

Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

8 класс

1. а) Преобразовать единицы: i) $50 \text{ м} = \dots \text{ км}$; ii) $32 \text{ л} = \dots \text{ сл}$ (сантилитр);
 iii) $1000 \text{ кг/м}^3 = \dots \text{ кг/дм}^3$. Значащие цифры! (3)
- б) Изменяется ли состав молекул или нет в случае i) химических явлений;
 ii) физических явлений? (2)
- в) При данной температуре в насыщенном растворе растворенного вещества 20,0%. Рассчитайте растворимость вещества при данной температуре. (3)
- г) В три одинаковых мерных цилиндра в воду погрузили шарики с одинаковой массой [из серебра ($10,5 \text{ г/см}^3$), алюминия ($2,7 \text{ г/см}^3$) и железа ($7,9 \text{ г/см}^3$)]. В случае какого шарика уровень воды поднимется меньше всего и больше всего? (1) **9 б**

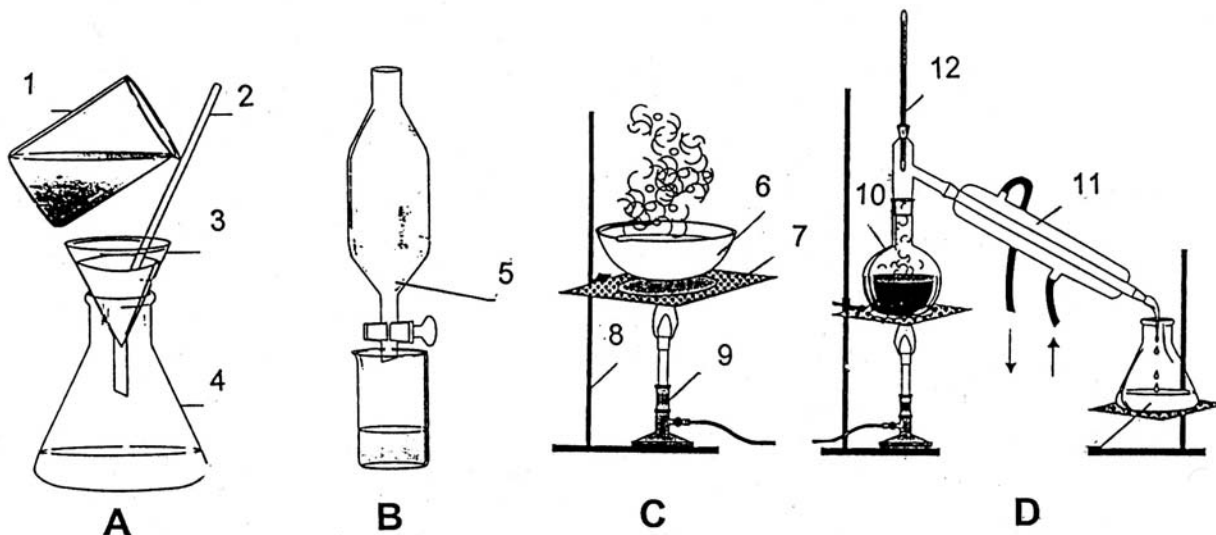
2. Соединения, содержащие калий, азот и фосфор, используют как удобрения. Молекулярная масса удобрения **A** равна 74,6; молекула состоит из двух атомов, один из которых калий. В молекуле удобрения **B** кроме атомов кислорода имеется еще один атом натрия и один атом азота, причем масса натрия составляет 27% от массы молекулы. Молекула удобрения **C** состоит из кислорода, а также из Ca, H и P, число атомов которых одинаково. Число атомов кислорода в молекуле составляет примерно 57% от общего числа атомов в молекуле.

- а) Найдите и рассчитайте атомные массы элементов в удобрении **A** и напишите формулу молекулы удобрения **A**. (3)
- б) Рассчитайте i) молекулярную массу удобрения **B**; ii) число атомов кислорода в молекуле и напишите формулу молекулы удобрения **B**. (3)
- в) Рассчитайте число атомов кислорода в молекуле удобрения **C** и напишите формулу молекулы удобрения **C**. (3) **9 б**

3. а) Дайте названия лабораторной посуды и приспособлений **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12**. (5,5)

