

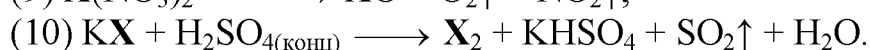
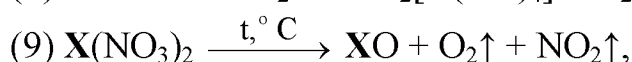
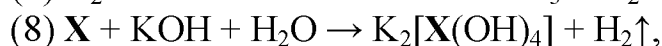
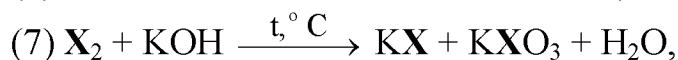
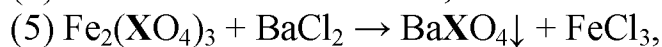
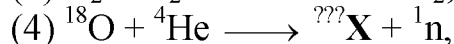
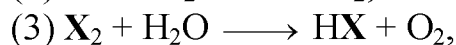
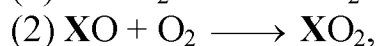
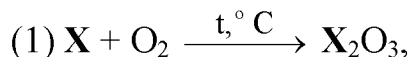
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии.

8 класс (1 вариант).

1. В четырех первых периодах Периодической системы (ПС) есть десять элементов, названия которых состоят не более, чем из четырех букв (это самые короткие названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* реакции, в которых они зашифрованы буквой "X":



а) Вставьте химический символ элемента в соответствующую химическую реакцию. Чтобы облегчить Вашу задачу мы расположили реакции в порядке возрастания атомных масс соответствующих элементов (первая – для самого «легкого» элемента из Вашего списка, последняя – для самого «тяжелого»).

б) Уравняйте реакции (расставьте коэффициенты в реакциях (1-3) и (5-10), а в ядерной реакции (4) замените знаки вопроса числом).

Элемент, которому соответствует уравнение реакции (1) из этого списка, в природе представлен двумя стабильными (не радиоактивными) изотопами, массовые числа которых различаются на единицу.

в) Укажите массовое число более легкого из этих изотопов, а также количество протонов, нейтронов и электронов, входящих в его состав.

г) Вычислите мольное («штучное») соотношение, в котором эти два изотопа находятся в природе  $N({}^{n+1}X)/N({}^nX)$ . Подтвердите ответ расчетом.

2. Вам требуется приготовить 200 г 10 % раствора нитрата магния  $Mg(NO_3)_2$ . Вычислите для разных случаев (а) - д)), необходимые для приготовления раствора:

а) Массу безводного  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

б) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

в) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу воды;

г) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ ;

д) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ .

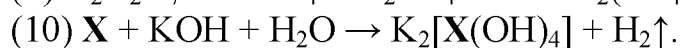
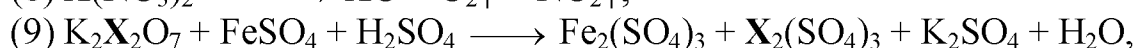
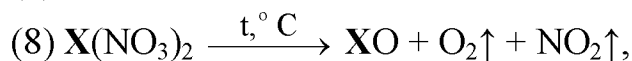
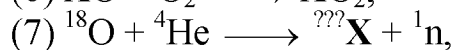
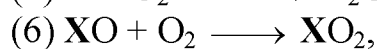
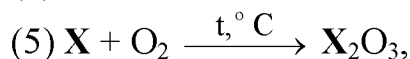
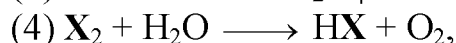
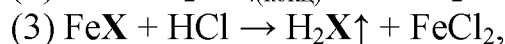
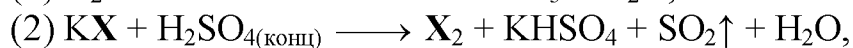
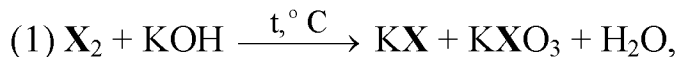
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии.

9 класс (1 вариант).

1. В четырех первых периодах Периодической системы (ПС) есть десять элементов, названия которых состоят не более, чем из четырех букв (это самые короткие названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "X":



а) Вставьте химический символ элемента в соответствующую химическую реакцию.

б) Уравняйте реакции (расставьте коэффициенты в реакциях (1-6) и (8-10), а в ядерной реакции (7) замените знаки вопроса числом).

Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, в природе представлен двумя стабильными (не радиоактивными) изотопами, массовые числа которых различаются на единицу.

в) Укажите массовое число более легкого из этих изотопов, а также количество протонов, нейтронов и электронов, входящих в его состав.

г) Вычислите мольное («штучное») соотношение, в котором эти два изотопа находятся в природе  $N({}^{n+1}X)/N({}^nX)$ . Подтвердите ответ расчетом.

2. Вам требуется приготовить 200 г 10 % раствора нитрата магния  $Mg(NO_3)_2$ . Вычислите для разных случаев (а - д)), необходимые для приготовления раствора:

а) Массу безводного  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

б) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

в) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу воды;

г) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ ;

д) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ .

3. Напишите названия перечисленных соединений железа и полные уравнения реакций для последовательности превращений:



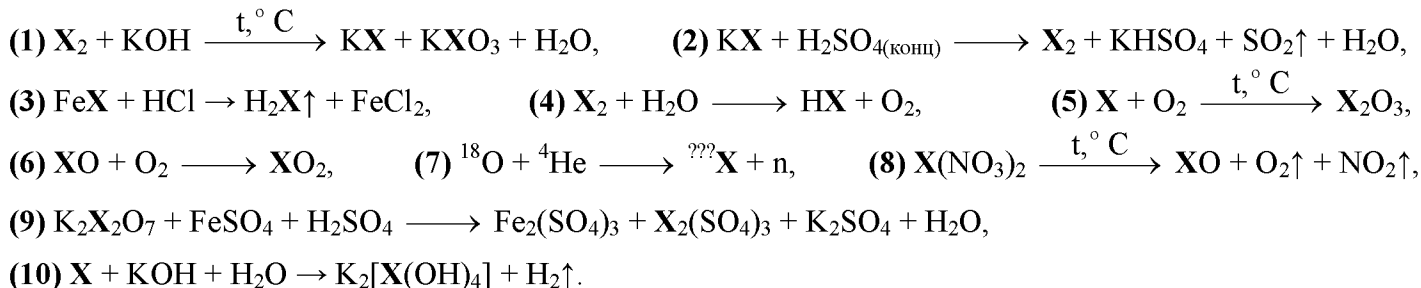
**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.**

**Олимпиадные задания по химии.**

**10 класс (1 вариант).**

1. В четырех первых периодах Периодической системы (ПС) есть десять элементов, названия которых состоят не более, чем из четырех букв (это самые короткие названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "X":



а) Вставьте химический символ элемента в соответствующую химическую реакцию.

б) Уравняйте реакции (расставьте коэффициенты в реакциях (1-6) и (8-10), а в ядерной реакции (7) замените знаки вопроса числом).

Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, в природе представлен двумя стабильными (не радиоактивными) изотопами, массовые числа которых различаются на единицу.

в) Укажите массовое число более легкого из этих изотопов, а также количество протонов, нейтронов и электронов, входящих в его состав.

г) Вычислите мольное соотношение, в котором эти два изотопа находятся в природе  $N(^{n+1}Э)/N(^nЭ)$ . Подтвердите ответ расчетом.

2. Вам требуется приготовить 200 г 10 % раствора нитрата магния  $Mg(NO_3)_2$ . Вычислите для разных случаев (а) - д)), необходимые для приготовления раствора:

а) Массу безводного  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

б) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

в) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу воды;

г) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ ;

д) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ .

3. В зависимости от того, с каким числом соседних углеродных атомов связан данный атом углерода, его называют первичным, вторичным, третичным или четвертичным. В таблице представлены сведения о структуре некоторых алканов. Изобразите структурные формулы этих алканов и приведите их названия.

Алкан	Число первич. атомов	Число вторич. атомов	Число третич. атомов	Число четверт. атомов
А	3	1	1	0
В	4	0	0	1
С	4	0	2	0
Д	2	1	0	0

4. Какие из перечисленных веществ взаимодействуют с водой: оксид кальция, оксид кремния, сульфат бария, оксид железа(III), оксид азота(II), гидрид кальция, оксид фосфора(V), сульфид алюминия, хлор, сульфид меди(II), бензол, пропин, этилен, метан? Если не взаимодействуют, обязательно укажите это, если взаимодействуют, то напишите уравнения химических реакций (с указанием условий).

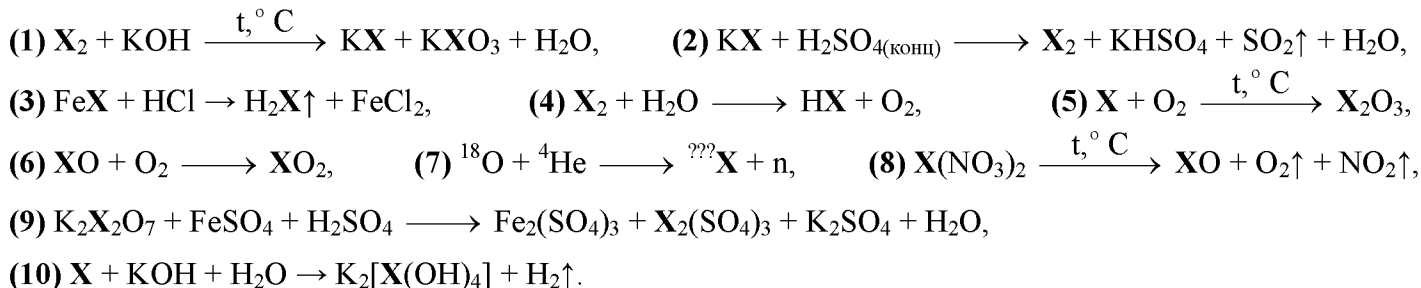
**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.**

**Олимпиадные задания по химии.**

**11 класс (1 вариант).**

1. В четырех первых периодах Периодической системы (ПС) есть десять элементов, названия которых состоят не более, чем из четырех букв (это самые короткие названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "X":



а) Вставьте химический символ элемента в соответствующую химическую реакцию.

б) Уравняйте реакции (расставьте коэффициенты в реакциях (1-6) и (8-10), а в ядерной реакции (7) замените знаки вопроса числом).

Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, в природе представлен двумя стабильными (не радиоактивными) изотопами, массовые числа которых различаются на единицу.

в) Укажите массовое число более легкого из этих изотопов, а также количество нейтронов, входящих в его состав.

г) Вычислите мольное соотношение, в котором эти два изотопа находятся в природе  $N(^{n+1}Э)/N(^nЭ)$ . Подтвердите ответ расчетом.

2. Вам требуется приготовить 200 г 10 % раствора нитрата магния  $Mg(NO_3)_2$ . Вычислите для разных случаев (а) - д)), необходимые для приготовления раствора:

а) Массу безводного  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

б) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу воды;

в) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу воды;

г) Массу 12,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ ;

д) Массу гексагидрата нитрата магния  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и массу 2,5 % раствора  $Mg(NO_3)_2$ .

3. В зависимости от того, с каким числом соседних углеродных атомов связан данный атом углерода, его называют первичным, вторичным, третичным или четвертичным. В таблице представлены сведения о структуре некоторых алканов. Изобразите структурные формулы этих алканов и приведите их названия.

Алкан	Число первич. атомов	Число вторич. атомов	Число третич. атомов	Число четверт. атомов
А	3	1	1	0
В	4	0	0	1
С	4	0	2	0
Д	2	1	0	0

4. Какие из перечисленных веществ взаимодействуют с водой: оксид кальция, оксид кремния, сульфат бария, оксид железа(III), оксид азота(II), гидрид кальция, оксид фосфора(V), сульфид алюминия, хлор, сульфид меди(II), бензол, пропин, этилен, метан, ангидрид уксусной кислоты, диметиловый эфир? Если не взаимодействуют, обязательно укажите это, если взаимодействуют, то напишите уравнения химических реакций (с указанием условий).

Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

8 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: B, N, F, Ne, S, Cl, Cr, Cu, Zn, Br.

- а), б) (1)  $4\text{B} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{B}_2\text{O}_3$ ,  
(2)  $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ ,  
(3)  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$ ,  
(4)  $^{18}\text{O} + ^4\text{He} \longrightarrow ^{21}\text{Ne} + ^1_0\text{n}$ ,  
(5)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{BaCl}_2 \rightarrow 3\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{FeCl}_3$ ,  
(6)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ ,  
(7)  $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
(8)  $\text{Zn} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{X}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$ ,  
(9)  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + \text{O}_2\uparrow + 4\text{NO}_2\uparrow$ ,  
(10)  $2\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{KHSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ .

