

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 8 класс

1. Тест:

- a) Какой **i)** металл и **ii)** неметалл при  $20^{\circ}\text{C}$  находится в жидком состоянии? (2)
- b) Исходя из зависимости  $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$ , дать плотность воды в единицах **i)** кг/дм<sup>3</sup>; **ii)** кг/м<sup>3</sup>; **iii)** тонна/м<sup>3</sup>. (3)
- c) В данных условиях 20% раствор является насыщенным. Рассчитать растворимость этого вещества. (2)
- d) В атомах элементов **A** и **B** число протонов равно числу нейтронов. В атоме элемента **A** два электрона, в атоме элемента **B** протонов в три раза больше, чем электронов в атоме элемента **A**. Для элементов **A** и **B** написать их **i)** атомную массу; **ii)** названия. (2)
- e) Дать химические названия веществ:  $\text{CaF}_2$ , вода,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{AlCl}_3$ . (2) **11 б**

2. Из простых веществ **A**, **B**, **C** и **D** два - газы и два - твердые вещества. Вещества **A** и **B** образуют между собой оксид, вызывающий кислотные дожди. Вещества **B** и **C** тоже образуют между собой оксид (**X**). Оксид **X** встречается повсюду, мы сталкиваемся с ним как в газообразном, жидком, так и в твердом агрегатном состояниях. В огурце его больше 95%. При прибавлении небольшого кусочка вещества **D** к соединению **X** вещество **D** может возгореться и разлететься в стороны, поэтому при проведении этого опыта лицо должно быть защищено. При реакции вещества **D** с веществом **X** образуется сильнощелочной раствор и выделяется одно из перечисленных раньше простых веществ. У атома вещества **D** четыре электронных слоя и у образовавшихся ионов отсутствуют электроны на внешнем слое. При образовании ионов из атомов вещества **A** к каждому атому прибавляется 2 электрона.

- a) Написать формулы простых веществ **A – D**. Дать их названия и указать их агрегатное состояние при комнатной температуре. (4)
- b) Написать уравнения реакций **i) A + B →**; **ii) B + C →** и **iii) X + D →**. (3) **7 б**

3. В организме важную роль играет витамин  $\text{B}_{12}$  ( $\text{C}_{63}\text{H}_{90}\text{O}_{14}\text{N}_{14}\text{PCo}$ ), больше всего которого содержится в печени. Витамин  $\text{B}_{12}$  обеспечивает жизнедеятельность кроветворных органов.

- a) Рассчитать молекулярную массу витамина  $\text{B}_{12}$  (взять целочисленные значения атомных масс). (2)
- b) Найти процентное содержание в витамине  $\text{B}_{12}$  **i)** кобальта и **ii)** водорода. (3)
- c) Найти (среднюю) степень окисления углерода в витамине  $\text{B}_{12}$ , зная, что степени окисления водорода и кислорода те же, что и в воде, у азота та же, что и в аммиаке ( $\text{NH}_3$ ), у фосфора та же, что и в тетрафосфордекаоксиде ( $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ), у кобальта та же, что и у железа в оксиде железа(III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Подсказка: в нейтральной молекуле сумма степеней окисления всех атомов равна нулю и средняя степень окисления может быть и дробным числом. (4)
- d) Для нормального кроветворения человеку нужно в день потреблять 3 мг витамина  $\text{B}_{12}$ . Сколько граммов кобальта человек потребляет в год с витамином  $\text{B}_{12}$ ? (2) **11 б**

4. При горении веществ обычно образуются оксиды. Продуктами реакции горения углеводородов являются вода и двуокись углерода. Написать:

- a) уравнения реакции горения **i)** углерода и **ii)** водорода; (2)
- b) расставить коэффициенты в схемах: **i)**  $\text{P}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$  и **ii)**  $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ ; (3)

с) уравнения реакции горения углеводородов **i) CH<sub>4</sub>** и **ii) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>**. (4) **9 6**

**5.** В эксперименте используется сосуд с небольшим отверстием в верхней части. Объем сосуда точно 1000 см<sup>3</sup> и толщина его стенок ничтожно мала. При расчетах не учитываем объема материала сосуда.

Вес закупоренного и находящегося под вакуумом сосуда в воздухе равен 8,71 г. Вес сосуда, заполненного водой и взвешенного в воздухе, равен 1008,7 г. Вес сосуда, который заполнили первоначально водородом и отверстие оставили открытым на воздухе на продолжительное время, равен 10,00 г. Вес сосуда, заполненного углекислым газом и оставленного открытым на воздухе, остается практически постоянным и равен 10,67 г. Вес сосуда, заполненного ртутью и взвешенного в воде, равен 12560 граммов.