б) Приспособления **A, B, C, D** позволяют отделить вещества друг от друга. Про каждое приспособление напишите: i) название метода, ii) в каком состоянии (твердое, жидкое, растворенное, несмешивающееся) вещества можно разделить этим методом, iii) на каком физическом свойстве вещества (растворимость, ρ , $t^\circ_{\text{плавл}}$ и $t^\circ_{\text{кипен}}$) основывается разделение. (6)

в) i) Для чего бы применялось лабораторное приспособление **C**, если бы отсутствовала посуда **6** и ii) для чего нужно приспособление **7**? (1,5) **13 б**



4. Вещества **A**, **B**, **C** и **D** знакомы каждому ученику. Вещества **C** и **D** являются простыми веществами; вещества **A** и **B** являются оксидами (соединение соответствующего элемента с кислородом), в которых соотношение разных атомов в данном случае одинаково: 1 : 2. При комнатной температуре два из перечисленных веществ жидкие и два твердые. Ни одно из этих веществ не горит, не растворяется друг в друге и не реагирует при комнатной температуре между собой. Плотность вещества **B** в 2,65 раза больше плотности вещества **A** и плотность вещества **C** в 1,86 раза больше плотности вещества **B**. Плотность вещества **D** в 13,5 раза больше плотности вещества **A**. При нагревании два вещества испаряются и вещество **C** сублимируется (испаряется без плавления). Разница температур плавления веществ **A** и **B** равна 1700°C; вещество **B** является одним из основных компонентов строительных материалов. Разница в температурах плавления жидких веществ немного меньше, чем 40°C и разница в температурах кипения почти 240°C.

a) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **C** и **D**. (2)

b) Найдите плотности веществ **A**, **B** и **C**, если плотность вещества **D** равна 13,5 г/см³. (3)

c) Найдите примерные значения температур плавления и кипения жидкостей. (2)

d) Предложите наиболее рациональный метод разделения веществ **A**, **B**, **C** и **D** друг от друга. (3) **10 6**

5. Химические элементы **X**, **Y**, **Z** и **Q** в таблице периодической системы находятся в трех разных периодах.

Сумма протонов в их атомах равна 26. Сумма номеров группы элементов **X**, **Y**, **Z** и **Q** дает атомную массу элемента **Z**.

Величины, приведенные в каждом из трех следующих случаев, отличаются друг от друга на одно и то же число (на 10):

1) суммарное число протонов и атомная масса элемента **X**;

2) число электронов элемента **Y** и число электронов элемента **Q**;

3) атомная масса элемента **X** и порядковый номер элемента **Z**.

a) Как в элементе связаны между собой порядковый номер, число протонов и число электронов? (1,5)

b) Определите элементы i) **X**, ii) **Y**, iii) **Z** и iv) **Q**. Напишите соответствующий порядковый номер, номер группы в таблице (римскими цифрами) и атомную массу (целое число). (6)

c) Покажите, как величины, которыми характеризуются найденные элементы, согласуются с условиями задачи [сумма протонов, сумма номеров групп и условия 1), 2), 3)]. (2,5) **10 6**

6. Измерение любой массы означает сравнение ее с условной единицей массы. Единицей массы микромира ("гирькой") является 1 аем, масса которой равна $1,66 \cdot 10^{-24}$ г. Количество таких "гирек" (каждая массой в одну аем), суммарная масса которых составляет ровно 1 грамм, называют числом Авогадро.

Число частиц, содержащихся в одном моле, равно числу Авогадро – в нашем случае число Авогадро "гирек", масса каждой по $1,66 \cdot 10^{-24}$ г.

a) Рассчитайте из приведенных данных число Авогадро. (3)

b) Рассчитайте, чему равна (в граммах) масса молекул кислорода (O_2), число которых равно числу Авогадро. (3)

c) Рассчитайте массу одной молекулы $NaCl$ в граммах. (3) **9 6**

Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

9 класс

1. а) Заполните пробелы нужными знаками (меньше, больше, равно): $<$, $>$, $=$. Напишите, какую физическую величину измеряют приведенными единицами измерения. Например: $6,00 \cdot 10^{23}$ молекул $<$ 1 моль; количество вещества.