в) Элемент, которому соответствует уравнение реакции (1) из этого списка, - это бор. Поскольку он имеет атомную массу между 10 и 11 а.е.м. (10,811), то массовые числа его изотопов (по условию различающиеся на единицу) будут равны 10 и 11. Более легкий из этих изотопов имеет массовое число **10**. В составе этого изотопа по **5 протонов и электронов** (по порядковому номеру) и  $10 - 5 = 5$  **нейтронов**.

г) Возьмем 100 атомов природного бора. Они будут весить около 1081 а.е.м. (точнее 1081,1). Обозначив за  $x$  количество изотопов  $^{10}\text{B}$  среди этих ста атомов, получим, что количество изотопов  $^{11}\text{B}$  равно  $100-x$ . Составим уравнение:  $10x + 11(100-x) = 1081$ , решая которое, получаем  $x = 19$ ,  $100-x = 81$ . Мольное соотношение  $N(^{11}\text{B})/N(^{10}\text{B}) = 81/19 \approx 4,26$  (при более точном расчете 4,29, при более грубом 4,0). Можно решить и через мольные доли, тогда уравнение будет  $10x + 11(1-x) = 10,811$ , а  $x = 0,189$ .

*Система оценивания:*

- а) за каждый правильный символ элемента (даже если он поставлен не в то уравнение) по 0,5 б ( $0,56 \cdot 10 = 5$  баллов);  
б) за полностью верные коэффициенты в каждом уравнении по 0,5 б ( $0,56 \cdot 10 = 5$  баллов);  
в) за массовое число, количество протонов, нейтронов и электронов по 1 б ( $16 \cdot 4 = 4$  балла);  
г) за соотношение (от 4,0 до 4,3) без приведенного расчета 2 б (мог сделать в уме), за расчет 4 б, итого 6 б.

Всего 20 баллов.

2. В 200 г 10 % водного раствора нитрата магния содержится  $0,1 \cdot 200 = 20$  г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и  $200 - 20 = 180$  г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и 180 г воды**.

б) Такая масса (20 г)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержится в  $20/0,125 = 160$  г **12,5 % раствора**. Воды потребуется  $200 - 160 = 40$  г.

в) В гексагидрате нитрата магния на 256 г кристаллогидрата ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) + 18 \cdot 6$ ) приходится 148 г безводной соли ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3)$ ) и  $18 \cdot 6 = 108$  г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет  $148/256 = 0,578$  или 57,8 %. Тогда 20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержатся в  $20/0,578 = 34,6$  г **гексагидрата нитрата магния  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$** , а воды потребуется  $200 - 34,6 = 165,4$  г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть  $x$  - масса 12,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , тогда масса 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  будет  $200-x$ . Масса  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 20 г. Составляем уравнение:  $0,125x + 0,025 \cdot (200-x) = 20$ . Решая уравнение, получаем  $x = 150$  г. То есть 12,5 % раствора требуется **150 г**, а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 150 = 50$  г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в гексагидрате нитрата магния. Уравнение выглядит так  $0,578x + 0,025 \cdot (200-x) = 20$ , откуда  $x = 27,1$ . То есть гексагидрата нитрата магния требуется **27,1 г**, а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 27,1 = 172,9$  г.

*Система оценивания:*

За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 4 б ( $46 \cdot 5 = 20$  баллов).

Всего 20 баллов.

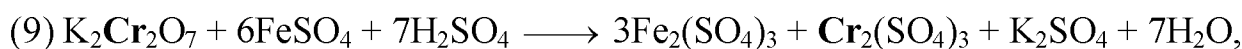
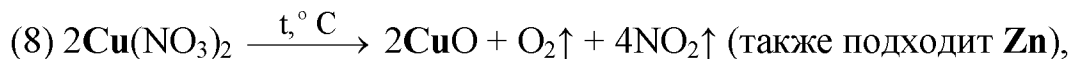
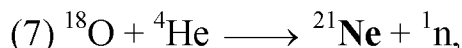
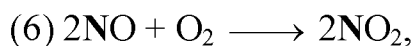
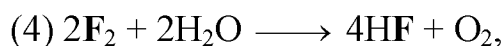
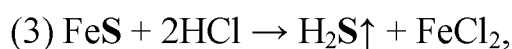
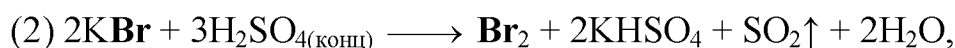
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

9 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: В, N, F, Ne, S, Cl, Cr, Cu, Zn, Br.

а), б) Поставить каждый из этих элементов в соответствие только одной химической реакции можно единственным способом, тогда можно получить за пункт а) полный балл. Однако, для некоторых реакций подходят сразу два элемента. В том случае, если выбранный школьником элемент может вступать в такую реакцию, этот ответ засчитывается, но каждый элемент учитывается только один раз.



в) Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, - это бор. Поскольку он имеет атомную массу между 10 и 11 а.е.м. (10,811), то массовые числа его изотопов (по условию различающиеся на единицу) будут равны 10 и 11. Более легкий из этих изотопов имеет массовое число **10**. В составе этого изотопа по **5 протонов и электронов** (по порядковому номеру) и  $10 - 5 = 5$  **нейтронов**.

г) Возьмем 100 атомов природного бора. Они будут весить около 1081 а.е.м. (точнее 1081,1). Обозначив за  $x$  количество изотопов  $^{10}\text{B}$  среди этих ста атомов, получим, что количество изотопов  $^{11}\text{B}$  равно  $100-x$ . Составим уравнение:  $10x + 11(100-x) = 1081$ , решая которое, получаем  $x = 19$ ,  $100-x = 81$ . Мольное соотношение  $N(^{11}\text{B})/N(^{10}\text{B}) = 81/19 \approx 4,26$  (при более точном расчете 4,29, при более грубом 4,0). Можно решить и через мольные доли, тогда уравнение будет  $10x + 11(1-x) = 10,811$ , а  $x = 0,189$ .

*Система оценивания:*

а) за каждое подходящее отнесение по 1 б ( $16 \cdot 10 = 10$  баллов);

б) за полностью верные коэффициенты в каждом уравнении по 0,5 б ( $0,56 \cdot 10 = 5$  баллов);

в) за массовое число, количество протонов, нейтронов и электронов по 1 б ( $16 \cdot 4 = 4$  балла);

г) за соотношение (от 4,0 до 4,3) без приведенного расчета 2 б (мог сделать в уме), за расчет 4 б, итого 6 б.

Всего 25 баллов.

2. В 200 г 10 % водного раствора нитрата магния содержится  $0,1 \cdot 200 = 20$  г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и  $200 - 20 = 180$  г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и 180 г воды.**

б) Такая масса (20 г)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержится в  $20/0,125 = 160$  г **12,5 % раствора.** Воды потребуется  $200 - 160 = 40$  г.

в) В гексагидрате нитрата магния на 256 г кристаллогидрата ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) + 18 \cdot 6$ ) приходится 148 г безводной соли ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3)$ ) и  $18 \cdot 6 = 108$  г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет  $148/256 = 0,578$  или 57,8 %. Тогда 20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержатся в  $20/0,578 = 34,6$  г **гексагидрата нитрата магния  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,** а воды потребуется  $200 - 34,6 = 165,4$  г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть  $x$  – масса 12,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , тогда масса 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  будет  $200 - x$ . Масса  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 20 г. Составляем уравнение:  $0,125x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ . Решая уравнение, получаем  $x = 150$  г. То есть 12,5 % раствора требуется **150 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 150 = 50$  г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в гексагидрате нитрата магния. Уравнение выглядит так  $0,578x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ , откуда  $x = 27,1$ . То есть гексагидрата нитрата магния требуется **27,1 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 27,1 = 172,9$  г.

*Система оценивания:*

*За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 4 б ( $4 \cdot 5 = 20$  баллов).*

*Всего 20 баллов.*

3. Уравнения реакций:  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$  (хлорид железа(III), хлорное железо);

$\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{AgCl} \downarrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  (нитрат железа(III), азотнокислое железо окисное);

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NaOH} = 3\text{NaNO}_3 + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$  (гидроксид железа(III), гидроокись железа);

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 3\text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{Fe}_2\text{O}_3$  (оксид железа(III), окись железа);

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (сульфат железа(III), сернокислое железо окисное).

*Система оценивания:*

*За каждое уравнение по 2 б ( $2 \cdot 5 = 10$  баллов), если неверные коэффициенты, то 1,5 б; за каждое название кроме простого вещества по 1 б ( $1 \cdot 5 = 5$  баллов)*

*Всего 15 баллов.*

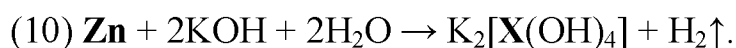
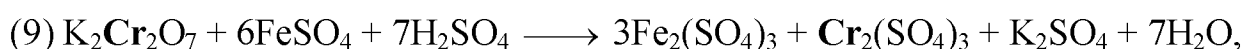
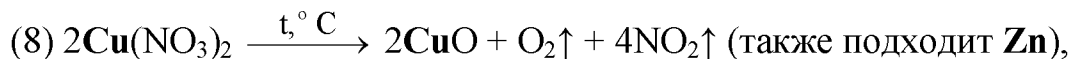
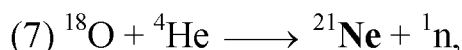
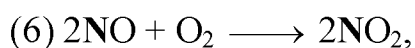
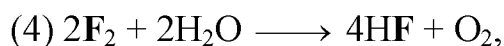
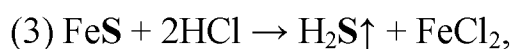
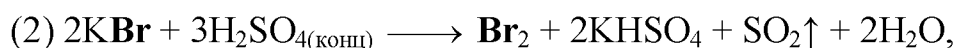
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

10 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: В, N, F, Ne, S, Cl, Cr, Cu, Zn, Br.

а), б) Поставить каждый из этих элементов в соответствие только одной химической реакции можно единственным способом, тогда можно получить за пункт а) полный балл. Однако, для некоторых реакций подходят сразу два элемента. В том случае, если выбранный школьником элемент может вступать в такую реакцию, этот ответ засчитывается, но каждый элемент учитывается только один раз.



в) Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, - это бор. Поскольку он имеет атомную массу между 10 и 11 а.е.м. (10,811), то массовые числа его изотопов (по условию различающиеся на единицу) будут равны 10 и 11. Более легкий из этих изотопов имеет массовое число **10**. В составе этого изотопа по **5 протонов и электронов** (по порядковому номеру) и  $10 - 5 = 5$  **нейтронов**.

г) Возьмем 100 атомов природного бора. Они будут весить около 1081 а.е.м. (точнее 1081,1). Обозначив за  $x$  количество изотопов  $^{10}\text{B}$  среди этих ста атомов, получим, что количество изотопов  $^{11}\text{B}$  равно  $100-x$ . Составим уравнение:  $10x + 11(100-x) = 1081$ , решая которое, получаем  $x = 19$ ,  $100-x = 81$ . Мольное соотношение  $N(^{11}\text{B})/N(^{10}\text{B}) = 81/19 \approx 4,26$  (при более точном расчете 4,29, при более грубом 4,0). Можно решить и через мольные доли, тогда уравнение будет  $10x + 11(1-x) = 10,811$ , а  $x = 0,189$ .

*Система оценивания:*

а) за каждое подходящее отнесение по 1 б ( $16 \cdot 10 = 10$  баллов);

б) за полностью верные коэффициенты в каждом уравнении по 0,5 б ( $0,56 \cdot 10 = 5$  баллов);

в) за массовое число, количество протонов, нейтронов и электронов по 1 б ( $16 \cdot 4 = 4$  балла);

г) за соотношение (от 4,0 до 4,3) без приведенного расчета 2 б (мог сделать в уме), за расчет 4 б, итого 6 б.

Всего 25 баллов.



2. В 200 г 10 % водного раствора нитрата магния содержится  $0,1 \cdot 200 = 20$  г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и  $200 - 20 = 180$  г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и 180 г воды.**

б) Такая масса (20 г)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержится в  $20/0,125 = 160$  г **12,5 % раствора.** Воды потребуется  $200 - 160 = 40$  г.

в) В гексагидрате нитрата магния на 256 г кристаллогидрата ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) + 18 \cdot 6$ ) приходится 148 г безводной соли ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3)$ ) и  $18 \cdot 6 = 108$  г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет  $148/256 = 0,578$  или 57,8 %. Тогда 20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержатся в  $20/0,578 = 34,6$  г **гексагидрата нитрата магния  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,** а воды потребуется  $200 - 34,6 = 165,4$  г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть  $x$  – масса 12,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , тогда масса 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  будет  $200 - x$ . Масса  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 20 г. Составляем уравнение:  $0,125x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ . Решая уравнение, получаем  $x = 150$  г. То есть 12,5 % раствора требуется **150 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 150 = 50$  г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в гексагидрате нитрата магния. Уравнение выглядит так  $0,578x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ , откуда  $x = 27,1$ . То есть гексагидрата нитрата магния требуется **27,1 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 27,1 = 172,9$  г.