**a)** Рассчитать массу воды в сосуде (с точностью до 4 значащих цифр). (2)

**b)** Рассчитать плотность воздуха. (3)

**c)** Объяснить, почему вес открытого сосуда, заполненного водородом, изменяется, а в случае с углекислым газом - нет. (2)

**d)** Рассчитать плотность углекислого газа. (3)

**e)** Рассчитать массу ртути. (2) **12 6**

**6.** Смешали бензол (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), воду, ртуть, иод и поташ (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Цель работы - получить эти вещества в чистом виде. Работу можно начинать как с дистилляции, так и с разделения веществ с помощью делительной воронки. Физические свойства веществ приведены в таблице.

Вещество	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Температура плавления (°C)	Температура кипения (°C)
Бензол	0,9	5,5	80
Вода	1	0	100
Ртуть	13,5	-39	357
Иод		возгоняется при t <sup>0</sup> >100	возгоняется при t <sup>0</sup> >100
Поташ		890	

Будем считать, что иод растворяется в основном в бензоле и поташ - в основном в воде. Также будем считать, что плотность, а также температуры плавления и кипения растворов незначительно отличаются от плотности, температуры плавления и кипения растворителя.

Если равномерно повышать температуру смеси, то температура во времени равномерно возрастает по прямой. Во время агрегатного перехода температура смеси практически не изменяется.

**a)** Какие вещества и в каком порядке перегоняются при дистилляции? (2)

**b)** Какое чистое вещество можно отделить делительной воронкой? (1)

**c)** Как, используя два метода разделения веществ, можно получить **i)** чистый иод, **ii)** чистый поташ? Обосновать. (4)

**d)** Нарисовать схематичный график изменения температуры во времени при повышении температуры смеси в интервале от -40°C до 400°C. На графике отметить температуры и процессы, которыми вызвана каждая из задержек. Возгонка не дает задержки. (3) **10 6**

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 9 класс

#### 1. Тест.

- a) Написать уравнения реакций, соответствующие схемам реакций.  
i)  $\rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\uparrow$ ; ii)  $\rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\uparrow$ ; iii)  $\text{Al} \rightarrow \text{Cr}$ . (3)
- b) Zn реагирует с разбавленными растворами HCl, HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. i) При реакции с какой кислотой не выделяется водород? ii) Написать уравнения тех реакций, в которых образуется водород. (3)
- c) Какой металл имеет следующие свойства: пассивный, мягкий,  $\rho = 19300 \text{ кг/м}^3$  и  $t_{\text{плавления}}^{\circ} = 1065^{\circ}\text{C}$ ? (1)
- d) Рассчитать пробу серебра, если в сплаве 25 г меди и 100 г серебра. (1)
- e) Сколько нужно взять «гирек», каждая массой 1 а.е.м., чтобы их суммарная масса была равна 1 грамму? (1)
- f) Рассчитать молярный объем железа, если  $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$  и  $\rho(\text{Fe}) = 7,9 \text{ г/см}^3$ . (2)
- g) Как при постоянном давлении с ростом температуры изменяется молярный объем газа: увеличивается или уменьшается? (1) **12 6**

2. Учитель выдал ученику пять пробирок, в которых были растворы солей AgNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, NaCl, а также растворы кислоты и щелочи. Ученик должен был обозначить пробирку с раствором кислоты буквой **A**; с раствором щелочи – буквой **B**; раствор, который дает с тремя из остальных растворов осадки – буквой **C**; раствор, который дает осадок с одним из остальных растворов – буквой **D**; раствор, который не дает с остальными растворами осадков – буквой **E**. Ученик мог пользоваться индикаторной бумагой; известно, что при сливании растворов кислоты и щелочи образуется осадок BaSO<sub>4</sub>.

- a) i) С помощью чего можно определить растворы **A** и **B**? ii) Какие вещества (формулы и названия) в растворах **A** и **B**? iii) Написать уравнение реакции между **A** и **B**. (3)
- b) i) Раствор какого вещества содержится в пробирке **C**? ii) Написать уравнения соответствующих реакций. (3)
- c) Раствор какого вещества содержится в пробирке **D**? (1)
- d) Раствор какого вещества содержится в пробирке **E**? (1) **8 6**

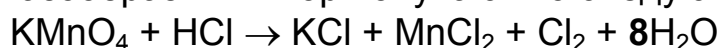
3. У химика в лаборатории (6,0 м x 4,0 м x 3,0 м) разбилась колба, в которой содержалось 550 мл жидкого аммиака (NH<sub>3</sub>).  $t_{\text{кипения}}^{\circ}(\text{NH}_3) = -33^{\circ}\text{C}$  и  $\rho(\text{NH}_3, \text{жидкий}) = 0,682 \text{ г/см}^3$ . Химик вышел из лаборатории и вызвал спасательную службу.