- i) $100 \text{ см}^2 \dots\dots 1 \text{ м}^2$ iii) $86400 \text{ с} \dots\dots 1 \text{ сутки}$
ii) $1 \text{ кг/дм}^3 \dots\dots 1 \text{ г/см}^3$ iv) $10000 \text{ см}^3 \dots\dots 1 \text{ л}$ (2)

б) Расставьте коэффициенты и напишите, проходит ли данная реакция самопроизвольно при комнатной температуре:

- i) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$; ii) $\text{NaOH (раствор)} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
iii) $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$; iv) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ (2)

в) Для данных схем приведите уравнения перехода электронов и укажите, происходит восстановление или окисление:

- i) $\text{O}(-\text{II}) \rightarrow \text{O}_2$; iii) $\text{S}(-\text{II}) \rightarrow \text{S}(\text{VI})$
ii) $\text{O}_2 \rightarrow \text{O}(-\text{II})$ iv) $\text{N}(\text{V}) \rightarrow \text{N}(-\text{III})$ (2)

г) В воду высыплют следующие вещества: SiO_2 , SO_2 , Na_2O , NaCl , AlCl_3 , Na_2CO_3 . Напишите, какую реакцию (нейтральную, кислую или щелочную) имеют полученные растворы. Обосновать ответ. (3) **9 б**

2. В составе жемчуга содержится 90% вещества **A**. При нагревании вещества **A** образуется неметаллический газообразный оксид **B**, который содержит 72,7% кислорода, и оксид металла **D**, который содержит 28,5% кислорода. Эти оксиды реагируют между собой в водной среде, образуя снова вещество **A**.

а) Рассчитайте атомную массу i) неметалла и ii) металла. iii) Напишите формулы и названия оксидов **B** и **D**. (3)

б) Напишите i) уравнение реакции термического разложения вещества **A** и ii) три уравнения реакций образования в водном растворе промежуточных продуктов из оксидов и затем образования вещества **A**. (2)

Чтобы остаться вечно молодой, прекрасная древне-египетская царица Клеопатра изготовила чудесный напиток, растворив жемчуг в уксусной кислоте (CH_3COOH). Известно, что соединение **A** и уксусная кислота реагируют в мольном соотношении 1 : 2, причем в реакции выделяется газ **B**, образуется вода и соль **Q**.

в) Напишите уравнение реакции вещества **A** с уксусной кислотой. (1)

г) Рассчитайте процентное содержание металла в соли **Q** (с точностью до целых)(1,5)

е) Рассчитайте массу вещества **A**, которое содержалось в жемчужине диаметром ровно 5 мм, если $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ и плотность природного жемчуга равна $2,68 \text{ г/см}^3$ (2,5) **10б**

3. Газовая плита отапливается пропаном (C_3H_8). До включения плиты плотность воздуха на кухне (30 м^3) была $1,29 \text{ г/дм}^3$ и в нем содержалось 76% азота и 24% кислорода (по массе). Для отопления плиты израсходовалось 0,50 кг газа.

а) Напишите уравнение реакции полного сгорания пропана. (1)

б) Сожгли 0,50 кг пропана. Рассчитайте, сколько граммов i) кислорода израсходовалось, а также ii) диоксида углерода и iii) воды образовалось при этом (3)

в) Рассчитайте содержание диоксида углерода в воздухе кухни (по массе) после выключения плиты. Сделать допущение, что на кухне нет воздухообмена и образовавшаяся вода сконденсировалась. (2)

г) Рассчитайте для условий пункта в) содержание CO_2 (по объему) в воздухе кухни(4)

10 б

4. В состав трехатомного соединения **A** входит два атома водорода и один атом элемента **X**. В состав трехатомного соединения **B** входит два атома водорода и

один атом элемента **Y**. Элементы **X** и **Y** расположены в одной группе периодической системы. При реакции соединения **A** с натрием образуется гидроксид и выделяется газ **Q**. При реакции соединения **B** с гидроксидом натрия образуются соединение **A** и соль **C**. При реакции простого вещества **X** с магнием образуется оксид, при реакции простого вещества **Y** с магнием образуется соль **D**. Атомная масса элемента **Y** больше атомной массы элемента **X** в два раза.

a) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D** и **Q**, а также символы и названия элементов **X** и **Y**. (3,5)

b) Охарактеризуйте вещества **A** и **B** (кислотные, нейтральные, основные; запах, ядовитость, летучесть). (1,5)

c) Напишите уравнения реакций: **i)** $A + Na \rightarrow$; **ii)** $B + NaOH \rightarrow$; **iii)** простое вещество $X + Mg \rightarrow$; **iv)** $Y + Mg \rightarrow$. (4) **9 6**