*Система оценивания:*

*За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 4 б ( $4 \cdot 5 = 20$  баллов).*

*Всего 20 баллов.*

3. Каждый атом углерода в алкане соединен с четырьмя атомами (углерода + водорода). Поэтому первичный атом углерода имеет 3 соседних атома Н, вторичный – 2, третичный – 1, а четвертичный – ни одного. Для перечисленных алканов получаем:

**A:**  $(\text{CH}_3)_3(\text{CH}_2)(\text{CH})$ , т.е.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  – 2-метилбутан;

**B:**  $(\text{CH}_3)_4\text{C}$ , т.е.  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$  – диметилпропан, либо 2,2-диметилпропан, любое из этих названий принимается, как правильный ответ;

**C:**  $(\text{CH}_3)_4(\text{CH})_2$ , т.е.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  – 2,3-диметилбутан;

**D:**  $(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)$ , т.е.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  – пропан;

*Система оценивания:*

*За каждую структурную формулу по 2 б ( $2 \cdot 4 = 8$  баллов), за каждое название по 1,5 б ( $1,5 \cdot 4 = 6$  баллов).*

*Всего 14 баллов.*

4. Не взаимодействуют с водой: оксид кремния, сульфат бария, оксид железа(III), оксид азота(II), сульфид меди(II), бензол, метан.

Взаимодействуют: оксид кальция, гидрид кальция, оксид фосфора(V), сульфид алюминия, хлор, пропилен, этилен.

Уравнения реакций:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\uparrow$ ;

$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$ ;  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$ .

$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+, \text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ;  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+, \text{t}^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ .

*Система оценивания:*

*За каждое верное указание (реагирует / не реагирует) по 0,5 б ( $0,5 \cdot 14 = 7$  баллов), неверное – штраф минус 0,5 б; за каждое уравнение по 2 б ( $2 \cdot 7 = 14$  баллов).*

*Всего 21 балл.*

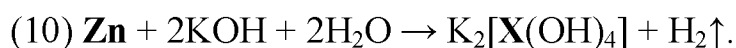
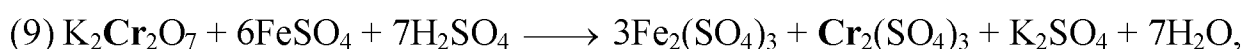
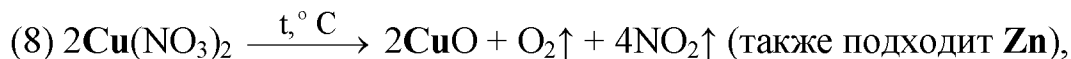
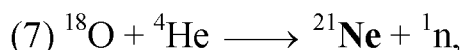
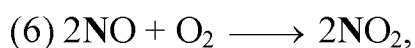
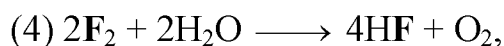
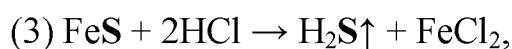
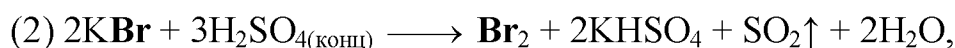
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

11 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: В, N, F, Ne, S, Cl, Cr, Cu, Zn, Br.

а), б) Поставить каждый из этих элементов в соответствие только одной химической реакции можно единственным способом, тогда можно получить за пункт а) полный балл. Однако, для некоторых реакций подходят сразу два элемента. В том случае, если выбранный школьником элемент может вступать в такую реакцию, этот ответ засчитывается, но каждый элемент учитывается только один раз.



в) Элемент из этого списка, атомы которого содержат наименьшее число электронов, - это бор. Поскольку он имеет атомную массу между 10 и 11 а.е.м. (10,811), то массовые числа его изотопов (по условию различающиеся на единицу) будут равны 10 и 11. Более легкий из этих изотопов имеет массовое число **10**. В составе этого изотопа 5 протонов (по порядковому номеру) и  $10 - 5 = 5$  **нейтронов**.

г) Возьмем 100 атомов природного бора. Они будут весить около 1081 а.е.м. (точнее 1081,1). Обозначив за  $x$  количество изотопов  ${}^{10}\text{B}$  среди этих ста атомов, получим, что количество изотопов  ${}^{11}\text{B}$  равно  $100-x$ . Составим уравнение:  $10x + 11(100-x) = 1081$ , решая которое, получаем  $x = 19$ ,  $100-x = 81$ . Мольное соотношение  $N({}^{11}\text{B})/N({}^{10}\text{B}) = 81/19 \approx 4,26$  (при более точном расчете 4,29, при более грубом 4,0). Можно решить и через мольные доли, тогда уравнение будет  $10x + 11(1-x) = 10,811$ , а  $x = 0,189$ .

*Система оценивания:*

а) за каждое подходящее отнесение по 1 б ( $16 \cdot 10 = 10$  баллов);

б) за полностью верные коэффициенты в каждом уравнении по 0,5 б ( $0,56 \cdot 10 = 5$  баллов);

в) за массовое число и количество нейтронов по 1 б ( $16 \cdot 2 = 2$  балла);

г) за соотношение (от 4,0 до 4,3) без приведенного расчета 2 б (мог сделать в уме), за расчет 3 б, итого 5 б.

Всего 22 балла.

2. В 200 г 10 % водного раствора нитрата магния содержится  $0,1 \cdot 200 = 20$  г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и  $200 - 20 = 180$  г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  и 180 г воды.**

б) Такая масса (20 г)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержится в  $20/0,125 = 160$  г **12,5 % раствора.** Воды потребуется  $200 - 160 = 40$  г.

в) В гексагидрате нитрата магния на 256 г кристаллогидрата ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) + 18 \cdot 6$ ) приходится 148 г безводной соли ( $24 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3)$ ) и  $18 \cdot 6 = 108$  г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет  $148/256 = 0,578$  или 57,8 %. Тогда 20 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  содержатся в  $20/0,578 = 34,6$  г **гексагидрата нитрата магния  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,** а воды потребуется  $200 - 34,6 = 165,4$  г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть  $x$  – масса 12,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , тогда масса 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  будет  $200 - x$ . Масса  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 20 г. Составляем уравнение:  $0,125x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ . Решая уравнение, получаем  $x = 150$  г. То есть 12,5 % раствора требуется **150 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 150 = 50$  г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в гексагидрате. Уравнение выглядит так  $0,578x + 0,025 \cdot (200 - x) = 20$ , откуда  $x = 27,1$ . То есть гексагидрата нитрата магния требуется **27,1 г,** а 2,5 % раствора  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   $200 - 27,1 = 172,9$  г.

*Система оценивания:*

*За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 4 б ( $4 \cdot 5 = 20$  баллов).*

*Всего 20 баллов.*

3. Каждый атом углерода в алкане соединен с четырьмя атомами (углерода + водорода). Поэтому первичный атом углерода имеет 3 соседних атома Н, вторичный – 2, третичный – 1, а четвертичный – ни одного. Для перечисленных алканов получаем:

**A:**  $(\text{CH}_3)_3(\text{CH}_2)(\text{CH})$ , т.е.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  – 2-метилбутан;

**B:**  $(\text{CH}_3)_4\text{C}$ , т.е.  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$  – диметилпропан, либо 2,2-диметилпропан, любое из этих названий принимается, как правильный ответ;

**C:**  $(\text{CH}_3)_4(\text{CH})_2$ , т.е.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  – 2,3-диметилбутан;

**D:**  $(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)$ , т.е.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  – пропан;

*Система оценивания:*

*За каждую структурную формулу по 2 б ( $2 \cdot 4 = 8$  баллов), за каждое название по 1,5 б ( $1,5 \cdot 4 = 6$  баллов).*

*Всего 14 баллов.*

4. Не взаимодействуют с водой: оксид кремния, сульфат бария, оксид железа(III), оксид азота(II), сульфид меди(II), бензол, метан, диметиловый эфир.

Взаимодействуют: оксид кальция, гидрид кальция, оксид фосфора(V), сульфид алюминия, хлор, пропилен, этилен, ангидрид уксусной кислоты.

Уравнения реакций:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\uparrow$ ;

$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$ ;  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$ ,

$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+, \text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ;  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+, \text{t}^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ ,  
 $(\text{CH}_3-\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})\text{OH}$ .

*Система оценивания:*

*За каждое верное указание (реагирует / не реагирует) по 0,5 б ( $0,5 \cdot 16 = 8$  баллов), неверное – штраф минус 0,5 б; за каждое уравнение по 2 б ( $2 \cdot 8 = 16$  баллов).*

*Всего 24 балла.*

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии

8 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

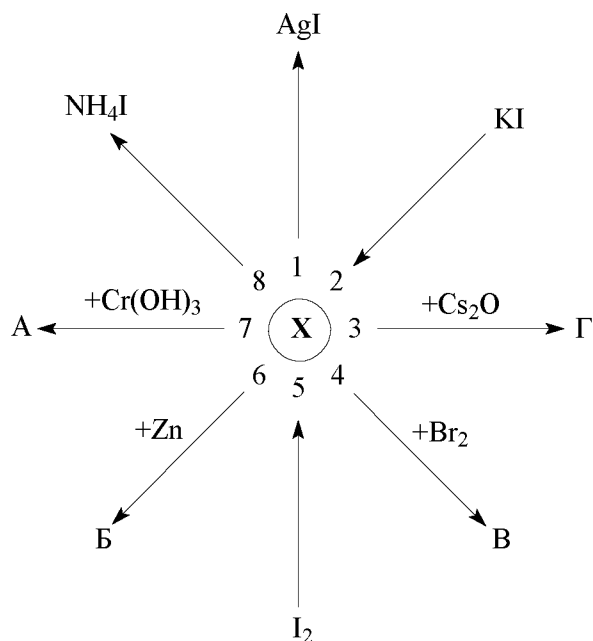
Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. Когда мы говорим про кислород, что его массовая доля в воде 88,9 %, мы имеем в виду кислород как ... , а когда говорим, что его содержание в воде падает с ростом температуры – как ....
- 1.7. Степень окисления серы в сульфате калия ..., а в сульфите калия ....
- 1.3. Атомы состоят из отрицательно заряженных ..., окружающих положительно заряженные ....
- 1.9. В химических реакциях между простыми веществами металлы обычно выполняют функцию ..., а неметаллы – ...
- 1.10. При взаимодействии щелочного металла с водой выделяется ..., а в растворе остается ....

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

2.1. На схеме представлены превращения вещества X. Вещество X – бинарное соединение иода, бесцветный удушливый газ, хорошо растворим в воде с образованием сильноокислого раствора, во влажном воздухе образует туман. Термически неустойчив, при нагревании выше 300 °С разлагается. Применяется для получения иодидов металлов.

Установите формулы и назовите вещества X, А-Г (А-Г – разные соединения иода), запишите уравнения реакций 1-8. При написании уравнений реакций 1, 3, 4, 6, 7 имейте в виду, что в этих реакциях используется водный раствор X.



2.2. В лаборатории потребовалось осушить следующие газы: аммиак, сероводород, азот, углекислый газ, кислород, бромоводород, хлор, аргон.

Какие из этих газов нельзя осушать пропусканием через концентрированную серную кислоту? А для каких из этих газов нельзя использовать в качестве осушителя оксид кальция? Напишите уравнения реакций, подтверждающие Ваши ответы.

Какие из перечисленных газов можно осушать, используя как тот, так и другой осушитель?

Продолжение заданий на стр. 2.

2.3. Напишите названия перечисленных соединений алюминия и полные уравнения реакций для последовательности превращений:



### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Малахит – хрупкий минерал ярко-зеленого цвета, содержащий (по массе) 72,0% CuO, 19,9% CO<sub>2</sub>, 8,1% H<sub>2</sub>O.

а) Определите молекулярную формулу минерала, назовите его по правилам химической номенклатуры.

Навеску 44,2 г малахита обработали 500 мл 5,722 % раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,027$  г/мл). В результате такой обработки выделился газ и образовался сине-зеленый раствор.

б) Напишите уравнение реакции, вычислите объем выделившегося газа (н.у.) и массовую долю соли в полученном растворе I.

Объем раствора можно считать практически постоянным, атомную массу меди следует принять равной 63,5 а.е.м.

3.2. При восстановлении в токе водорода образца железной окалины Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> массой 34,8 г получили смесь металлического железа и оксида железа(II). При взаимодействии этой смеси с избытком соляной кислоты выделилось 3,36 л газа (н.у.).