- a) Рассчитать плотность газообразного аммиака по воздуху [ $M(\text{воздух}) = 29 \text{ г/моль}$ ]. (2)
- b) Рассчитать, сколько литров газа образуется из этого количества аммиака при испарении всего аммиака; молярный объем газа равен 24 дм<sup>3</sup>/моль. (2)
- c) При так называемой предельно допустимой концентрации (ПДК, для аммиака 36 мг/м<sup>3</sup>) человек может находиться в помещении максимально 5 минут. Рассчитать, во сколько раз содержание аммиака в воздухе превышает ПДК. (3)
- d) Рассчитать, сколько литров воды потребуется, чтобы из 550 мл жидкого аммиака приготовить 5,0% водный раствор аммиака. (3) **10 6**

4. Растения поливают растворами удобрений. Для этого в продаже имеются их концентрированные растворы, которые перед использованием разбавляют. В Эстонии производится азотное удобрение карбамид, растворимость которого при 20 °С равна 108 г в 100 г воды. Рассчитать:

- a) Процентное содержание карбамида в насыщенном растворе. (2)  
b) Сколько граммов насыщенного раствора карбамида нужно прибавить к 1,0 кг воды, чтобы получить 0,50% раствор? (3)  
c) Найти массовую долю карбамида в растворе, полученном разбавлением 1,0 литра насыщенного раствора карбамида (1,40 г/см<sup>3</sup>) 15 литрами воды (1,00 кг/л)? (3) **8 6**

5. Газообразный хлор получают по следующей схеме реакции:



Взято 79,0 г твердого  $\text{KMnO}_4$  и 1000 г 36,5% раствора  $\text{HCl}$ .

- a) По коэффициенту перед водой найти все остальные коэффициенты в уравнении. (2,5)  
b) Рассчитать количество вещества (число молей) i)  $\text{KMnO}_4$  и ii)  $\text{HCl}$ . (1,5)  
c) Рассчитать, сколько молей  $\text{KMnO}_4$  потребуется, чтобы весь  $\text{HCl}$  прореагировал. (3)  
d) Рассчитать объем газообразного хлора, полученного в ходе синтеза. (3) **10 6**

6. Смесь, состоящую из двух твердых сложных веществ с одинаковыми молярными массами, растворили в воде. При растворении выделилось много тепла; полученный раствор имеет сильнощелочную реакцию. То же происходит и при растворении каждого из веществ в воде по отдельности. На реакцию с взятыми количествами обоих веществ для образования средних солей расходуется одинаковое количество углекислого газа. Средняя соль **A** нерастворима. После реакции исходного раствора с углекислым газом вещество **A** отделяют от фильтрата **F** и высушивают. Масса вещества **A** равна 1,190 г. При нагревании вещества **A** выделяется  $\text{CO}_2$  и получают 0,667 г белого осадка **B**, который является одним из растворенных сложных веществ. При прибавлении вещества **B** к фильтрату **F** образуется снова осадок вещества **A**. Полученный раствор с осадком выпаривают досуха и нагревают до постоянной массы. Получают исходную смесь с исходной массой.

- a) Какие твердые сложные вещества при растворении в воде дают щелочной раствор? (2)  
b) Карбонаты каких металлов являются в воде нерастворимыми, а гидроксиды - растворимыми? (1)  
c) Написать уравнения реакций i)  $\text{CO}_2 \rightarrow$  вещество **A**; ii) вещество **A**  $\rightarrow \text{CO}_2 +$  вещество **B**. (2)  
d) i) Рассчитать по массам вещества **A** и вещества **B** молярные массы растворенных веществ. ii) Какое вещество (формула и название) является первым растворенным веществом (из него получили вещество **A**) и iii) Какое вещество (формула и название) является вторым растворенным веществом?(4)  
e) Написать уравнения реакций, которые протекают со вторым растворенным веществом. (2)  
f) Сколько граммов было второго растворенного вещества? (1) **12 6**

