5. Металлы **X** и **Y** образуют соединения, в которых их степень окисления равна II. У металла **X** в соединениях постоянная, а у металла **Y** изменяющаяся степень окисления. Из смеси оксидов этих металлов взяли три равные навески массой 11,00 г. Первую навеску нагревали длительное время при 300 °С; за это время масса не изменилась. При реакции остывшей смеси с концентрированным раствором соляной кислоты осталось нерастворенным 1,27 г вещества **A** красноватого цвета. При растворении вещества **A** в азотной кислоте выделяются NO и NO₂ в мольном соотношении 1:1. При растворении вещества **A** в концентрированной аммиачной воде при продувании воздуха образуется интенсивно окрашенный лилово-синий раствор комплексного катиона, в котором в комплексной частице лигандами являются 4 молекулы аммиака. Ко второй навеске прибавили разбавленный раствор серной кислоты. Образовался синий раствор и снова осталось нерастворенным 1,27 г вещества **A**. К третьей навеске прибавили без доступа воздуха концентрированной соляной кислоты. На реакцию со смесью израсходовалось 22,60 см³ 38,0% раствора HCl (1,19 г/см³). Образовался практически бесцветный раствор.

- a) Написать уравнения реакций: i) описывающие изменения, происходящие при нагревании смеси; ii) $A + HNO_3 \rightarrow$; iii) $A + NH_3 \cdot H_2O + O_2 \rightarrow$.
- b) Написать уравнение реакции оксида металла **Y** i) с разбавленным раствором серной кислоты; ii) с концентрированным раствором соляной кислоты (образуется состоящее из трех элементов и четырех атомов комплексное соединение).
- c) Рассчитать в первоначальной смеси: i) количество вещества оксида металла **Y**; ii) количество вещества оксида металла **X**.
- d) Рассчитать молярную массу металла **X** и дать название металла **X**.
- e) Написать уравнение реакции металла **X** i) с раствором соляной кислоты; ii) с раствором серной кислоты. 12 6

6. В зависимости от условий в непосредственной реакции галогена **X** с элементом **Y** получают или соединение **A**, или соединение **B**. Отношение молярных масс этих соединений равно 1,516. Оба соединения гидролизуются, образуя сильнокислый раствор. Один из этих растворов содержит соединения **C** и **D**, другой - соединения **E** и **D**. Соединение **D** - хорошо растворимый в воде газ, соединение **C** - содержащая три водорода двупротонная кислота, которая при термическом разложении дает соединение **E** и газ **G**, сгорающий с характерным запахом. В продуктах термического разложения элемент **Y** в одном случае имеет максимальную, в другом случае минимальную степень окисления. При длительном нагревании продуктов сгорания газа **G** единственным продуктом является соединение **E**.

- a) Написать уравнения реакций: i) $X + Y \rightarrow A$; ii) $X + Y \rightarrow B$ и iii) определить отношение молярных масс полученных соединений.
- b) Написать уравнения реакций: i) $A + \dots \rightarrow C + D$; ii) $B + \dots \rightarrow E + D$ и дать названия всех участвующих в реакции веществ.
- c) Написать графически молекулы соединений i) **C** и ii) **E**.
- d) Написать уравнения реакций i) $C \xrightarrow{t^o} E + G$ и определить в этих соединениях степени окисления элементов; ii) $G + O_2 \rightarrow$; iii) продукты горения пункта ii) $\rightarrow E$. 12 6