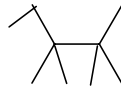


Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

12 класс

1.

а) Дайте название углеводорода:



(1)

б) Рассмотрим процессы в **i)** гальваническом элементе и **ii)** электролизере.

Какой процесс происходит на их (+)-электроде:

1) катодный или анодный; 2) окисление или восстановление? (1)

в) Какое количество электричества (F) расходуется при электролизе воды для получения 48 граммов кислорода? (2)

г) Чему равен pH раствора, полученного 10000-кратным разбавлением $1 \cdot 10^{-5}$ M раствора HCl чистой водой? (1)

д) Нарисуйте R и S изомеры α -аминопропановой кислоты. (2) **7 6**

2. Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одной группе периодической системы. Соединения YQ_n и ZQ_n были известны давно, но соединение XQ_n синтезировали сравнительно недавно. Элемент **Q** - галоген, элемент **X** находится между элементами **Y** и **Z**. У всех трех перечисленных молекул одинаковая бипирамидальная структура и образуются кристаллы димерных молекул E_2Q_{2n} из ионов EQ_{n-1}^+ и EQ_{n+1}^- . В ионе YQ_{n-1}^+ содержание $\%(Y) = 17,93$ и ионе YQ_{n+1}^- содержание $\%(Q) = 87,29$; в димере Z_2Q_{2n} содержание $\%(Z) = 40,72$.

а) Рассчитайте число атомов галогена **Q**, содержащихся в бипирамидальной молекуле. (3)

б) Рассчитайте, какой галоген соответствует элементу **Q**; определите элемент **Y**. (3)

в) Расчетами определите элемент **Z**; обоснуйте, какой элемент соответствует **X**. (3) **9 6**

3. Для стандартизации раствора ЭДТА используют $CaCO_3$ (100,089 г/моль), очищенный от оксидного слоя металлический Zn (65,39 г/моль) или соединение **Q** ($ZnSO_4 \cdot xH_2O$), получаемое нагреванием до постоянной массы соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (287,54 г/моль). При образовании соединения **Q** соединение $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ теряет 37,60% своей массы. ЭДТА реагирует как с Ca^{2+} , так и с Zn^{2+} -ионами в соотношении 1 : 1. Приготовили растворы **A**, **B** и **C**, объем каждого равнялся 100,00 мл. Для приготовления раствора **A** взвесили 1,0104 г $CaCO_3$. Для приготовления раствора **B** использовали 1,3554 г очищенных от оксида гранул Zn и для приготовления раствора **C** взвесили 1,8450 г соединения **Q**. Для стандартизации раствора ЭДТА взяли по 10,00 мл каждого раствора, для титрования которых потребовалось соответственно: для раствора **A** – 10,44 мл; **B** – 21,44 мл и **C** – 10,63 мл раствора ЭДТА.

а) Напишите уравнения реакций приготовления растворов **A** и **B** с помощью кислоты из: **i)** $CaCO_3$ и **ii)** покрытых оксидом гранул Zn. (2)

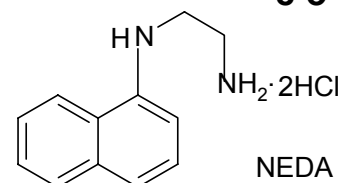
б) Рассчитайте число молекул воды в соединении **Q**. (1,5)

в) Рассчитайте молярную концентрацию раствора EDTA (с) по растворам **i)** **A**, **ii)** **B** и **iii)** **C**. (4,5) **8 6**

4. Хром(III) участвует в обмене веществ млекопитающих, поэтому его определение в человеческом организме и в лекарствах представляет большой интерес.

Для определения Cr(III) в таблетках *Aquamín* (*Pimex International Ltd, Индия*) использовали очень чувствительный спектроскопический метод с

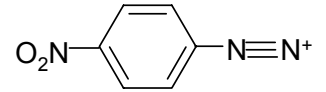
реагентом NEDA.