5. Плотность редкого драгоценного камня изумруда равна $2,75 \text{ г/см}^3$ и его масса - 3,00 ct (карат, 1 ct = 0,200 г). Природный изумруд содержит в виде примесей пузырьки газа **A** и частицы твердого вещества **B**. По массе содержание этих примесей равно соответственно 0,45% и 0,95%. Обе примеси являются трехатомными бинарными соединениями. В соединениях **A** и **B** по одному элементу относятся к одной и той же группе периодической системы. Молекулярная масса соединения **A** равна 44 и соединения **B** - 120. Соединение **B** является основным компонентом пиритовой руды.

a) i) Рассчитайте, сколько кубических сантиметров вещества **A** и **ii)** сколько молей вещества **B** содержит данный изумруд. (3)

При горении вещества **B** образуется пятиатомное бинарное соединение **C** и трехатомное бинарное газообразное соединение **D**. Газ **D** не реагирует с газом **A**, но в присутствии катализатора окисляется до газа **E**, из которого получают серную кислоту. При реакции вещества **C** с азотной кислотой получают соль **Z**, которая содержит 23,1% железа.

b) Напишите формулы и названия веществ **A**, **C**, **D**, **E** и **Z**, а также формулу соединения **B**. (3)

c) Напишите уравнения реакций: **i)** $D \rightarrow E$, **ii)** $E \rightarrow$ серная кислота и **iii)** $C \rightarrow Z$. (1,5)

d) Рассчитайте процентное содержание железа в соли **Z**. (1)

e) Рассчитайте **i)** процентное содержание железа в изумруде и **ii)** объем изумруда. (2,5) **11 6**

6. При реакции одного моля металла **A** с соляной кислотой образовался один моль водорода и соль **B**. Соль **B** содержит 52,02% хлора. При сливании растворов соли **B** и соли серебра **X** получают раствор соли **C** и осадок вещества **Y**. При реакции раствора **C** с гидроксидом калия образуется осадок амфотерного вещества **D**, который растворяется в азотной кислоте, образуя растворимую соль **С**. При пропускании известного газа **E** через осадок суспензии студенистого вещества **D** образуется осадок **F**. При нагревании как вещества **F**, так и вещества **D** образуется оксид **G**. При восстановлении твердого оксида **G** углеродом получают металл **A** и газ **H**. Единственным продуктом сгорания газа **H** является газ **E**. Соли **X** и **C** содержат один и тот же анион.

a) i) Рассчитайте атомную массу металла **A**; **ii)** напишите его символ и название. (2)

b) Напишите формулы и названия веществ **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **X**, **Y**. (4,5)

c) Напишите уравнения реакций следующих реакций: **I)** $A + HCl \rightarrow$; **ii)** $X + B \rightarrow$;

iii) $C + KOH \rightarrow$; **iv)** $D + HNO_3 \rightarrow$; **v)** $D + E \rightarrow$; **vi)** $D \xrightarrow{O_2} \rightarrow$; **vii)** $F \xrightarrow{O_2} \rightarrow$;

viii) $G + \text{углерод} \rightarrow$; **ix)** $H \rightarrow E$.

(4,5) **11 6**

Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.
10 класс

1. а) Приведены брутто-формулы четырех веществ. Учитывая свойство элементов (положение в периодической системе) напишите формулы этих веществ, их названия и укажите, к какому классу соединений они относятся:
i) BH_3O_3 , ii) AlH_3O_3 , iii) Na_2O_2 и iv) HLi . (2)

б) Запишите пары единиц измерения таким образом, чтобы их можно было приравнять (например $1 \text{ л} = 100 \text{ сл}$): i) мм и км; ii) мл и л; iii) кг/дм^3 и г/см^3 ; iv) г и аем. (2)

в) Какие из перечисленных кислот (HI , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2SiO_3 , HNO_3 , HNO_2 , H_2CO_3) являются i) сильными; ii) слабыми. (2)

г) Имеется 14,00 граммов чистого золота. Рассчитайте i) сколько граммов меди расходуется и ii) сколько граммов ювелирного золота (пробой 583) можно изготовить из этого чистого золота. (2)

д) Определите степени окисления обоих атомов азота в соединении NH_4NO_3 . (2) **10 б**

2. По определению массовое число и атомная масса совпадают только у атома $^{12}_6\text{C}$. У остальных атомов атомная масса немного отличается от целочисленного значения.

На нашей планете существует два вида атомов хлора: $A_r(^{35}_{17}\text{Cl}) = 34,97$ и $A_r(^{37}_{17}\text{Cl}) = 36,97$. В периодической системе для $A_r(\text{Cl})$ приводится значение 35,45.