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 10 класс

#### 1. Тест.

- a)** В каком агрегатном состоянии вещества его растворение всегда сопровождается увеличением температуры раствора? (1)
- b)** Какие процессы происходят при растворении твердых веществ, если температура раствора повышается? (2)
- c)** Определить степень окисления обоих атомов азота в нитрате аммония. (1)
- d)** Составить электронную формулу элемента номер 23 (обозначение орбитали и число электронов на ней). (1,5)
- e)** В реакции участвуют  $H_2O$ ,  $O_2$  и  $H_2$ . Для этих веществ написать уравнения реакций взаимодействия, которые являются: **i)** экзотермической и **ii)** эндотермической. (2)
- f)** Указать значения pH растворов ( $pH=7$ ,  $pH>7$  или  $pH<7$ ), если каждое вещество смешать с водой отдельно **i)** простые вещества: Na,  $Cl_2$ ,  $S_8$ ; **ii)** оксиды:  $SiO_2$ , CaO,  $SO_2$ ; **iii)** основания и кислоты:  $Fe(OH)_3$ , HCl, NaOH,  $CH_3COOH$ ; **iv)** соли:  $NH_4Cl$ , NaCl,  $Na_2CO_3$ . Ответ обосновать (например: не растворяется, реагирует с водой и образуется основание, является солью сильного основания и слабой кислоты и т.д.). (4,5) **12 б**

**2.** Для определения содержания кальция 3,00 г известкового раствора обработали раствором соляной кислоты. Не растворившуюся часть отделили фильтрованием и промыли водой. Промывочную воду прибавили к фильтрату. Полученный раствор перелили в мерную колбу объемом 100 мл, после чего долили водой до метки и тщательно перемешали. От полученного раствора отпипетировали 5,00 мл раствора и оттитровали 0,0250 М раствором ЭДТА. На титрование расходуется 20,0 мл раствора реактива ЭДТА.

*ЭДТА реагирует с ионами  $Ca^{2+}$  в мольном соотношении 1 : 1. Известковый раствор содержит  $Ca(OH)_2$ ,  $CaCO_3$ ,  $SiO_2$  и  $H_2O$ .*

В свежоштукатуренное помещение для просушки (и не только для этого) устанавливают без трубы печь, в которой горит кокс.

- a)** **i)** Написать уравнения реакций, которые происходят при обработке известкового раствора соляной кислотой. **ii)** Из чего состоит нерастворимый остаток? (3)
- b)** Рассчитать содержание кальция в известковом растворе **i)** в процентах по CaO, **ii)** в процентах по  $CaCO_3$ . (4)
- c)** Написать уравнения реакций, которые протекают **i)** в коксовой печи и **ii)** на свежоштукатуренной стене. (2) **9 б**

**3.** Полиция использует алкометры, в которых содержится соль **A** оранжевого цвета. Если человек в алкогольном опьянении дует в трубку алкометра (выдыхаемый воздух содержит пары этанола), то происходит окислительно-восстановительная реакция, в которой оранжевое вещество **A** в присутствии  $H_2SO_4$  восстанавливается до зеленого вещества **B**. Вещество **B** образуется и при действии серной кислоты на амфотерный гидроксид **C**. Если к веществу **A** прибавить раствор KOH, то образуется желтое вещество **D**. В ходе последнего превращения степень окисления не изменяется ни у одного элемента.

- a)** Написать формулы и названия веществ **A**, **B**, **C** и **D**. (2)
- b)** Написать уравнения реакций **i)**  $A \rightarrow D$ , **ii)**  $C \rightarrow B$ . (4)
- c)** Написать уравнение реакции окисления-восстановления между веществом **A** и этанолом, если этанол окисляется под действием вещества **A** в среде  $H_2SO_4$  до уксусной кислоты. (2) **8 б**

4. В изолированных помещениях, например на подводных лодках, для регенерации воздуха используют такие неорганические вещества, которые связывают углекислый газ и выделяют кислород. Одним из таких соединений является вещество **A**, имеющее сходную с перекисью водорода ( $H_2O_2$ ) формулу и получаемое непосредственно реакцией металла **X** с кислородом. В веществе **A** кислорода 41%. Вторым таким веществом является гипероксид **B**, который имеет формулу, сходную с углекислым газом, но в котором кислорода 45%. Гипероксид **B** получают при реакции металла **Y** с кислородом. При регенерации воздуха из веществ **A** и **B** образуются соединения, которые при нагревании не разлагаются, но при реакции с соляной кислотой выделяют углекислый газ.

a) Расчетами определить, какие химические элементы являются металлами **X** и **Y** (3)

b) Написать формулы веществ **A** и **B**; дать их названия. (2)

c) Написать уравнения реакций: i)  $A + CO_2 \rightarrow$  и ii)  $B + CO_2 \rightarrow$ . (3)

d) Рассчитать, сколько килограммов вещества **B** i) свяжет такое же количество углекислого газа и ii) даст такое же количество кислорода, что и 1,00 кг вещества **A**.