Напишите уравнения проведенных реакций, определите массовые доли железа и оксида железа в смеси, полученной при восстановлении.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии

9 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

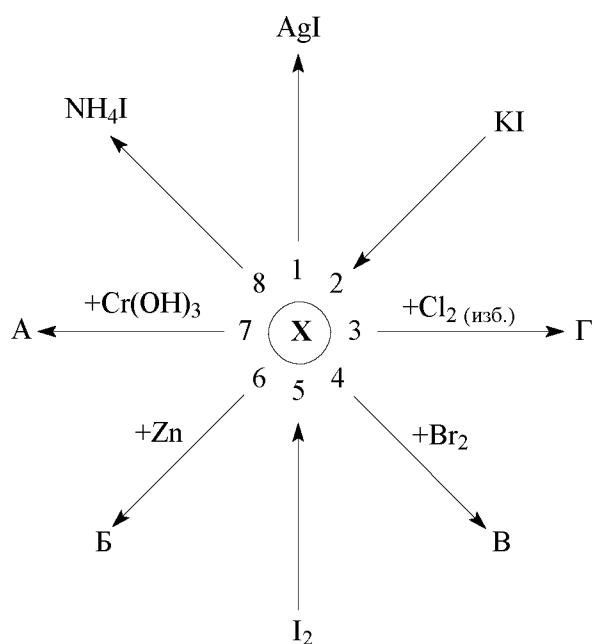
Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ... Льюиса, а акцептором – ... Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{CS}_2\text{S}$  ..., а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ....
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  ....
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ..., а радиусы атомов элементов IIА группы с увеличением порядкового номера ....
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ..., а молекулы  $\text{NF}_3$  ....
- 1.7. Степень окисления хлора в хлорате калия ..., а в хлорите калия ....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде ....
- 1.9. В большинстве химических реакций металлы выполняют функцию ..., а неметаллы – ...
- 1.10. При взаимодействии щелочного металла с водой выделяется ..., а в растворе остается ....

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

2.1. На схеме представлены превращения вещества X. Вещество X – бинарное соединение иода, бесцветный удушливый газ, хорошо растворим в воде с образованием сильноокислого раствора, во влажном воздухе образует туман. Термически неустойчив, при нагревании выше  $300^\circ\text{C}$  разлагается. Применяется для получения иодидов металлов.

Установите формулы и назовите вещества X, А-Г (А-Г – разные соединения иода), запишите уравнения реакций 1-8. При написании уравнений реакций 1, 3, 4, 6, 7 имейте в виду, что в этих реакциях используется водный раствор X.



Продолжение заданий на стр. 2.

2.2. В лаборатории потребовалось осушить следующие газы: аммиак, сероводород, азот, углекислый газ, кислород, бромоводород, хлор, аргон.

Какие из этих газов нельзя осушать пропусканием через концентрированную серную кислоту? А для каких из этих газов нельзя использовать в качестве осушителя оксид кальция? Напишите уравнения реакций, подтверждающие Ваши ответы.

Какие из перечисленных газов можно осушать, используя как тот, так и другой осушитель?

2.3. Напишите названия перечисленных соединений алюминия и полные уравнения реакций для последовательности превращений:



### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Малахит – хрупкий минерал ярко-зеленого цвета, содержащий (по массе) 72,0% CuO, 19,9% CO<sub>2</sub>, 8,1% H<sub>2</sub>O.

а) Определите молекулярную формулу минерала, назовите его по правилам химической номенклатуры.

Навеску 44,2 г малахита обработали 500 мл 5,722 % раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,027$  г/мл). В результате такой обработки выделился газ и образовался сине-зеленый раствор.

б) Напишите уравнение реакции, вычислите объем выделившегося газа (н.у.), массовую долю соли и молярную концентрацию кислоты в полученном растворе I.

Через полученный раствор I пропустили 0,504 л сероводорода (н.у.), в результате чего из раствора выпал черный осадок.

в) Напишите уравнение реакции, вычислите массу выпавшего осадка, массовую долю соли и молярную концентрацию кислоты в оставшемся после всех операций растворе II.

Объем раствора в ходе всех операций можно считать практически постоянным, атомную массу меди следует принять равной 63,5 а.е.м.

3.2. При восстановлении в токе водорода образца железной окалины Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> массой 34,8 г получили смесь металлического железа и оксида железа(II). При взаимодействии этой смеси с избытком соляной кислоты выделилось 3,36 л газа (н.у.).

Напишите уравнения проведенных реакций, определите массовые доли железа и оксида железа в смеси, полученной при восстановлении.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии

10 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

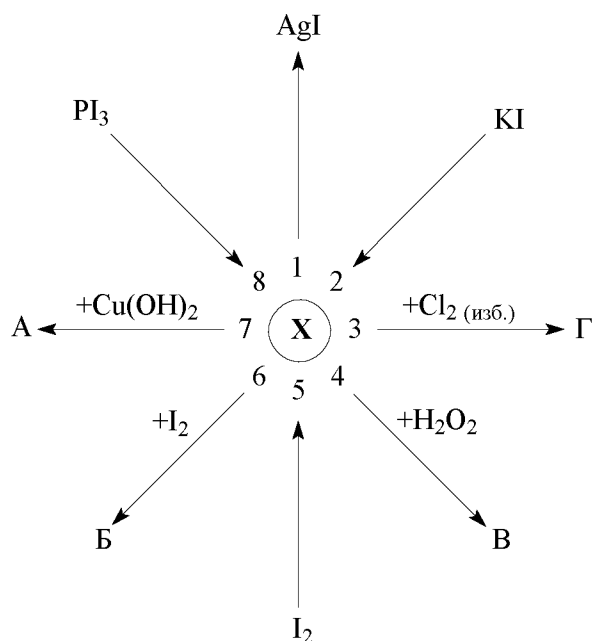
Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ... Льюиса, а акцептором – ... Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{CS}_2\text{S}$  ..., а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ....
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  ....
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ..., а радиусы атомов элементов IIА группы с увеличением порядкового номера ....
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ..., а молекулы  $\text{NF}_3$  ....
- 1.7. Степень окисления хрома в хромате калия ..., а в дихромате калия ....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде ....
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  соответствуют соединения, относящиеся к классам ... и ....
- 1.10. Органический продукт, образующийся при электролизе водного раствора соли предельной карбоновой кислоты, относится к классу ..., а происходящий процесс называется реакция ....

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

2.1. На схеме представлены превращения вещества **X**. Вещество **X** – бинарное соединение иода, бесцветный удушливый газ, хорошо растворим в воде, во влажном воздухе образует туман. Термически неустойчив, при нагревании выше  $300^\circ\text{C}$  разлагается. Применяется для получения иодидов металлов, синтеза различных органических иодпроизводных.

Установите формулы и назовите вещества **X**, **A**-**Г** (**A**-**Г** – разные соединения иода), запишите уравнения реакций 1-8. При написании уравнений реакций 1, 3, 4, 6, 7 имейте в виду, что в этих реакциях используется водный раствор **X**.



Продолжение заданий на стр. 2.

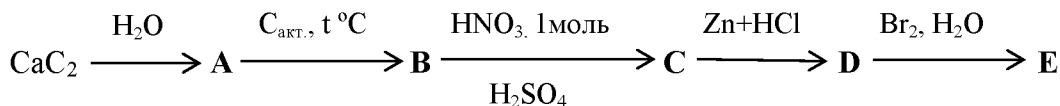


2.2. Имеется семь водных растворов, каждый объемом 500 мл, содержащих по 2 г:

а) KCl; б) HNO<sub>3</sub>; в) NaOH; г) CO<sub>2</sub>; д) NH<sub>3</sub>; е) KOH; ж) HCl.

Расположите эти растворы в порядке возрастания значений pH. Ответ поясните.

2.3. Напишите **уравнения** реакций, представленных на схеме (со всеми продуктами и коэффициентами), для органических продуктов изобразите структурные формулы:



Приведите названия веществ А-Е и CaC<sub>2</sub>.

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Малахит – хрупкий минерал ярко-зеленого цвета, содержащий (по массе) 72,0% CuO, 19,9% CO<sub>2</sub>, 8,1% H<sub>2</sub>O.

а) Определите молекулярную формулу минерала, назовите его по правилам химической номенклатуры.

Навеску 44,2 г малахита обработали 500 мл 1,61 М раствора соляной кислоты (ρ = 1,027 г/мл). В результате такой обработки выделился газ и образовался сине-зеленый раствор.

б) Напишите уравнение реакции, вычислите объем выделившегося газа (н.у.), pH и массовую долю соли в полученном растворе I.

Через полученный раствор I пропустили 0,504 л сероводорода (н.у.), в результате чего из раствора выпал черный осадок.

в) Напишите уравнение реакции, вычислите массу выпавшего осадка, pH и массовую долю соли в оставшемся после всех операций растворе II.

Объем раствора в ходе всех операций можно считать практически постоянным, атомную массу меди следует принять равной 63,5 а.е.м.

3.2. При гидрировании образца бутадиена-1,3 массой 8,1 г получили смесь бутана и бутена-1. При пропускании этой смеси через избыток водного раствора брома образовалось 10,8 г 1,2-дибромбутана.

Напишите уравнения проведенных реакций, определите массовые доли углеводородов в смеси, полученной при гидрировании.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Олимпиадные задания по химии

11 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

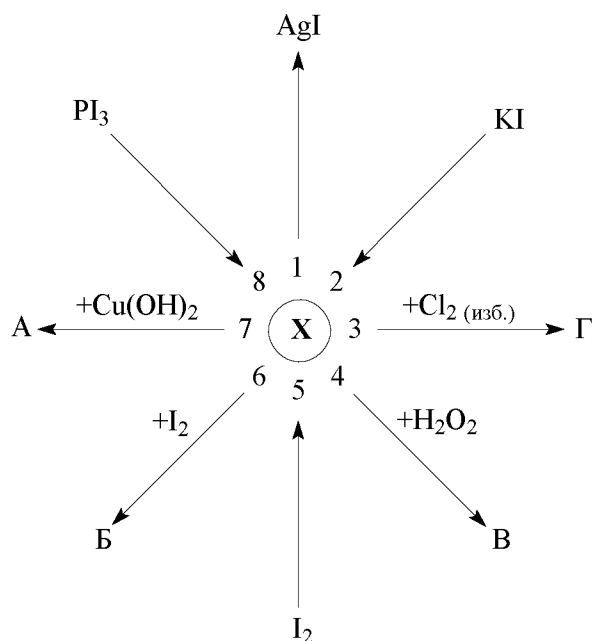
Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ... Льюиса, а акцептором – ... Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{CS}_2\text{S}$  ..., а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ....
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  .....
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ..., а радиусы атомов элементов IIА группы с увеличением порядкового номера ....
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ..., а молекулы  $\text{NF}_3$  .....
- 1.7. Степень окисления хрома в хромате калия ..., а в дихромате калия .....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде .....
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  соответствуют соединения, относящиеся к классам ... и .....
- 1.10. Органический продукт, образующийся при электролизе водного раствора соли предельной карбоновой кислоты, относится к классу ..., а происходящий процесс называется реакция .....

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

2.1. На схеме представлены превращения вещества **X**. Вещество **X** – бинарное соединение иода, бесцветный удушливый газ, хорошо растворим в воде, во влажном воздухе образует туман. Термически неустойчив, при нагревании выше  $300^\circ\text{C}$  разлагается. Применяется для получения иодидов металлов, синтеза различных органических иодпроизводных.

Установите формулы и назовите вещества **X**, **A**-**Г** (**A**-**Г** – разные соединения иода), запишите уравнения реакций 1-8. При написании уравнений реакций 1, 3, 4, 6, 7 имейте в виду, что в этих реакциях используется водный раствор **X**.



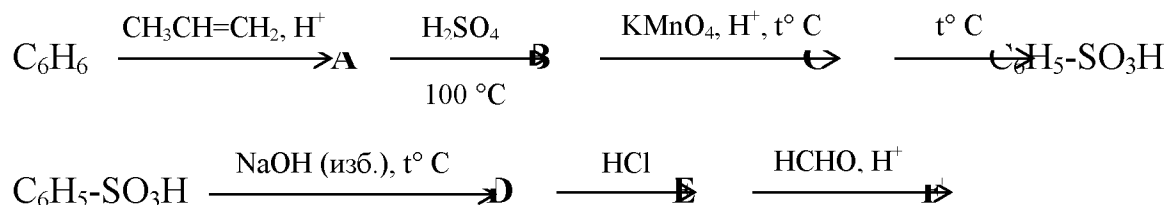
Продолжение заданий на стр. 2.

2.2. Имеется семь водных растворов, каждый объемом 500 мл, содержащих по 2 г:

а) KCl; б) HNO<sub>3</sub>; в) NaOH; г) CO<sub>2</sub>; д) NH<sub>3</sub>; е) KOH; ж) HCl.

Расположите эти растворы в порядке возрастания значений pH. Ответ поясните.

2.3. Приведите структурные формулы и названия веществ А-Ф, взаимопревращения которых описываются следующей схемой:



### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Малахит – хрупкий минерал ярко-зеленого цвета, содержащий (по массе) 72,0% CuO, 19,9% CO<sub>2</sub>, 8,1% H<sub>2</sub>O.

а) Определите молекулярную формулу минерала, назовите его по правилам химической номенклатуры.

Навеску 44,2 г малахита обработали 500 мл 1,61 М раствора соляной кислоты (ρ = 1,027 г/мл). В результате такой обработки выделился газ и образовался сине-зеленый раствор.