а) Рассчитайте мольные проценты изотопов хлора. (4)

б) Рассчитайте содержание изотопов хлора по массе. (3)

в) Рассчитайте плотность хлора (Cl_2) в единицах кг/м^3 . (2) **9 б**

3. Нужно определить содержание железа в железной руде, в которой железо присутствует только в виде магнетита ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Навеску массой 0,8040 граммов растворили в кислоте. Затем ионы железа восстановили до ионов железа(II). На титрование полученного раствора израсходовалось 47,22 мл 0,02242 М раствора KMnO_4 , подкисленного серной кислотой. Марганец в перманганат-ионе восстанавливается в кислой среде на 5 единиц.

а) Напишите уравнение реакции $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow$. (3)

б) Рассчитайте процентное содержание железа в навеске. (4)

в) Рассчитайте процентное содержание магнетита в навеске. (3) **10 б**

4. Запаянный капилляр содержит смесь 25 миллиардов молекул диэтилового эфира, кислорода и азота. Кислород и эфир содержатся в эквивалентном соотношении; после взрыва, в результате которого в сосуде остается 27 миллиардов молекул, кислорода и эфира в смеси не содержится.

a) Напишите уравнение полного сгорания диэтилового эфира ($C_2H_5OC_2H_5$) (2)

b) Найдите содержание веществ в смеси (в мольных процентах) **i)** до и **ii)** после взрыва. (9)

Подсказка: количества участвующих в реакции веществ можно выразить через количество эфира. **11 б**

5. Как питьевую, так и техническую воду нужно очищать от содержащихся в ней взвесей. Для этого используется сульфат алюминия. Его производят в виде кристаллогидрата, где мольное отношение соли и воды равно 1 : 18. Питьевая вода должна быть свободной от бактерий, что достигается хлорированием или озонированием воды. Техническая вода должна быть свободной от жесткости, которую вызывают соли Ca и Mg.

a) Напишите уравнение реакции, которое отражает устранение временной жесткости воды. (1)

b) Для устранения общей жесткости воды ее обрабатывают сначала известью и затем содой. Напишите три уравнения реакций (устранение временной и постоянной жесткости воды), соответствующих данному методу. (3)

c) Какой общий промежуточный продукт реакции уничтожает бактерии как при хлорировании, так и озонировании? (1)

d) Напишите уравнение реакции $Al_2(SO_4)_3 + Ca(HCO_3)_2$, если выделяется CO_2 . (2)

e) Почему одно из образовавшихся веществ связывает находящиеся в воде взвеси? (1)

f) Рассчитайте, сколько килограммов кристаллогидрата расходуется на получение 100 м^3 ($1,02\text{ г/см}^3$) $1,00 \cdot 10^{-3}\%$ раствора сульфата алюминия? (2) **10б**

6. Точно при $20\text{ }^\circ\text{C}$ плотности рассматриваемых жидкостей равны: H_2O – $0,99823\text{ г/см}^3$; этанол: 100% – $0,78927\text{ г/см}^3$; $96,2\%vol$ – $0,80608\text{ г/см}^3$ и $40\%vol$ – $0,9480\text{ г/см}^3$. Числа, выражающие состав жидкостей, имеют точные значения. Рассчитайте контракцию в кубических сантиметрах (уменьшение объема смешиваемых растворов), если приготавливают ровно 1 литр ровно $40\%vol$ раствора этанола:

a) из 100% этанола и воды; (5)

b) из $96,2\%vol$ раствора этанола и воды. (5) **10б**

Задачи II тура олимпиады по химии 2004/2005 г.

11 класс

1. **a)** Найдите количество электронов (в молях), содержащееся в ровно 1 см³ осмия (22600 кг/м³). (2)
- b)** Как при постоянном объеме повлияет на равновесие реакции $\text{Xe}(\text{г}) + 2\text{F}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{XeF}_4(\text{тв})$ прибавление **i)** Xe; **ii)** F₂; **iii)** XeF₄? (He изменится, сдвинется в сторону продуктов реакции или исходных веществ.) (1,5)
- c)** В следующих соединениях найдите индивидуальную (для каждого атома углерода) и суммарную степени окисления: **i)** пропин; **ii)** бута-1,3-диен; **iii)** этановая кислота. (3)
- d)** Сколько А·с (в числах Фарадея F) расходуется при электролизе расплавленного NaCl **i)** для получения 23 г Na; **ii)** для получения 1 моль Cl₂ и при электролизе водного раствора NaOH **iii)** для получения 32 г O₂? (1,5)
- e)** Напишите формулу (символ) и название сублимирующегося **i)** простого вещества; **ii)** оксида и **iii)** соли. (1,5)
- f)** Масса смеси (сплава) Rb и щелочного металла **A** равна 4,60 г. При реакции сплава с водой выделилось 0,100 моль H₂. Докажите, какой элемент может быть щелочным металлом **A**. (1,5) **11 б**