(4) 12 б

5. Вещество **A** - легкая жидкость с резким неприятным запахом. При термическом разложении 1 моля вещества **A** получают 1 моль вещества **B** и 1 моль вещества **C**. **B** - это газ, в котором 57,14% кислорода; представляет собой очень сильный яд. Вещество **C** - неядовитая жидкость без вкуса и запаха, в которой кислорода 88,9%. Из атомов, которые содержатся в одном моле  $CO_2$ , одном моле вещества **B** и одном моле вещества **C**, получают один моль щавелевой кислоты, для нейтрализации которой расходуется два моля гидроксида натрия.

a) Написать формулы веществ **A**, **B** и **C**; дать их названия. (3)

b) Написать формулу щавелевой кислоты, обозначив функциональные группы. (2)

c) Написать уравнения реакций i) термического разложения вещества **A** и ii) нейтрализации щавелевой кислоты. (3) 8 б

6. Металл **X**, который имеет в соединениях две степени окисления, по школьной программе не проходят. При реакции 9,11 г металла **X** с кислотой **A** выделяется 500 мл водорода и образуется соль **B**. При реакции раствора одного моля соли **B** с избытком раствора соли **C** образуется 2 моля соли **D** и выпадает осадок сульфата бария. При реакции металла **X** с царской водкой (смесь соляной и азотной кислот) образуется соль **E** (имеет такой же качественный состав, что и соль **D**), которая в соотношении  $1E \Leftrightarrow 3AgNO_3$  дает осадок **F**.

Соли **E** соответствует оксид **G** металла **X**, в котором 10,53% кислорода.

Для получения 10,0 г металла **X** из соли **D** требуется 473 секунд при силе тока 10,0 А. Для получения такого же количества металла из соли **E** при такой же силе тока требуется время, в три раза большее, чем из соли **D**.

a) По приведенным данным обосновать, чему равны степени окисления металла **X** в соли **D** и в соли **E**. (2)

b) Написать уравнения реакций, где неизвестный металл обозначен через **X**  
i)  $X + A \rightarrow B$ , ii)  $B \rightarrow D$ , iii)  $E \rightarrow F$ . (3)

c) Рассчитать молярную массу металла **X** по одному из возможных методов

i) по оксиду **G** (2 р)

ii) по выделившемуся водороду (3 р)

iii) по количеству электричества, затраченному на получение **X** из соли **D** (4 р).

*Примечание: баллы не складываются.*

d) Написать формулы и названия веществ **X**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** и **G**.

(2) 11 б

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 11 класс

1. Взято 15,5 г двухлористой серы  $\text{SCl}_2$ .

В этом количестве содержится **a** молей вещества, **b** молей атомов хлора и **c** атомов серы. В этом соединении степень окисления серы равна **d** и плотность паров соединения ( $27^\circ\text{C}$  и 0,100 атм) равна **e** (г/л). (5)

Для приготовления 15,5 г  $\text{SCl}_2$  необходимо **f** литров хлора (н.у.). Если это количество хлора получать реакцией взаимодействия между  $\text{HCl}$  и  $\text{MnO}_2$  по уравнению **g**, то при потерях 8,0% расходуется **h** граммов  $\text{MnO}_2$ . (4,5)

При взаимодействии  $\text{SCl}_2$  с водой в результате реакции диспропорционирования серы образуется сернистая кислота и простое вещество  $\text{S}_8$ , эту реакцию описывает уравнение **i**. (2,5)

Для букв **a – i** найти требуемые величины или соответствующие уравнения реакций.

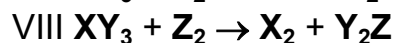
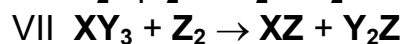
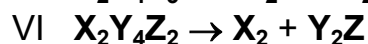
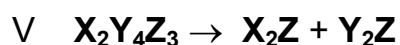
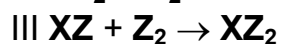
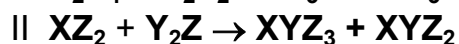
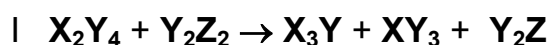
12 б

2. У молекулы **A** комплекс неполноценности перед своими родственниками. Все они в водных растворах легко расстаются с протонами (ионами водорода) и могут похвастаться многими интересными свойствами. Родственник **B** говорит, что стоит ему повстречаться с хорошей знакомой каустической содой, как они тут же образуют соединение, которое весь мир использует как главную вкусовую приправу. Родственник **C** заявляет, что если бы ему встретился фиолетового цвета знакомый **E** и окислил бы его немного, то из него образовалось бы простое вещество **F**, которое, в отличие от других, в основном газообразных и твердых простых веществ, является жидкостью. Родственник **D** с гордостью заявляет, что он вообще одна из самых сильных кислот в мире и с другими не разговаривает. Однажды один юный неопытный химик решил этих родственников изучить. Он поместил их в отдельные стеклянные сосуды и оставил стоять. Как плохо быть в заточении! **B**, **C** и **D** постоянно ворчали, зато **A** помалкивал и только тихонько с чем-то возился. Каково было удивление всех, когда юный химик достал из шкафа стеклянные сосуды с родственниками – в стакане, где должен был сидеть **A**, образовалась дырка – **A** сбежал! Каким образом?

