

Задачи III тура олимпиады по химии 2000/2001 г.г.
11 класс

1. В лабораторию для анализа принесли пластинку из металла **X**. Лаборант отрезал от пластины два куса одинаковой массы и поместил один из них в раствор соли свинца, второй - соли меди. После определенного времени масса первого куса увеличилась на 19,0% и второго уменьшилась на 9,8%. Предположить, что скорости реакций одинаковы и степени окисления всех металлов в соединениях равны II. Металл **X** восстанавливает водород из разбавленной серной кислотой и его сульфат в воде хорошо растворяется.

- a)** Написать ионные уравнения: **i)** **X** + соль свинца, **ii)** **X** + соль меди (**X** оставить неидентифицированным). (1)
- b)** Используя изменения массы пластин составить соответствующие уравнения и идентифицировать металл **X**. (3,5)
- c)** Найти молярную массу металла **X**, если при электролизе током 1,000 А ровно в течение 1 часа масса катода выросла на 2,097 г. $F=96485 \text{ А}\cdot\text{с/моль}$. (2)
- d)** Написать уравнения реакций и электроды, необходимые для проведения описанного в пункте **c)** эксперимента. Можно выбрать как графитовые электроды, так и металлические пластинки; можно взять серную кислоту (1,5) **8 б**

2. При количественном окислении перманганатом калия в кислой среде оптически активного соединения **A**, содержащего фенильную группу, получили соединение **B**, молярная масса которого равна молярной массе соединения **A**. При взаимодействии соединений **A** и **B** образовалась жидкость **C** с брутто-формулой $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_2$. Жидкость **C** гидролизуеться под действием NaOH , в результате чего образуются соединения **A** и соединение **D**.

- a) i)** К классу каких органических соединений относится соединение **C**?
ii) С помощью брутто-формул записать уравнение реакции гидролиза с гидроксидом натрия. (1,5)
- b)** Написать и обосновать структурные формулы соединений **B** и **A**. (3)
- c)** Написать структурными формулами **i)** схему реакции $\text{A} \rightarrow \text{B}$ и **ii)** уравнение реакции $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$. (3)
- d)** Найти степени окисления нециклических углеродов в соединениях **A** и **B**; написать уравнение окислительно-восстановительной реакции $\text{A} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$ (2,5) **10 б**

3. При полном сгорании 949 мг органического вещества получили 1,15 дм³ углекислого газа и в 1000 раз меньший объем воды (4 °С).

- a)** Найти эмпирическую формулу этого вещества. (3)
- b)** Нарисовать соответствующие полученной эмпирической формуле структуры изомеров и дать их систематические названия. (7)
- c)** Нарисовать R и S конфигурации одного возможного стереоизомера. (2) **12 б**

4. При электролизе водного раствора соединения **A** (этаната натрия) образуются вещества **B**, **C**, **D** и **E**. При реакции вещества **D** с водным раствором вещества **C** может образоваться как средняя соль **F**, так и кислая соль **G**. При дегидрогенизации соединения **B** образуется соединение **H**. При реакции соединения **H** с бромом образуется соединение **I**. При нагревании соединения **I** в среде $\text{KOH}/\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ образуется соединение **J**, которое можно использовать как исходное вещество для получения бензола. При облучении бензола ультрафиолетом образуется три изомера валентности бензола (число

связей С-С изменяется; число связей С-Н остается постоянным) – **К**, **Л** и **М**, из которых **К** имеет два цикла, **Л** - три и **М** - пять.

а) Для веществ **В**, **С**, **Д**, **Е**, **Ф**, **Г**, **Н**, **И** и **Ж** написать формулы и названия. (4,5)

б) Написать уравнения реакций **i) В → Н**, **ii) Н → И**, **iii) И → Ж**, **iv) Д → Ф**, **v) Д → Г**. (5)

с) Написать для бензола структурные формулы двух возможных изомеров валентности (**К**, **Л**, **М**). (2,5) **12 Б**

5. Значение рН в крови человека лежит в интервале 7,35–7,45. Сохранение такого узкого интервала значений обеспечивается взаимодействием разных буферных систем. Самой важной буферной системой является карбонатная, в котором мольное отношение соли и кислоты (HCO_3^- и H_2CO_3) равно точно 20:1. Выдыхаемый CO_2 выделяется из угольной кислоты, находящейся в равновесии в крови.

а) Для угольной кислоты написать для I и II степени **i)** уравнение диссоциации и **ii)** выражения констант диссоциации K_1 и K_2 , соответствующих этим ступеням (3)

б) Рассчитать для буферной системы $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$ (II степень диссоциации не рассматривать) **i)** значение рН и **ii)** $[\text{H}^+]$, если $\text{p}K_1 = 6,10$. (2)

с) С помощью формулы для расчета рН обосновать, ускоряется или замедляется дыхание для достижения начального значения рН, если рН крови упало. (3) **8 Б**

6. У металлов **X** и **Y** в соединениях может быть две одинаковые степени окисления. Соединение металла **X**, в котором он имеет более низкую степень окисления, является сильным восстановителем. Соединение металла **Y** с более высокой степенью окисления является сильным окислителем. Элемент **X** дает с серой желтое соединение **A**; в водном растворе ионы элемента **Y** дают с иодид-ионами желтый осадок **B**. Эти соединения стабильны. При реакции металла **X** с очень разбавленной азотной кислотой получают NO и ион металла **X**, известный в органической химии как хороший восстановитель. Металл **Y** и его оксид с более высокой степенью окисления применяют в источнике тока, обратимо работающем в кислоте; при разрядке этого источника тока образуется соединение металла **Y** с более низкой степенью окисления. Металл **X** используют для защиты железа от коррозии. При обработке металла **X** хлором образуется летучее соединение **C**. Этот метод используется для регенерации металла **X**. При очень низкой температуре металл **X** может превратиться в порошок, являющийся аллотропной модификацией этого элемента. Металл **X** образует мета кислоту **D**. Металл **Y** образует оксид **E**, который можно рассматривать как соль ортокислоты металла **Y**. В молекуле этой соли всего семь атомов. У металла **Y** в оксиде **E** имеются обе степени окисления.

а) Определить металлы **X** и **Y**; дать их названия. (1)

б) Написать уравнения реакций: **i) X + S → A**, **ii) Y соль + KI → B**, **iii) X + HNO₃ (разб.) → X соль**. (4)

с) Написать схему источника тока, составленного на базе элемента **Y** (электроды, электролит, полюса). (1)

д) Для описанного в пункте **с)** источника тока привести при режиме разрядки **i)** уравнение катодной реакции, **ii)** уравнение анодной реакции, **iii)** суммарное уравнение реакции. (2)

е) Написать **i)** формулу соединения **D** и **ii)** формулу соединения **E** и указать степени окисления металлов **X** и **Y**. (2) **10Б**