2. Природный газ является достаточно экологически безопасным топливом. При 10 °С плотность природного газа равна 0,705 кг/м³; в его составе по массе 95,0% метана и 2,0% этана, остальные 3% - влага и негорючие вещества. Стандартные энтальпии образования (ΔH_f^0) приведенных в задаче веществ равны:

вещество	ΔH_f^0 , кДж/моль	вещество	ΔH_f^0 , кДж/моль
CO ₂ (г)	-393,5	CH ₄ (г)	-74,6
H ₂ O(г)	-241,8	C ₂ H ₆ (г)	-84,0

- a)** Напишите уравнения реакций полного сгорания **i)** метана и **ii)** этана. (2)
- b)** Рассчитайте энтальпию сгорания ΔH_c^0 **i)** метана; **ii)** этана, если образуются пары H₂O(2)
- c)** Рассчитайте энергию, выделившуюся при сгорании точно 1 м³ природного газа, если образуются пары воды. (2)
- d)** Рассчитайте, сколько кубометров природного газа расходуется на нагревание воздуха комнаты (22,1 м² x 2,5 м) 5 °С → 25 °С при стандартном давлении, если средняя теплоемкость воздуха $C_p=29,16$ Дж/(моль·К) (пренебечь потерями тепла и увеличением давления воздуха). (4) **10 б**

3. Серная кислота - важнейший продукт химической промышленности. На I этапе производства серной кислоты получают бесцветный, хорошо растворяющийся в воде газ **A**. Газ **A** получают обжигом пирита. Основным компонентом пирита является бинарное соединение **B**, в котором содержание железа равно 46,55%. При отсутствии пирита газ **A** можно получить при нагревании гипса (CaSO₄·2H₂O) с мелкодисперсным коксом. При нескольких сотнях градусов гипс теряет сначала 15,7% своей массы, образуя вещество **X**, и затем 20,9% начальной массы, образуя вещество **Y**. При 900 °С образуется соль **C** и выделяется диоксид углерода. При 1200 °С соль **C** реагирует с безводным гипсом, образуя газ **A** и оксид **D** с сильными основными свойствами.

На II этапе производства серной кислоты газ **A** и воздух при 450 °С пропускают над катализатором. Образовавшийся газ **E** конденсируется при комнатной температуре в виде прозрачной жидкости. Вещество **E** получают и при пропускании водяного пара сквозь смесь газа **A** и бурого газа **F**. В данной реакции водяной пар является катализатором. В ходе реакции бурая окраска исчезает и образовавшийся газ **E** и водяной пар образуют туман серной кислоты, который абсорбируют в H₂SO₄. Неабсорбированный газ при контакте с кислородом снова окрашивается в бурый цвет. Газ **F** получают реакцией порошка Cu с концентрированной азотной кислотой.

- a) Напишите формулу соединения **B** и уравнение реакции горения данного соединения (обжиг пирита). (3)
- b) Напишите формулы и тривиальные названия веществ **X** и **Y**. (2)
- c) Напишите формулы и названия веществ **A**, **C**, **D**, **E** и **F**. (3)
- d) Напишите уравнения реакций: i) $\rightarrow \text{C}$; ii) $\text{C} \rightarrow \text{A}$; iii) $\text{A} \rightarrow \text{E}$; iv) $\text{A} + \text{F} \rightarrow$;
v) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \text{ конц.} \rightarrow$; vi) $\text{O}_2 + \dots \rightarrow \text{F}$. (3) **11 6**

4. Соединение **X** является алифатическим алкеном с плотностью паров по воздуху (29,0 г/моль) 2,42. Соединение **X** обесцвечивает раствор Br_2 в тетрабромиде углерода с образованием насыщенного вещества **Y**. При реакции соединения **X** с бромоводородом образуется соединение **Z** с молярной массой 151 г/моль.

