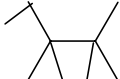
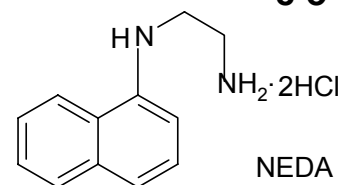


## Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

### 12 класс

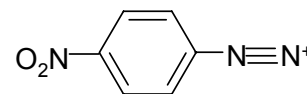
1. а) Дайте название углеводорода:  (1)
- б) Рассмотрим процессы в i) гальваническом элементе и ii) электролизере.  
Какой процесс происходит на их (+)-электроде:  
1) катодный или анодный; 2) окисление или восстановление? (1)
- в) Какое количество электричества (F) расходуется при электролизе воды для получения 48 граммов кислорода? (2)
- г) Чему равен pH раствора, полученного 10000-кратным разбавлением  $1 \cdot 10^{-5}$  M раствора HCl чистой водой? (1)
- е) Нарисуйте R и S изомеры  $\alpha$ -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  $\text{Cr}^{3+}$  предварительно окисляют в щелочной среде эквивалентным количеством  $\text{KIO}_4$ .  
 II К полученному раствору приливают подкисленный раствор иодида калия, из которого под действием окислителей  $\text{CrO}_4^{2-}$  и  $\text{IO}_3^-$  образуется  $\text{I}_2$ , который отделяют.  
 III Под действием сульфит-ионов свободный иод восстанавливают сначала до  $\text{I}^-$ -ионов, затем  $\text{I}^-$ -ион окисляют бромом до иодат-иона.

IV Гидроксиламин окисляется под действием  $\text{IO}_3^-$ -ионов до нитрит-ионов и образуется  $\text{I}^-$ -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  $\text{Cr}^{3+}$  и соединения X. (4)

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

5. Студентка-химик Анне определяла процентное содержание  $\text{CaCl}_2$  в техническом хлориде кальция. Она растворила 12,00 г технического  $\text{CaCl}_2$  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  $\text{BaSO}_4$ , и стала прокалывать. При  $135^\circ\text{C}$  начал выделяться газ, оказавшийся водой, и образовалось соединение A<sub>1</sub>. При  $400^\circ\text{C}$  начал выделяться газ B и образовалось соединение A<sub>2</sub>. При  $850^\circ\text{C}$  стал выделяться газ C. Когда выделение газа прекратилось, масса твердого остатка D была равна 5,61 г. В повторном опыте при  $1500^\circ\text{C}$  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  $\text{CaCl}_2$  в изучаемой навеске. (1) 11 6

6. В реакции 1,2-дихлорциклогексана с магнием образуется соединение A и  $\text{MgCl}_2$ . При пиролизе соединения A получают соединение B (78 г/моль) со структурой, описанной Кекуле. При окислении соединения A перманганатом калия в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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