**a)** Определить вещества **A–F**. Написать их названия и агрегатное состояние. (3)

**b)** Написать и расставить коэффициенты в уравнениях реакций **i)** **B** + каустическая сода; **ii)** **C** + **E** →; **iii)** уравнение, которое поясняет, как **A** сбежал из стеклянного сосуда (взять упрощенную формулу стекла  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). (4) 7 б

3. В следующих схемах приведены брутто-формулы веществ, где элементы обозначены буквами **X**, **Y** и **Z**. Соединение  $\text{XY}_3$  является газом, который очень хорошо растворяется в воде и который легче воздуха.



**a)** **i)** Идентифицировать элементы **X**, **Y** и **Z**. **ii)** Написать названия соединений  $\text{X}_2\text{Y}_4$ ,  $\text{Y}_2\text{Z}_2$ ,  $\text{X}_3\text{Y}$  и  $\text{X}_2\text{Z}$ . (3)

**b)** **i)** Написать уравнения реакций, соответствующие схемам I – VIII. **ii)** Почему из одних и тех же исходных веществ в реакциях VII и VIII получают разные продукты?(5)

8 б

4. Смесь, которая состоит из пропадиена, пропена, 1,4-пентадиена и гептен-4-ина-1, в присутствии катализатора подвергли полному гидрированию. Объем водорода,

израсходованный на данную реакцию, в два раза меньше объема двуокиси углерода, образующейся при полном сжигании такого же количества исходной смеси.

- a) Написать упрощенные структурные формулы всех компонентов смеси, указав положение кратной связи. (4)
- b) Написать уравнения реакций полного гидрирования исходных веществ (брутто-формулами). (2)
- c) Написать уравнения реакций полного горения исходных веществ (брутто-формулами). (2)
- d) В молекуле какого одного исходного соединения имеются два атома углерода в состоянии *sp*-гибридизации? (1)
- e) Рассчитать объёмное содержание пропадиена в исходной смеси. (3) **12 6**

5. В 2002 году в одной местной газете Петя прочитал следующую новость: "Наконец выяснилась причина плохого самочувствия у многих кохтла-ярвесцев – ею оказалось превышение нормы содержания сероводорода в воздухе в 27 раз".

Петя решил проверить, соответствуют ли действительности упомянутые в статье факты. В своем лабораторном журнале юный химик написал: "Для определения загрязненности воздуха использовалось колориметрическое титрование. Раствор йода получил электролизом водного раствора KI в течение ровно 2 минут при силе тока 18 мА. Затем 2,0 л воздуха медленно пропустил через полученный раствор, в результате чего последний обесцветился. Для определения точки эквивалентности прибавил раствор крахмала. Для появления голубой окраски продолжил электролиз раствора в течение ещё 50 секунд при силе тока 18 мА".

$I_2$  является слабым окислителем. Одному молю электронов соответствует количество электричества 96500 А·с.

- a) i) Написать уравнение электрохимической реакции, описывающее образование йода. ii) На каком электроде (катоде или аноде) протекала эта реакция? (2)
- b) Написать уравнение реакции, протекающей при колориметрическом титровании (исчезновение окраски). (2)
- c) Найти i) количество образовавшегося при электролизе  $I_2$  и ii) массу  $H_2S$ , содержащегося в 2,0 л воздуха. (3)
- d) Во сколько раз содержание  $H_2S$  превышало норму, равную 0,01 мг/л? (3) **106**

6. В горнодобывающей промышленности для разрушения породы используют пентрит ( $1,7 \text{ г/см}^3$ ) вместе с углекислым газом (сухим льдом;  $1,5 \text{ г/см}^3$ ). Исходным веществом для получения пентрита является пентаэритрит, в молекуле которого четыре из пяти атомов углерода связаны с гидроксильной группой, а пятый атом углерода связывает все остальные между собой. Под действием концентрированной азотной кислоты все гидроксильные группы образуют сложный эфир азотной кислоты - пентрит.

В породе высверливают отверстия глубиной 1,5 м и с площадью основания  $0,10 \text{ дм}^2$ , которые на 10% от глубины заполняют пентритом и на 90% сухим льдом. Отверстие закрывают.