б) Напишите уравнение реакции, вычислите объем выделившегося газа (н.у.), pH и массовую долю соли в полученном растворе I.

Через полученный раствор I пропустили 0,504 л сероводорода, в результате чего из раствора выпал черный осадок.

в) Напишите уравнение реакции, вычислите массу выпавшего осадка, pH и массовую долю соли в оставшемся после всех операций растворе II.

Объем раствора в ходе всех операций можно считать практически постоянным, атомную массу меди следует принять равной 63,5 а.е.м.

3.2. Через безводную жидкую смесь анилина, бензола и фенола общей массой 50 г пропустили избыток хлороводорода. Из смеси выделился осадок массой 25,9 г, который отфильтровали. Фильтрат (профильтрованную жидкость) взболтали с концентрированным раствором гидроксида натрия, в результате чего получили два жидких слоя. Объем верхнего слоя составил 23,3 мл (плотность 0,88 г/мл).

Напишите уравнения проведенных реакций, вычислите массовые доли соединений в исходной смеси.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

8 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

- 1.1. Когда мы говорим про кислород, что его массовая доля в воде 88,9 %, мы имеем в виду кислород как ... **химический элемент**, а когда говорим, что его содержание в воде падает с ростом температуры – как ... **простое вещество**.
- 1.2. Степень окисления серы в сульфате калия ... **+6**, а в сульфите калия ... **+4**.
- 1.3. Атомы состоят из отрицательно заряженных ... **электронов**, окружающих положительно заряженные ... **ядра**.
- 1.4. В химических реакциях между простыми веществами металлы обычно выполняют функцию ... **восстановителя**, а неметаллы –... **окислителя**.
- 1.5. При взаимодействии щелочного металла с водой выделяется ... **водород**, а в растворе остается ... **щелочь (гидроксид металла)**.

*Система оценивания:*

*Каждый правильный ответ по 2 б*

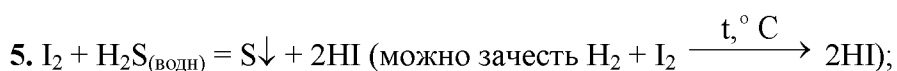
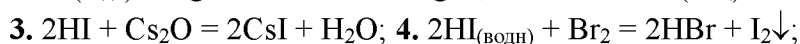
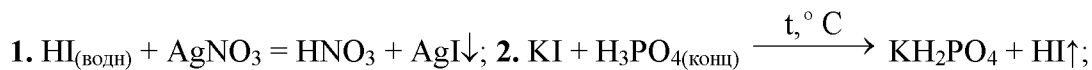
*всего 2\*2\*5 = 20 баллов.*

*Итого 20 баллов*

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

- 2.1. **X** – HI - иодоводород; **A** – CrI<sub>3</sub> - иодид хрома(III), иодный (трехиодистый) хром; **Б** – ZnI<sub>2</sub> - иодид цинка, иодистый цинк; **В** - I<sub>2</sub> - иод; **Г** - CsI - иодид цезия, иодистый цезий.

Уравнения реакций:



*Система оценивания:*

*Формулы X, A-Г по 0,5 б, названия по 0,5 б*

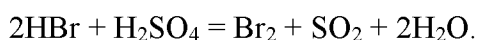
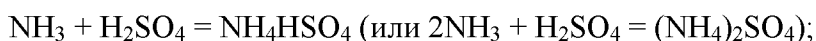
*5\*(0,5+0,5) = 5 баллов;*

*Уравнения реакций по 1 б*

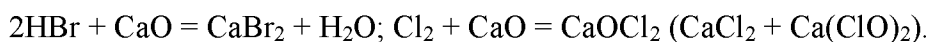
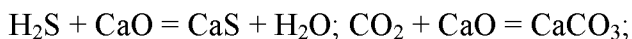
*8\*1 = 8 баллов;*

*Итого 13 баллов*

- 2.2. Пропусканием через концентрированную серную кислоту нельзя осушать аммиак, сероводород, бромоводород:



Оксид кальция в качестве осушителя нельзя использовать для таких газов, как сероводород, углекислый газ, бромоводород, хлор:



Как тот, так и другой осушитель можно использовать для осушки азота, кислорода и аргона, так как эти газы не реагируют ни с серной кислотой, ни с оксидом кальция.

**Система оценивания:**

**Верное указание на невозможность осушки по 1 б**  $7*1 = 7$  баллов;

**Верное указание на возможность осушки обоими осушителями по 1 б**  $3*1 = 3$  балла;

**Уравнения реакций по 1 б**  $7*1 = 7$  баллов;

**Итого 17 баллов**

2.3. Уравнения реакций:  $2Al + 3H_2SO_4 = 3H_2\uparrow + Al_2(SO_4)_3$  (сульфат алюминия);

$Al_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2AlCl_3$  (хлорид алюминия);

$AlCl_3 + 3AgNO_3 = 3AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$  (нитрат алюминия);

$Al(NO_3)_3 + 3NaOH = 3NaNO_3 + Al(OH)_3\downarrow$  (гидроксид алюминия);

$2Al(OH)_3 \xrightarrow{t, ^\circ C} 3H_2O\uparrow + Al_2O_3$  (оксид алюминия);

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**  $5*1 = 5$  баллов;

**Названия (кроме простого вещества) по 1 б**  $5*1 = 5$  баллов.

**Итого 10 баллов.**

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. а) Если взять 100 г малахита, то в нем будет содержаться 72,0 г CuO, 19,9 г CO<sub>2</sub> и 8,1 г H<sub>2</sub>O. Тогда мольное отношение этих оксидов составит  $n(CuO) : n(CO_2) : n(H_2O) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$ . Молекулярная формула малахита  $2CuO*CO_2*H_2O$  или  $Cu_2CH_2O_5$  или  $Cu(OH)_2*CuCO_3$  или  $Cu_2(OH)_2CO_3$  или  $(CuOH)_2CO_3$ . Его название - гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции:  $(CuOH)_2CO_3 + 4HCl = 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$ .

Количество малахита:  $n((CuOH)_2CO_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$  моль.

Количество HCl в исходном растворе:  $n(HCl_{исх}) = 1,61*500/1000 = 0,805$  моль.

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(HCl_{реакция}) = 4*0,2 = 0,8$  моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I:  $n(HCl_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$  моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

$C(HCl_I) = n(HCl_I)/V_{р-р} = 0,005/0,5 = 0,01$  моль/л.

Количество CO<sub>2</sub>, образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CO_2) = 0,2$  моль, его объем  $V(CO_2) = 0,2*22,4 = 4,48$  л, его масса  $m(CO_2) = 0,2*44 = 8,8$  г (эти значения также можно вычислить из массовой доли CO<sub>2</sub> в малахите).

Количество CuCl<sub>2</sub>, образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CuCl_2) = 2*0,2 = 0,4$  моль, его масса  $m(CuCl_2) = 0,4*134,5 = 53,8$  г.

Масса раствора I:

$m_{р-ра I} = m((CuOH)_2CO_3) + m(р-ра HCl) - m(CO_2) = 44,2 + 500*1,027 - 8,8 = 548,9$  г.

Массовая доля соли в растворе I:  $\omega_1(CuCl_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$  или **9,80%**.

**Система оценивания:**

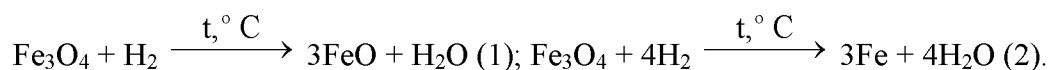
**а) Формула минерала 4 б, название 2 б**  $4+2 = 6$  баллов;

**Уравнение реакции 2 б, расчет объема газа 5 б,**  $2+5 = 7$  баллов;

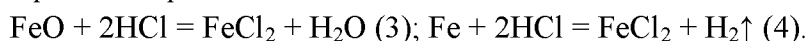
**Расчет массовой доли соли 7 б (без учета массы газа 5 б)**  $7$  баллов;

**Итого 20 баллов**

3.2. Уравнения реакций восстановления:



Уравнения реакций взаимодействия с соляной кислотой:



$n(\text{H}_2) = 3,36/22,4 = 0,15$  моль =  $n(\text{Fe})$ ;  $m(\text{Fe}) = 0,15 \cdot 56 = 8,4$  г металлического железа.

Количество железной окалины, пошедшее на образование железа (реакция 2):

$$n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1/3n(\text{Fe}) = 1/3 \cdot 0,15 = 0,05 \text{ моль.}$$

Исходное количество железной окалины:  $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 34,8/232 = 0,15$  моль.

Количество железной окалины, пошедшее на образование оксида железа(II) (реакция 1):

$$n_1(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль} = 1/3n(\text{FeO}); n(\text{FeO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль};$$

$$m(\text{FeO}) = 0,3 \cdot 72 = 21,6 \text{ г.}$$

Масса смеси, полученной при восстановлении:  $m(\text{смеси}) = 21,6 + 8,4 = 30$  г.

$$\omega(\text{Fe}) = 8,4/30 = 0,28 \text{ или } \mathbf{28 \%}.$$

$$\omega(\text{FeO}) = 21,6/30 = 0,72 \text{ или } \mathbf{72 \%}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 2 б**

**4\*2 = 8 баллов;**

**Расчет массовых долей компонентов смеси по 6 б**

**2\*6 = 12 баллов**

**(Если массовая доля вычислена неверно, то до 4 б за каждую верно вычисленную массу компонента);**

**Итого 20 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

9 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ...**основание** Льюиса, а акцептором – ... **кислота** Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Cs}_2\text{S}$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **пяти**, а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  ... **четырем**.
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **вправо**, а если уменьшить давление – ... **тоже вправо**.
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ... **убывают**, а радиусы атомов элементов ПА группы с увеличением порядкового номера ... **возрастают**.
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ... **плоский треугольник**, а молекулы  $\text{NF}_3$  ... **треугольная пирамида**.
- 1.7. Степень окисления хлора в хлорате калия ... **+5**, а в хлорите калия ... **+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде ... **иод**.
- 1.9. В большинстве химических реакций металлы выполняют функцию ... **восстановителя**, а неметаллы –... **окислителя**.
- 1.10. При взаимодействии щелочного металла с водой выделяется ... **водород**, а в растворе остается ... **щелочь (гидроксид металла)**.

**Система оценивания:**

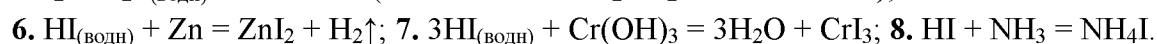
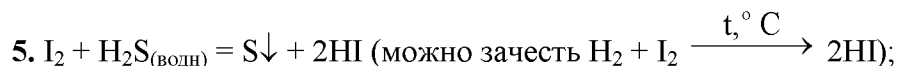
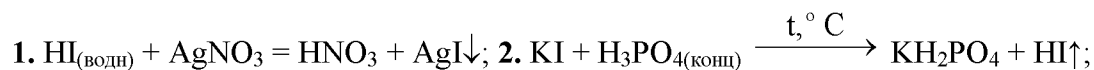
*Каждый правильный ответ по 1 б*

*всего  $1*2*10 = 20$  баллов.*

*Итого 20 баллов*

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

- 2.1. **X** –  $\text{HI}$  - иодоводород; **A** –  $\text{CrI}_3$  - иодид хрома(III), иодный (трииодистый) хром; **B** –  $\text{ZnI}_2$  - иодид цинка, иодистый цинк; **B** -  $\text{I}_2$  - иод; **Г** -  $\text{HIO}_3$  - иодноватая кислота.  
Уравнения реакций:



**Система оценивания:**

*Формулы X, A-Г по 0,5 б, названия по 0,5 б*

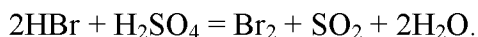
*$5*(0,5+0,5) = 5$  баллов;*

*Уравнения реакций по 1 б*

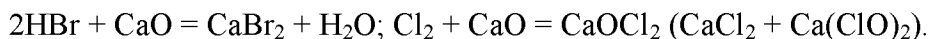
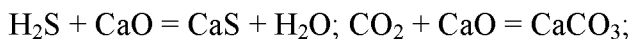
*$8*1 = 8$  баллов;*

*Итого 13 баллов*

2.2. Пропусканием через концентрированную серную кислоту нельзя осушать аммиак, сероводород, бромоводород:



Оксид кальция в качестве осушителя нельзя использовать для таких газов, как сероводород, углекислый газ, бромоводород, хлор:



Как тот, так и другой осушитель можно использовать для осушки азота, кислорода и аргона, так как эти газы не реагируют ни с серной кислотой, ни с оксидом кальция.