I Cr^{3+} предварительно окисляют в щелочной среде эквивалентным количеством KIO_4 .
 II К полученному раствору приливают подкисленный раствор иодида калия, из которого под действием окислителей CrO_4^{2-} и IO_3^- образуется I_2 , который отделяют.
 III Под действием сульфит-ионов свободный иод восстанавливают сначала до I^- -ионов, затем I^- -ион окисляют бромом до иодат-иона.

IV Гидроксиламин окисляется под действием IO_3^- -ионов до нитрит-ионов и образуется I^- -ион.

V В кислой среде под действием нитрит-ионов из п-нитроанилина получают соединение Y:



соединение Y

IV Соединение Y с реактивом NEDA (1 : 1) дает спектроскопически активное соединение X ($\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{N}_5\text{O}_2 \cdot 2\text{HCl}$).

a) Напишите ионные уравнения i) $\text{Cr}^{3+} + \text{IO}_4^- \rightarrow$; ii) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{I}^- \rightarrow$;

iii) $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow$; iv) $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; v) $\text{I}^- + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;

vi) $\text{IO}_3^- + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow$; vii) п-нитроанилин + $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Y}$. (6)

b) Выведите стехиометрическое соотношение для Cr^{3+} и соединения X. (4)

c) Напишите графическую структурную формулу соединения X. (2) 12 6

5. Студентка-химик Анне определяла процентное содержание CaCl_2 в техническом хлориде кальция. Она растворила 12,00 г технического CaCl_2 в воде и прибавила к полученному раствору в избытке раствор $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Анне промыла полученный осадок A, высушила его и взвесила. Сухого твердого вещества A было 14,61 г. Затем она поместила вещество A в тигель, изготовленный из BaSO_4 , и стала прокалывать. При 135°C начал выделяться газ, оказавшийся водой, и образовалось соединение A₁. При 400°C начал выделяться газ B и образовалось соединение A₂. При 850°C стал выделяться газ C. Когда выделение газа прекратилось, масса твердого остатка D была равна 5,61 г. В повторном опыте при 1500°C тигель превратился в порошок!

a) Напишите i) уравнение реакции $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$ и ii) формулы и названия веществ B, C и D. (3)

b) Рассчитайте формулу вещества A. (3)

c) Напишите уравнения реакций: i) $\text{A} \rightarrow \text{A}_1$; ii) $\text{A}_1 \rightarrow \text{A}_2$ и iii) $\text{A}_2 \rightarrow \text{D}$; iv) уравнение разложения тигля. (4)

d) Рассчитайте процентное содержание CaCl_2 в изучаемой навеске. (1) 11 6

6. В реакции 1,2-дихлорциклогексана с магнием образуется соединение A и MgCl_2 . При пиролизе соединения A получают соединение B (78 г/моль) со структурой, описанной Кекуле. При окислении соединения A перманганатом калия в присутствии H_2SO_4 получают дикарбоновую кислоту D, у которой такое же число атомов углерода, что и у соединения B. При нейтрализации кислоты D гидроксидом кальция получают соль E, в которой $\%(\text{Ca}) = 21,76$. При пиролизе соли E образуется соединение F и минеральная соль G, являющаяся основным компонентом накипи. Молярная масса соединения F на 100 г/моль меньше молярной массы соли E. Восстановлением соединения F водородом в присутствии катализатора получают спирт I. При дегидратации спирта I образуется циклический ненасыщенный углеводород K. Молекулы F, I и K имеют одинаковый углеродный скелет.

a) Напишите графические структурные формулы и названия веществ A, B, D, E, F, G, I и K. (7)

b) Напишите уравнения реакций i) 1,2-дихлорциклогексан \rightarrow A; ii) $\text{A} \rightarrow \text{B}$;

iii) $\text{A} \rightarrow \text{D}$; iv) $\text{E} \rightarrow \text{F}$; v) $\text{F} \rightarrow \text{I}$; vi) $\text{I} \rightarrow \text{K}$. (6) 13 6