- a) i) Написать графическую формулу пентаэритрита.  
ii) Написать уравнение реакции нитрификации пентаэритрита упрощенными структурными формулами. (3)
- b) Написать уравнение реакции взрыва пентрита (образуется и CO). (2)
- c) Рассчитать давление сразу после взрыва, когда температура поднимается до  $560 \text{ }^\circ\text{C}$ , но газы еще не успели расшириться. (3)
- d) Рассчитать, какой объем газов образовался, если они приведены к внешним условиям: давление равно 1,0 атм и температура  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . (3)
- $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ;  $R = 0,082 \text{ атм} \cdot \text{дм}^3 / \text{моль} \cdot \text{К}$ . **11 6**

## Задачи II тура олимпиады по химии 2002/2003 г.г.

### 12 класс

#### 1. Тест:

- a)** В свинцовом аккумуляторе электродами служат пористый свинец и пористый диоксид свинца. В результате реакции на обоих электродах образуется сульфат свинца(II).  
**i)** Какой электрод имеет знак (+) и какой (-)? Какой процесс (катодный или анодный) протекает на (-) и какой на (+) электроде **ii)** при разрядке и **iii)** зарядке аккумулятора? (3)
- b)** Написать уравнение окислительно-восстановительной реакции  $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ . (2)
- c)** Какое количество электричества (в числах Фарадея – F) расходуется для получения 3 молей  $\text{O}_2$  электролизом воды? (1)
- d)** Написать уравнение реакции получения диэтилового эфира. (2)
- e)** На весах в воздухе находятся в равновесии один килограмм Al и один килограмм ртути. Обосновать, равны ли их массы. (1)
- f)** Исходя из закона **сохранения массы и энергии** обосновать, в какой реакции ( $\Delta H < 0$  или  $\Delta H > 0$ ) масса продуктов реакции больше, чем исходных веществ (эта разница настолько мала, что ее невозможно измерить). (1)
- g)** Дано 75 кг гигроскопичного сырья с содержанием влаги 98%; затем влажность в сырье возрастает до 99%. Найти массу сырья при более высоком содержании влаги. (2) **12 б**

**2.** Этаналь получают реакцией сложных веществ **A** и **B** в присутствии HgO (реакция Кучерова). Этаналь также можно получить при реакции сложных веществ **C** и **B** в присутствии соли  $\text{XCl}_2$  металла **X**. Чтобы снова получить соль  $\text{XCl}_2$  используют раствор  $\text{CuCl}_2$ , который в данном процессе сам частично восстанавливается, образуя вещество **D**. На воздухе соединение **D** снова окисляется до хлорида меди(II). Соединение **C** можно получить реакцией между соединением **A** и газом **E** в присутствии металлического катализатора **Y**. Металлы **X** и **Y** в периодической системе расположены в одной группе; в ядре атома металла **Y** число нейтронов в 1,95 раза больше, чем у металла **X**. Фильтровальная бумага, пропитанная раствором соли  $\text{XCl}_2$ , темнеет под действием CO. Как в этой реакции, так и при синтезе этанала образуются одни и те же продукты из элементов, образующих соль  $\text{XCl}_2$ .

- a)** Написать **i)** символы и названия **X** и **Y**; **ii)** формулы и названия веществ **A – E**. (3,5)
- b)** Написать уравнения реакций **i)**  $\text{A} + \text{B} \xrightarrow{\text{HgO}}$  этаналь; **ii)**  $\text{C} + \text{B} + \text{XCl}_2 \rightarrow$  этаналь, **iii)** вновь получение (регенерация) соли  $\text{XCl}_2$ ; **iv)** регенерация  $\text{CuCl}_2$ ; **v)**  $\text{A} + \text{E} \xrightarrow{\text{Y}}$ ; **vi)**  $\text{CO} + \text{XCl}_2 \rightarrow$  (5)
- c)** Используя соотношение числа нейтронов, доказать, какие металлы **X** и **Y**. (1,5) **10 б**

**3.** Рассмотрим шесть углеводородов с одной и той же брутто-формулой. В них углерода 85,6% и плотность по азоту равна 2,00. Часть из этих углеводородов реагирует с бромной водой (в мольном соотношении 1 : 1), образуя бромпроизводные.