**Система оценивания:**

**Верное указание на невозможность осушки по 1 б (неверное - штраф -1 б)**

**7\*1 = 7 баллов;**

**Верное указание на возможность осушки обоими осушителями по 1 б (неверное - штраф -1 б)**

**3\*1 = 3 балла;**

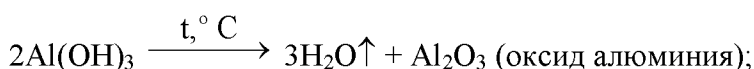
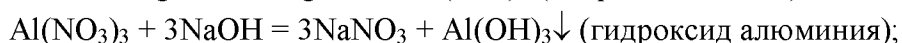
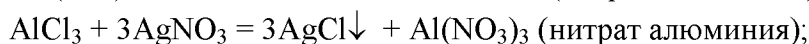
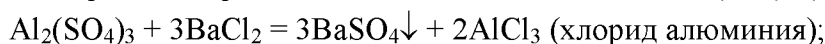
**Уравнения реакций по 1 б**

**7\*1 = 7 баллов;**

**(если сумма получается < 0, то выставляется 0 баллов)**

**Итого 17 баллов**

2.3. Уравнения реакций:  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{H}_2\uparrow + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (сульфат алюминия);



**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

**5\*1 = 5 баллов;**

**Названия (кроме простого вещества) по 1 б**

**5\*1 = 5 баллов.**

**Итого 10 баллов.**

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).**

3.1. а) Если взять 100 г малахита, то в нем будет содержаться 72,0 г CuO, 19,9 г CO<sub>2</sub> и 8,1 г H<sub>2</sub>O. Тогда молярное отношение этих оксидов составит  $n(\text{CuO}) : n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$ . Молекулярная формула малахита  $2\text{CuO} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{Cu}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_5$  или  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$  или  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  или  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ . Его название - гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции:  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ .

Количество малахита:  $n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$  моль.

Количество HCl в исходном растворе:  $n(\text{HCl}_{\text{исх}}) = 1,61 \cdot 500/1000 = 0,805$  моль.

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ :

$n(\text{HCl}_{\text{реакция}}) = 4 \cdot 0,2 = 0,8$  моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I:  $n(\text{HCl}_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$  моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

$C(\text{HCl}_I) = n(\text{HCl}_I)/V_{\text{р-р}} = 0,005/0,5 = 0,01$  моль/л.

Количество CO<sub>2</sub>, образовавшегося из 0,2 моль  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ :

$n(\text{CO}_2) = 0,2$  моль, его объем  $V(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48$  л, его масса  $m(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 44 = 8,8$  г (эти значения также можно вычислить из массовой доли CO<sub>2</sub> в малахите).



Количество  $\text{CuCl}_2$ , образовавшегося из 0,2 моль  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ :  
 $n(\text{CuCl}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4$  моль, его масса  $m(\text{CuCl}_2) = 0,4 \cdot 134,5 = 53,8$  г.  
 Масса раствора I:  
 $m_{\text{р-ра I}} = m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра HCl}) - m(\text{CO}_2) = 44,2 + 500 \cdot 1,027 - 8,8 = 548,9$  г.  
 Массовая доля соли в растворе I:  $\omega_1(\text{CuCl}_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$  или **9,80%**.

в) Уравнение реакции:  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{HCl}$ .  
 Количество сероводорода:  
 $n(\text{H}_2\text{S}) = V/V_m = 0,504/22,4 = 0,0225$  моль. Его масса  $m(\text{H}_2\text{S}) = 0,0225 \cdot 32 \approx 0,77$  г.  
 Количество  $\text{CuS}$ , выпавшего в осадок:  
 $n(\text{CuS}) = 0,0225$  моль. Его масса  $m(\text{CuS}) = 0,0225 \cdot 95,5 \approx 2,15$  г.  
 Количество  $\text{HCl}$ , получившееся в реакции с 0,0225 моль  $\text{H}_2\text{S}$ :  
 $n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) = 2 \cdot 0,0225 = 0,045$  моль.  
 Общее количество  $\text{HCl}$  в растворе II:  
 $n(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) + n(\text{HCl}_I) = 0,005 + 0,045 = 0,05$  моль.  
 Концентрация  $\text{HCl}$  в полученном растворе II:  
 $C(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{II}})/V_{\text{р-р}} = 0,05/0,5 = 0,1$  моль/л.  
 Количество  $\text{CuCl}_2$ , прореагировавшего с 0,0225 моль  $\text{H}_2\text{S}$ :  $n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,0225$  моль.  
 Количество  $\text{CuCl}_2$ , оставшегося в растворе II:  
 $n_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2) - n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,4 - 0,0225 = 0,3775$  моль,  
 его масса  $m_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 0,3775 \cdot 134,5 \approx 50,8$  г.  
 Масса раствора II:  $m_{\text{р-ра II}} = m_{\text{р-ра I}} + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 548,9 + 0,77 - 2,15 \approx 547,5$  г.  
 Массовая доля соли в растворе II:  $\omega_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 50,8/547,5 = 0,0928$  или **9,28%**.

**Система оценивания:**

**а) Формула минерала 3 б, название 1 б** **3+1 = 4 балла;**  
**б) – в) Уравнения реакций по 1 б, расчет объема газа 3 б,** **2\*1+3 = 5 баллов;**  
**Расчет массы осадка 3 б, расчет концентраций кислоты по 3 б** **3+2\*3 = 9 баллов;**  
**Расчет массовых долей соли по 4 б (без учета масс газов по 3 б)** **2\*4 = 8 баллов;**  
**Итого 26 баллов**

3.2. Уравнения реакций восстановления:  
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 = 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$  (1);  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 = 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$  (2).  
 Уравнения реакций взаимодействия с соляной кислотой:  
 $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (3);  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$  (4).  
 $n(\text{H}_2) = 3,36/22,4 = 0,15$  моль =  $n(\text{Fe})$ ;  $m(\text{Fe}) = 0,15 \cdot 56 = 8,4$  г металлического железа.  
 Количество железной окалины, пошедшее на образование железа (реакция 2):  
 $n_2(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1/3n(\text{Fe}) = 1/3 \cdot 0,15 = 0,05$  моль.  
 Исходное количество железной окалины:  $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 34,8/232 = 0,15$  моль.  
 Количество железной окалины, пошедшее на образование оксида железа(II) (реакция 1):  
 $n_1(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,15 - 0,05 = 0,1$  моль =  $1/3n(\text{FeO})$ ;  $n(\text{FeO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3$  моль;  
 $m(\text{FeO}) = 0,3 \cdot 72 = 21,6$  г.  
 Масса смеси, полученной при восстановлении:  $m(\text{смеси}) = 21,6 + 8,4 = 30$  г.  
 $\omega(\text{Fe}) = 8,4/30 = 0,28$  или **28 %**.  
 $\omega(\text{FeO}) = 21,6/30 = 0,72$  или **72 %**.

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б** **4\*1 = 4 балла;**  
**Расчет массовых долей компонентов смеси по 5 б** **2\*5 = 10 баллов**  
**(Если массовая доля вычислена неверно, то до 4 б за каждую верно вычисленную массу компонента);**  
**Итого 14 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

10 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ...**основание** Льюиса, а акцептором – ... **кислота** Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Cs}_2\text{S}$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **пяти**, а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  ... **четырем**.
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **вправо**, а если уменьшить давление – ... **тоже вправо**.
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ... **убывают**, а радиусы атомов элементов IIА группы с увеличением порядкового номера ... **возрастают**.
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ... **плоский треугольник**, а молекулы  $\text{NF}_3$  ... **треугольная пирамида**.
- 1.7. Степень окисления хрома в хромате калия ... **+6**, а в дихромате калия ... **тоже +6**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде ... **иод**.
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  соответствуют соединения, относящиеся к классам ... **спиртов** и ... **простых эфиров**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при электролизе водного раствора соли предельной карбоновой кислоты, относится к классу ... **алканов**, а происходящий процесс называется реакция ... **Кольбе**.

*Система оценивания:*

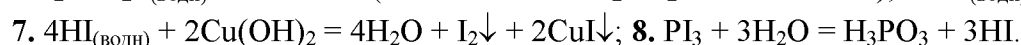
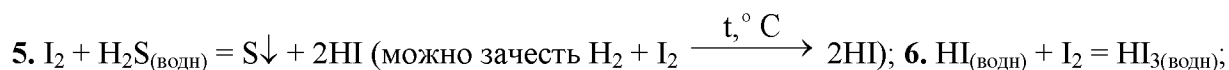
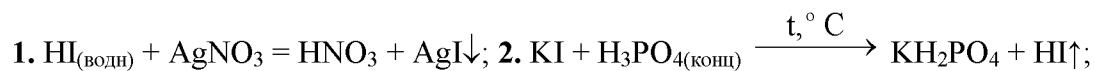
*Каждый правильный ответ по 1 б*

*всего  $1*2*10 = 20$  баллов.*

*Итого 20 баллов*

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

- 2.1. **Х** – HI - иодоводород; **А** – CuI - иодид меди(I), иодистая медь;  
**Б** – HI<sub>3</sub> - трииодоводород, трииодид водорода; **В** - I<sub>2</sub> - иод; **Г** - HIO<sub>3</sub> - иодноватая кислота.  
Уравнения реакций:



*Система оценивания:*

*Формулы X, А-Г по 0,5 б, названия по 0,5 б*

*$5*(0,5+0,5) = 5$  баллов;*

*Уравнения реакций по 1 б*

*$8*1 = 8$  баллов;*

*Итого 13 баллов*

2.2. Самая большая концентрация  $H^+$  и, как следствие, самый маленький pH (поскольку это **отрицательный** десятичный логарифм  $[H^+]$ ) будет в растворах сильных кислот HCl и  $HNO_3$ . С учетом их молярных масс  $\nu(HCl) = 2/36,5 > \nu(HNO_3) = 2/63$ , следовательно, наименьший pH будет в растворе HCl. Раствор  $CO_2$  в воде – слабая кислота – среда слабокислая. В растворе KCl – соли сильной кислоты и сильного основания – среда нейтральная;  $NH_3$  – слабое основание – среда слабощелочная. KOH и NaOH – сильные основания, но  $\nu(NaOH) = 2/40 > \nu(KOH) = 2/56$ , следовательно, наибольший pH будет в растворе NaOH. Получаем следующий порядок возрастания pH:

HCl,  $HNO_3$ ,  $CO_2$ , KCl,  $NH_3$ , KOH, NaOH.

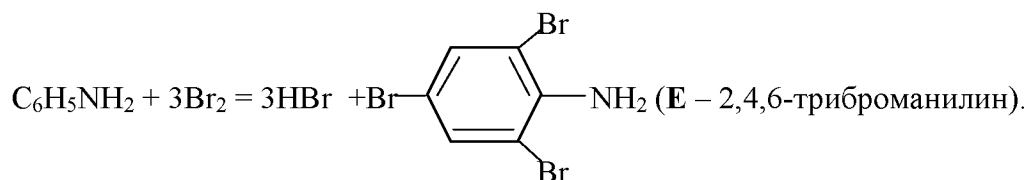
**Система оценивания:**

**Правильное положение каждого раствора в ряду по 1 б, верное пояснение места каждого раствора в ряду по 1 б (если перепутано направление ряда, то снимается 4 б; если сумма получается  $< 0$ , то выставляется 0)**

$1*7+1*7 = 14$  баллов.

**Итого 14 баллов**

2.3.  $CaC_2$  (карбид кальция) +  $2H_2O = Ca(OH)_2 + HC\equiv CH\uparrow$  (А – этин, ацетилен);  
 $3HC\equiv CH = C_6H_6$  (В, бензол);  $C_6H_6 + HNO_3 = H_2O + C_6H_5NO_2$  (С – нитробензол);  
 $C_6H_5NO_2 + 3Zn + 6HCl = 3ZnCl_2 + 2H_2O + C_6H_5NH_2$  (D – анилин)



**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

$5*1 = 5$  баллов;

**Структурные формулы по 1 б**

$5*1 = 5$  баллов;

**Названия по 0,5 б**

$6*0,5 = 3$  балла;

**Итого 13 баллов**

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. а) Если взять 100 г малахита, то в нем будет содержаться 72,0 г  $CuO$ , 19,9 г  $CO_2$  и 8,1 г  $H_2O$ . Тогда молярное отношение этих оксидов составит  $n(CuO) : n(CO_2) : n(H_2O) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$ . Молекулярная формула малахита  $2CuO*CO_2*H_2O$  или  $Cu_2CH_2O_5$  или  $Cu(OH)_2*CuCO_3$  или  $Cu_2(OH)_2CO_3$  или  $(CuOH)_2CO_3$ . Его название - гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции:  $(CuOH)_2CO_3 + 4HCl = 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$ .

Количество малахита:  $n((CuOH)_2CO_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$  моль.

Количество HCl в исходном растворе:  $n(HCl_{исх}) = 1,61*500/1000 = 0,805$  моль.

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(HCl_{реакция}) = 4*0,2 = 0,8$  моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I:  $n(HCl_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$  моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

$C(HCl_I) = n(HCl_I)/V_{р-р} = 0,005/0,5 = 0,01$  моль/л.

pH полученного раствора I:  $pH_I = -lg[H^+] = 2$ .