- a) Найдите брутто-формулу соединения **X**. (2)
- b) Напишите брутто-формулы соединений **Y** и **Z**. (1)
- c) Напишите графически пять возможных изомеров соединения **X**. (2)
- d) Напишите графически одну возможную пару цис-транс изомеров соединения **X**. (1)
- e) Геминальные галогеносоединения содержат два атома галогена у одного атома углерода. Напишите графически шесть геминальных изомера для соединения **Y**. (3)
- f) Напишите графически все соответствующие соединению **Z** i) вторичные и ii) третичные галогеносоединения. (2) **11 6**

5. $7,55 \cdot 10^{-3}$ моль насыщенного нециклического углеводорода **A** подвергли полному бромированию. Выделившийся при бромировании газ пропустили через раствор AgNO_3 . Образовавшийся желтый осадок **B** отфильтровали и высушили; его масса была 19,84 г.

- a) Рассчитайте брутто-формулу углеводорода **A**. (2,5)
- b) Напишите графические формулы всех нециклических изомеров углеводорода **A** (2,5)

Бромирование метана можно провести с помощью ультрафиолетового облучения. На первой стадии бромирования образуется ядовитый газ **C**. При нагревании газа **C** с винилбромидом в присутствии металлического Na атомы брома от обоих соединений связываются, и получается газообразный алкен **D**. В кислой среде алкен **D** гидролизуется, образуя симметричный вторичный спирт **E**. Спирт **E** реагирует с сульфенилхлоридом (SOCl_2) в соотношении 1:1, образуя вторичное соединение **F**, SO_2 и HCl . При нагревании с металлическим Na соединение **F** димеризуется и образует насыщенный углеводород **A**.

- c) Напишите i) формулы и названия соединений **B**, **C**, **D** ii) графические структурные формулы и названия соединений **E** и **F**. (2,5)
- d) Напишите уравнения реакций: i) $\rightarrow \text{C}$; ii) $\rightarrow \text{D}$; iii) $\text{D} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{E}$; iv) $\text{E} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \text{F} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$; v) $\text{F} \rightarrow \text{A}$. *Внимание! Соединения E, F и A напишите графическими структурными формулами* (2,5) **106**

6. Исходная смесь состоит из соли ACO_3 щелочноземельного металла **A** и соли $\text{B(NO}_3)_2$ d-элемента **B**. Смесь прокалили до полного образования оксидов данных металлов. Степень окисления соответствующего металла в оксидах и в солях одинакова. От образовавшихся при нагревании газов отделили весь кислород, которого было $1,24 \text{ дм}^3$ ($24,8 \text{ дм}^3/\text{моль}$). Остальные газы абсорбировали в $4,00 \text{ дм}^3$ 0,100 М раствора Ba(OH)_2 . Образовавшийся осадок **X** отделили и фильтрат упарили досуха. При прокаливании сухого остатка фильтрата получили 46,0 г BaO . Содержание металлов **A** и **B** в исходной смеси было соответственно 13,94 и 22,10%.

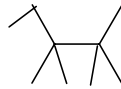
- a) Напишите уравнения реакций: i) $\text{ACO}_3 \xrightarrow{0^{\circ}\text{t}}$ и ii) $\text{B(NO}_3)_2 \xrightarrow{0^{\circ}\text{t}}$. (1)
- b) Рассчитайте количество соли $\text{B(NO}_3)_2$ (в молях) в исходной смеси. (1)
- c) Напишите уравнения реакций, если очищенные от кислорода газы пропустить через раствор Ba(OH)_2 . (1,5)
- d) Рассчитайте количество соли ACO_3 (в молях) в исходной смеси. (1,5)
- e) Рассчитайте атомные массы металлов **A** и **B**; напишите их символы и названия (2) **7 6**

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)

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

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

е) 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)

с) 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)

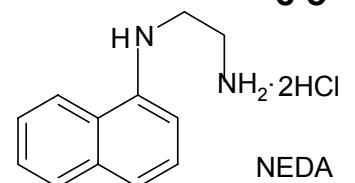
б) Рассчитайте число молекул воды в соединении **Q**. (1,5)

с) 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 *Aquamin* (*Pimex International*

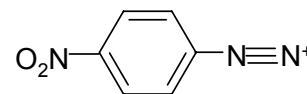
Ltd, Индия) использовали очень чувствительный спектроскопический метод с реагентом NEDA.



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