- a)** Для углеводорода рассчитать **i)** молярную массу и **ii)** брутто-формулу. (1,5)
- b)** Написать уравнение реакции бромирования (брутто-формулами). (0,5)
- c)** Нарисовать графические формулы 6 возможных изомеров углеводородов с данной брутто-формулой (также и *цис-транс*) и дать их названия. (3)
- d)** Нарисовать графические формулы 6 возможных изомеров бромпроизводных с данной брутто-формулой, дать названия и отметить хиральный углерод звездочкой \* (4)
- e)** Нарисовать R-, S-изомеры 1,2-бромпроизводного. (2) **11 б**

**4.** В химических свойствах элементов VI B группы есть как сходство, так и различие. Хром образует соль **A**, в которой степень окисления Cr равна VI. У вольфрама есть схожая соль **B** с такой же степенью окисления. Соль **A** образуется при реакции растворимого в воде оксида хрома **C** с раствором гидроксида калия. Соль **B** образуется при сплавлении оксида вольфрама **D** (нерастворим в воде) с гидроксидом калия. Оксид **C** получают из соли **A** в два этапа под действием чистой серной кислоты, оксид **D** - окислением вольфрама при высокой температуре в парах воды. Соль **B** можно получить

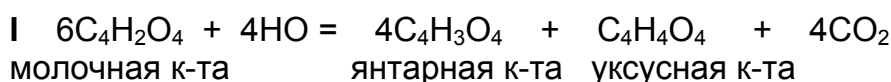
сплавлением вольфрама со следующими веществами : **i)**  $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$ ; **ii)**  $\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ ; **iii)**  $\text{KO}_2$ ; **iv)**  $\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl} + \text{K}_2\text{CO}_3$ ; **v)**  $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$ . Подсказка: сплавление вещества с  $\text{K}_2\text{CO}_3$  можно рассматривать как реакцию основного соединения с кислотным, которое является промежуточным продуктом реакции.

Из соли **A** под действием кислоты получают анион с двумя центральными атомами, который является и анионом соли **E**. Соль **E** разлагается при поджигании на одно простое вещество и на два разных оксида.

**a)** Идентифицировать вещества **A – E** и дать их названия. (2,5)

**b)** Написать уравнения реакций **i) – v)**; **vi)** получение оксида **C**; **vii)** получение оксида **D**; **viii)** разложение соли **E**. (8,5) **11 6**

**5.** В 50-х годах 19 века из природных исходных веществ был выделен ряд органических кислот. Возможные формулы кислот вывели по молекулярной массе (определяли в газовой фазе) и по образовавшимся при их горении воде и углекислому газу. Тогда еще не знали, что молекула водорода - двухатомная и молекула воды - трехатомная. Кроме этого не знали, что кислоты в газовой фазе могут димеризоваться и при испарении кислот могут образовываться ангидриды. В 1849 г. Либих описал реакцию, происходящую с молочной кислотой под действием пивных дрожжей (**I**), а также реакции, в которых бутановая кислота образуется из янтарной кислоты (**II**) и из молочной кислоты (**III**). В 1862 г. Фипсон описал окисление лимонной кислоты под действием  $\text{KMnO}_4$  (**IV**) и биологическое окисление лимонной кислоты под действием гнилой говядины (**V**).



Во всех уравнениях по приведенным выше причинам большинство формул неверные, но названия веществ - правильные. В **I** и **III** уравнении вода не участвует и в **I** уравнении вместо двуокиси углерода образуется простое вещество водород.

**a)** Написать брутто-формулы **i)** молочной, **ii)** янтарной, **iii)** уксусной, **iv)** бутановой, **v)** лимонной и **vi)** щавелевой кислот. (3)

**b)** Написать уравнения реакций **II – V**, если в этих уравнениях коэффициенты перед продуктами реакции, содержащими углерод, равны: **II** →2,4; **III**→1,2; **IV**→3 и **V** →2,4. (4)

**c)** Найти среднюю степень окисления углерода в соединениях, принимающих участие в **I** реакции. Написать уравнение реакции и доказать, что число отданных электронов равно числу полученных. (1)

**d)** Для уксусной кислоты написать плоскостные структурные формулы **i)** ее димера и **ii)** ее ангидрида. (2) **10 6**

**6.** Ошибочное мнение, что органические соединения можно синтезировать из веществ, образовавшихся под действием т.н. “жизненной силы”, было опровергнуто следующими синтезами.

**a)** Велер синтезировал **карбамид** из цианата свинца(II) и аммиака. (1)

**b)** Бутлеров синтезировал из метаналя в присутствии гидроксида кальция **глюкозу**. (1)

**c)** Бертелло получил **i)** **ацетилен** дугой Вольта между углеродными электродами в атмосфере водорода, **ii)** **метан** в реакции между медью, дисульфидом углерода и сероводородом, причем образуется соединение меди(I). (2)

**d)** Эмиль Фишер синтезировал **полипептиды** из хлорангидрида хлорэтановой кислоты и из  $\alpha$ -аминокислоты в присутствии  $\text{NH}_3$  (реакция в два этапа). (2)

Написать уравнения реакций **a) - d)**. В реакции **d)** органические вещества написать плоскостными структурными формулами, в **b)** - упрощенными структурными. (2) **6 6**