Количество  $CO_2$ , образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CO_2) = 0,2$  моль, его объем  $V(CO_2) = 0,2*22,4 = 4,48$  л, его масса  $m(CO_2) = 0,2*44 = 8,8$  г (эти значения также можно вычислить из массовой доли  $CO_2$  в малахите).

Количество  $CuCl_2$ , образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CuCl_2) = 2*0,2 = 0,4$  моль, его масса  $m(CuCl_2) = 0,4*134,5 = 53,8$  г.

Масса раствора I:

$$m_{\text{р-ра I}} = m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра HCl}) - m(\text{CO}_2) = 44,2 + 500 \cdot 1,027 - 8,8 = 548,9 \text{ г.}$$

Массовая доля соли в растворе I:  $\omega_1(\text{CuCl}_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$  или **9,80%**.

в) Уравнение реакции:  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{HCl}$ .

Количество сероводорода:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = V/V_m = 0,504/22,4 = 0,0225 \text{ моль. Его масса } m(\text{H}_2\text{S}) = 0,0225 \cdot 32 \approx 0,77 \text{ г.}$$

Количество  $\text{CuS}$ , выпавшего в осадок:

$$n(\text{CuS}) = 0,0225 \text{ моль. Его масса } m(\text{CuS}) = 0,0225 \cdot 95,5 \approx \mathbf{2,15 \text{ г.}}$$

Количество  $\text{HCl}$ , получившееся в реакции с 0,0225 моль  $\text{H}_2\text{S}$ :

$$n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) = 2 \cdot 0,0225 = 0,045 \text{ моль.}$$

Общее количество  $\text{HCl}$  в растворе II:

$$n(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) + n(\text{HCl}_I) = 0,005 + 0,045 = 0,05 \text{ моль.}$$

Концентрация  $\text{HCl}$  в полученном растворе II:

$$C(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{II}})/V_{\text{р-р}} = 0,05/0,5 = 0,1 \text{ моль/л.}$$

pH полученного раствора II:  $\text{pH}_{\text{II}} = -\lg[\text{H}^+] = \mathbf{1}$ .

Количество  $\text{CuCl}_2$ , прореагировавшего с 0,0225 моль  $\text{H}_2\text{S}$ :  $n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,0225 \text{ моль.}$

Количество  $\text{CuCl}_2$ , оставшегося в растворе II:

$$n_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2) - n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,4 - 0,0225 = 0,3775 \text{ моль,}$$

его масса  $m_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 0,3775 \cdot 134,5 \approx 50,8 \text{ г.}$

Масса раствора II:  $m_{\text{р-ра II}} = m_{\text{р-ра I}} + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 548,9 + 0,77 - 2,15 \approx 547,5 \text{ г.}$

Массовая доля соли в растворе II:  $\omega_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 50,8/547,5 = 0,0928$  или **9,28%**.

**Система оценивания:**

**а) Формула минерала 3 б, название 1 б**

**3+1 = 4 балла;**

**б) – в) Уравнения реакций по 1 б, расчет объема газа 3 б,**

**2\*1+3 = 5 баллов;**

**Расчет массы осадка 3 б, расчет pH растворов по 3 б,**

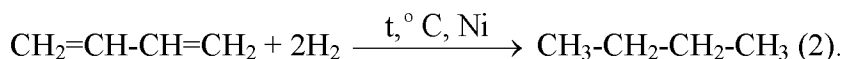
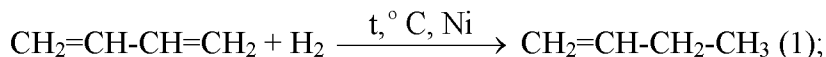
**3+2\*3 = 9 баллов;**

**Расчет массовых долей соли по 4 б (без учета масс газов по 3 б)**

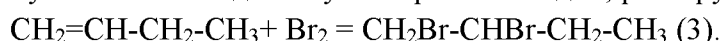
**2\*4 = 8 баллов;**

**Итого 26 баллов**

3.2. Уравнения реакций гидрирования:



Бутан не взаимодействует с бромной водой, реагирует только бутен-1:



$n(\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2) = 10,8/216 = 0,05 \text{ моль} = n(\text{C}_4\text{H}_8)$ ;  $m(\text{C}_4\text{H}_8) = 0,05 \cdot 56 = 2,8 \text{ г}$  бутена-1.

Количество бутадиена-1,3, пошедшее на образование бутена-1 (реакция 1):

$$n_1(\text{C}_4\text{H}_6) = n(\text{C}_4\text{H}_8) = 0,05 \text{ моль.}$$

Исходное количество бутадиена-1,3:  $n(\text{C}_4\text{H}_6) = 8,1/54 = 0,15 \text{ моль.}$

Количество бутадиена-1,3, пошедшее на образование бутана (реакция 2):

$$n_2(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль} = n(\text{C}_4\text{H}_{10}); m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0,1 \cdot 58 = 5,8 \text{ г.}$$

Масса смеси, полученной при гидрировании:  $m(\text{смеси}) = 2,8 + 5,8 = 8,6 \text{ г.}$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_8) = 2,8/8,6 = 0,326 \text{ или } \mathbf{32,6 \%}.$$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 5,8/8,6 = 0,674 \text{ или } \mathbf{67,4 \%}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 2 б**

**3\*2 = 6 баллов;**

**Расчет массовых долей компонентов смеси по 4 б**

**2\*4 = 8 баллов;**

**(Если массовая доля вычислена неверно, то до 3 б за каждую верно вычисленную массу компонента);**

**Итого 14 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2013-2014 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

11 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

- 1.1. Согласно теории Льюиса, частица, являющаяся донором электронной пары, называется ...**основание** Льюиса, а акцептором – ... **кислота** Льюиса.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Cs}_2\text{S}$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{SrI}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме марганца в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **пяти**, а в ионе  $\text{Mn}^{3+}$  ... **четырем**.
- 1.4. В реакции  $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} - Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **вправо**, а если уменьшить давление – ... **тоже вправо**.
- 1.5. Радиусы атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера ... **убывают**, а радиусы атомов элементов IIА группы с увеличением порядкового номера ... **возрастают**.
- 1.6. Геометрия молекулы  $\text{BF}_3$  ... **плоский треугольник**, а молекулы  $\text{NF}_3$  ... **треугольная пирамида**.
- 1.7. Степень окисления хрома в хромате калия ... **+6**, а в дихромате калия ... **тоже +6**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{BaI}_2$  на катоде выделяется ... **водород**, а на аноде ... **иод**.
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  соответствуют соединения, относящиеся к классам ... **спиртов** и ... **простых эфиров**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при электролизе водного раствора соли предельной карбоновой кислоты, относится к классу ... **алканов**, а происходящий процесс называется реакция ... **Кольбе**.

*Система оценивания:*

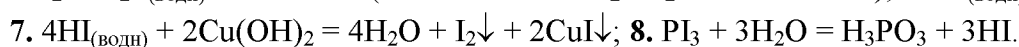
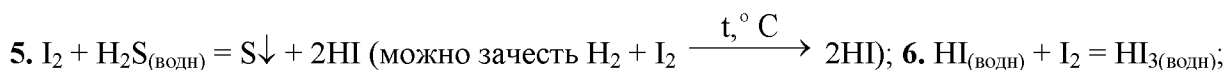
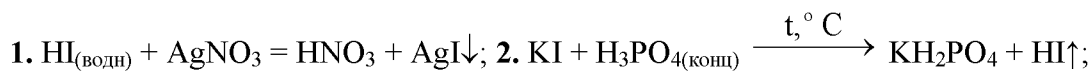
*Каждый правильный ответ по 1 б*

*всего  $1*2*10 = 20$  баллов.*

*Итого 20 баллов*

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).

- 2.1. **Х** – HI - иодоводород; **А** – CuI - иодид меди(I), иодистая медь;  
**Б** – HI<sub>3</sub> - трииодоводород, трииодид водорода; **В** - I<sub>2</sub> - иод; **Г** - HIO<sub>3</sub> - иодноватая кислота.  
Уравнения реакций:



*Система оценивания:*

*Формулы X, А-Г по 0,5 б, названия по 0,5 б*

*$5*(0,5+0,5) = 5$  баллов;*

*Уравнения реакций по 1 б*

*$8*1 = 8$  баллов;*

*Итого 13 баллов*

2.2. Самая большая концентрация  $H^+$  и, как следствие, самый маленький pH (поскольку это **отрицательный** десятичный логарифм  $[H^+]$ ) будет в растворах сильных кислот HCl и  $HNO_3$ . С учетом их молярных масс  $\nu(HCl) = 2/36,5 > \nu(HNO_3) = 2/63$ , следовательно, наименьший pH будет в растворе HCl. Раствор  $CO_2$  в воде – слабая кислота – среда слабокислая. В растворе KCl – соли сильной кислоты и сильного основания – среда нейтральная;  $NH_3$  – слабое основание – среда слабощелочная. KOH и NaOH – сильные основания, но  $\nu(NaOH) = 2/40 > \nu(KOH) = 2/56$ , следовательно, наибольший pH будет в растворе NaOH. Получаем следующий порядок возрастания pH:

HCl,  $HNO_3$ ,  $CO_2$ , KCl,  $NH_3$ , KOH, NaOH.

**Система оценивания:**

**Правильное положение каждого раствора в ряду по 1 б, верное пояснение места каждого раствора в ряду по 1 б (если перепутано направление ряда, то снимается 4 б; если сумма получается < 0, то выставляется 0)**

$1*7+1*7 = 14$  баллов.

**Итого 14 баллов**

2.3. **A** –  $C_6H_5-CH(CH_3)_2$  – изопропилбензол;

**B** –  $n-NO_3S-C_6H_4-CH(CH_3)_2$  – 4-изопропилбензолсульфо кислота;

**C** –  $n-NO_3S-C_6H_4-COOH$  – 4-сульфобензойная кислота; **D** –  $C_6H_5ONa$  – фенолят натрия;

**E** –  $C_6H_5OH$  – фенол; **F** –  $o-NO-C_6H_4-CH_2OH$  – 2-гидроксibenзиловый спирт и

$n-NO-C_6H_4-CH_2OH$  – 4-гидроксibenзиловый спирт.

**Система оценивания:**

**Структурные формулы A-E по 1 б, названия по 1 б**

$5*(1+1) = 10$  баллов;

**Структурная формула и название одного изомера F по 1 б**

$2*(1+1) = 2$  балла;

**Структурная формула и название второго изомера F по 0,5 б**

$2*(0,5+0,5) = 1$  балл;

**Итого 13 баллов**

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. а) Если взять 100 г малахита, то в нем будет содержаться 72,0 г CuO, 19,9 г  $CO_2$  и 8,1 г  $H_2O$ . Тогда мольное отношение этих оксидов составит  $n(CuO) : n(CO_2) : n(H_2O) = 72/79,5 : 19,9/44 : 8,1/18 = 0,90 : 0,45 : 0,45 = 2 : 1 : 1$ . Молекулярная формула малахита  $2CuO*CO_2*H_2O$  или  $Cu_2CH_2O_5$  или  $Cu(OH)_2*CuCO_3$  или  $Cu_2(OH)_2CO_3$  или  $(CuOH)_2CO_3$ . Его название - гидроксокарбонат меди(II) или карбонат-дигидроксид димеди или основная углекислая медь.

б) Уравнение реакции:  $(CuOH)_2CO_3 + 4HCl = 2CuCl_2 + CO_2\uparrow + 3H_2O$ .

Количество малахита:  $n((CuOH)_2CO_3) = m/M = 44,2/221 = 0,2$  моль.

Количество HCl в исходном растворе:  $n(HCl_{исх}) = 1,61*500/1000 = 0,805$  моль.

Количество HCl, требующееся для реакции с 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(HCl_{реакция}) = 4*0,2 = 0,8$  моль - HCl в небольшом избытке.

Количество HCl, оставшееся в полученном растворе I:  $n(HCl_I) = 0,805 - 0,8 = 0,005$  моль.

Концентрация HCl в полученном растворе I:

$C(HCl_I) = n(HCl_I)/V_{p-p} = 0,005/0,5 = 0,01$  моль/л.

pH полученного раствора I:  $pH_I = -lg[H^+] = 2$ .

Количество  $CO_2$ , образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CO_2) = 0,2$  моль, его объем  $V(CO_2) = 0,2*22,4 = 4,48$  л, его масса  $m(CO_2) = 0,2*44 = 8,8$  г (эти значения также можно вычислить из массовой доли  $CO_2$  в малахите).

Количество  $CuCl_2$ , образовавшегося из 0,2 моль  $(CuOH)_2CO_3$ :

$n(CuCl_2) = 2*0,2 = 0,4$  моль, его масса  $m(CuCl_2) = 0,4*134,5 = 53,8$  г.

Масса раствора I:

$m_{p-ра I} = m((CuOH)_2CO_3) + m(p-ра HCl) - m(CO_2) = 44,2 + 500*1,027 - 8,8 = 548,9$  г.

Массовая доля соли в растворе I:  $\omega_1(CuCl_2) = 53,8/548,9 = 0,0980$  или **9,80%**.

в) Уравнение реакции:  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + 2\text{HCl}$ .

Количество сероводорода:

$n(\text{H}_2\text{S}) = V/V_m = 0,504/22,4 = 0,0225$  моль. Его масса  $m(\text{H}_2\text{S}) = 0,0225 \cdot 32 \approx 0,77$  г.

Количество  $\text{CuS}$ , выпавшего в осадок:

$n(\text{CuS}) = 0,0225$  моль. Его масса  $m(\text{CuS}) = 0,0225 \cdot 95,5 \approx 2,15$  г.

Количество  $\text{HCl}$ , получившееся в реакции с  $0,0225$  моль  $\text{H}_2\text{S}$ :

$n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) = 2 \cdot 0,0225 = 0,045$  моль.

Общее количество  $\text{HCl}$  в растворе II:

$n(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{р-я}}) + n(\text{HCl}_I) = 0,005 + 0,045 = 0,05$  моль.

Концентрация  $\text{HCl}$  в полученном растворе II:

$C(\text{HCl}_{\text{II}}) = n(\text{HCl}_{\text{II}})/V_{\text{р-р}} = 0,05/0,5 = 0,1$  моль/л.

$\text{pH}$  полученного раствора II:  $\text{pH}_{\text{II}} = -\lg[\text{H}^+] = 1$ .

Количество  $\text{CuCl}_2$ , прореагировавшего с  $0,0225$  моль  $\text{H}_2\text{S}$ :  $n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,0225$  моль.

Количество  $\text{CuCl}_2$ , оставшегося в растворе II:

$n_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = n(\text{CuCl}_2) - n(\text{CuCl}_{2(\text{р-я})}) = 0,4 - 0,0225 = 0,3775$  моль,

его масса  $m_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 0,3775 \cdot 134,5 \approx 50,8$  г.

Масса раствора II:  $m_{\text{р-ра II}} = m_{\text{р-ра I}} + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 548,9 + 0,77 - 2,15 \approx 547,5$  г.

Массовая доля соли в растворе II:  $\omega_{\text{II}}(\text{CuCl}_2) = 50,8/547,5 = 0,0928$  или **9,28%**.

**Система оценивания:**

**а) Формула минерала 3 б, название 1 б**

**3+1 = 4 балла;**

**б) – в) Уравнения реакций по 1 б, расчет объема газа 3 б,**

**2\*1+3 = 5 баллов;**

**Расчет массы осадка 3 б, расчет pH растворов по 3 б,**

**3+2\*3 = 9 баллов;**

**Расчет массовых долей соли по 3 б (без учета масс газов по 2 б)**

**2\*3 = 6 баллов;**

**Итого 24 балла**

3.2. Бензол и фенол не взаимодействуют с  $\text{HCl}$ , реагирует только анилин:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}\downarrow$ .

$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}) = 25,9/129,5 = 0,2$  моль =  $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$ ;  $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 93 \cdot 0,2 = 18,6$  г.

С концентрированным раствором гидроксида натрия взаимодействует фенол:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ .

Щелочной водный раствор фенолята натрия – нижний слой; бензол – верхний слой.

$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 23,3 \cdot 0,88 = 20,5$  г;  $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 50,0 - 18,6 - 20,5 = 10,9$  г.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 18,6/50 = 0,372$  или **37,2 %**.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_6) = 20,5/50 = 0,41$  или **41,0 %**.

$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 10,9/50 = 0,218$  или **21,8 %**.

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 2 б**

**2\*2 = 4 балла;**

**Расчет массовых долей компонентов смеси по 4 б**

**3\*4 = 12 баллов;**

**(Если массовая доля вычислена неверно, то до 3 б за каждую верно вычисленную массу компонента);**

**Итого 16 баллов**

**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Олимпиадные задания по химии.**

**8 класс (1 вариант).**

**1.** В пяти первых периодах Периодической системы есть десять элементов, названия которых состоят из восьми букв (это почти самые длинные названия в ПС).

а) Перечислите эти элементы.

Элемент, имеющий наименьшее число электронов в атоме среди перечисленных в этом списке, в природе представлен единственным стабильным (не радиоактивным) изотопом.

б) Укажите название элемента, массовое число этого изотопа, а также количество протонов, нейтронов и электронов, входящих в его состав.

**2.** Через стеклянную трубку пропускают газообразный аммиак ( $\text{NH}_3$ ) со скоростью  $9,03 \cdot 10^{18}$  молекул в секунду.

а) Сколько всего атомов пройдет через эту трубку за одни сутки?

б) Какова будет общая масса всех этих атомов, и сколько отдельно будет весить прошедший через трубку в составе аммиака элемент водород?

в) Какой объем займет прошедший через трубку аммиак при н.у.?

г) А сколько времени потребуется, чтобы пропустить через эту трубку с той же скоростью 28,6 г углекислого газа ( $\text{CO}_2$ )?

**3.** Вам требуется приготовить 250 г 10 % раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ . Вычислите для разных случаев (а - д)), необходимые для приготовления раствора:

а) Массу безводного  $\text{CuSO}_4$  и массу воды;

б) Массу 12,5 % раствора  $\text{CuSO}_4$  и массу воды;

в) Массу медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и массу воды;

г) Массу 12,5 % раствора  $\text{CuSO}_4$  и массу 2,5 % раствора  $\text{CuSO}_4$ ;

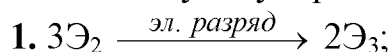
д) Массу медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и массу 2,5 % раствора  $\text{CuSO}_4$ .



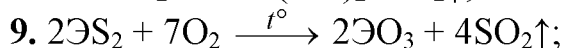
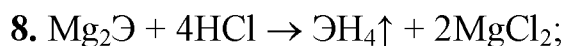
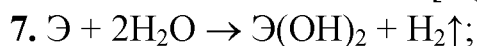
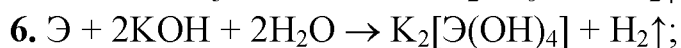
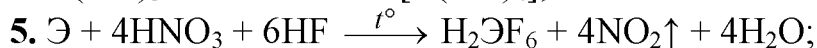
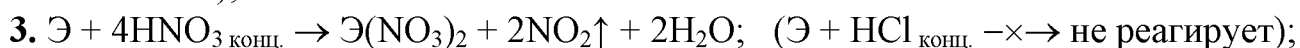
Олимпиадные задания по химии.

9 класс (1 вариант).

1. В пяти первых периодах Периодической системы есть десять элементов, названия которых состоят из восьми букв (это почти самые длинные названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "Э". Перечислите эти элементы и для каждого из них установите соответствующую реакцию.

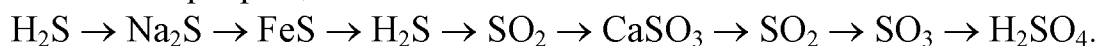


2.  $Э \rightarrow {}^{98}\text{Ru} + e^-$  ( $\beta^-$ -распад одного из природных изотопов; устойчивых изотопов у этого элемента нет);



2. Рассчитайте массы карбоната кальция и 20 % раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ), которые потребуются для получения 33,3 г безводного хлорида кальция. Какой объем занимает требующаяся соляная кислота? А какой объем углекислого газа (н.у.) получится в ходе реакции? Посчитайте массовую долю соли в полученном растворе, а также массу гексагидрата (шестиводного) хлорида кальция, которую можно будет получить после аккуратного испарения воды из этого раствора.

3. Напишите названия перечисленных соединений серы и полные уравнения реакций для последовательности превращений:



4. Какие из перечисленных веществ взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, азот, нитрит калия, бромид аммония, оксид фосфора(V), оксид хрома(II), карбонат кальция? Если не взаимодействуют, обязательно укажите это, если взаимодействуют, то напишите уравнения соответствующих химических реакций (при избытке NaOH).

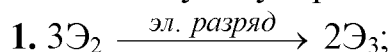
Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

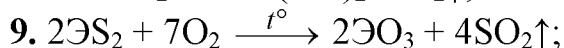
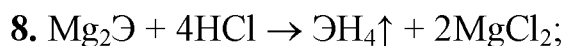
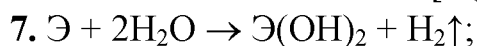
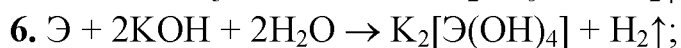
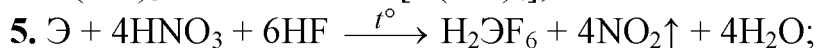
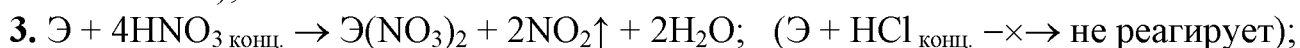
Олимпиадные задания по химии.

10 класс (1 вариант).

1. В пяти первых периодах Периодической системы есть десять элементов, названия которых состоят из восьми букв (это почти самые длинные названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "Э". Перечислите эти элементы и для каждого из них установите соответствующую реакцию.



2.  $Э \rightarrow {}^{98}\text{Ru} + e^-$  ( $\beta^-$ -распад одного из природных изотопов; устойчивых изотопов у этого элемента нет);



2. Рассчитайте массы карбоната кальция и 20 % раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ), которые потребуются для получения 33,3 г безводного хлорида кальция. Какой объем занимает требующаяся соляная кислота? А какой объем углекислого газа (н.у.) получится в ходе реакции? Посчитайте массовую долю соли в полученном растворе, а также массу гексагидрата (шестиводного) хлорида кальция, которую можно будет получить после аккуратного испарения воды из этого раствора.

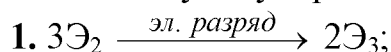
3. Взаимодействие 1 моль углеводорода А при облучении УФ-светом с 1 моль газообразного хлора приводит к образованию двух разных органических продуктов (моноклорпроизводных). При обработке одного моля А двумя молями хлора в таких же условиях может получиться четыре различных продукта. Известно, что плотность по водороду соединения А равна 22. Предложите структурную формулу углеводорода А, назовите его с использованием номенклатуры IUPAC. Напишите в общем виде уравнения реакций А с одним и двумя молями хлора, приведите структурные формулы и названия (по IUPAC) всех органических продуктов реакций.

4. Какие из перечисленных веществ взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, азот, нитрит калия, бромид аммония, оксид фосфора(V), оксид хрома(II), карбонат кальция, 2,2-диметилпропан, этилен, уксусная кислота, 3-бромпентан? Если не взаимодействуют, обязательно укажите это, если взаимодействуют, то напишите уравнения соответствующих химических реакций (при избытке NaOH).

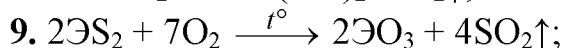
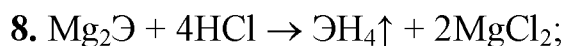
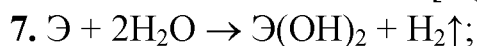
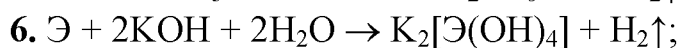
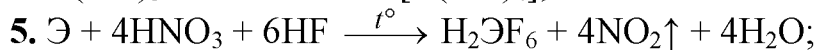
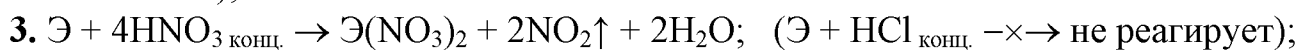
Олимпиадные задания по химии.

11 класс (1 вариант).

1. В пяти первых периодах Периодической системы есть десять элементов, названия которых состоят из восьми букв (это почти самые длинные названия в ПС). Для *каждого* из этих элементов ниже приведено по *одной* характерной реакции, в которых они зашифрованы буквой "Э". Перечислите эти элементы и для каждого из них установите соответствующую реакцию.



2.  $Э \rightarrow {}^{98}\text{Ru} + e^-$  ( $\beta^-$ -распад одного из природных изотопов; устойчивых изотопов у этого элемента нет);



2. Рассчитайте массы карбоната кальция и 20 % раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ), которые потребуются для получения 33,3 г безводного хлорида кальция. Какой объем занимает требующаяся соляная кислота? А какой объем углекислого газа (н.у.) получится в ходе реакции? Посчитайте массовую долю соли в полученном растворе, а также массу гексагидрата (шестиводного) хлорида кальция, которую можно будет получить после аккуратного испарения воды из этого раствора.

3. Взаимодействие 1 моль углеводорода А при облучении УФ-светом с 1 моль газообразного хлора приводит к образованию двух разных органических продуктов (моноклорпроизводных). При обработке одного моля А двумя молями хлора в таких же условиях может получиться четыре различных продукта. Известно, что плотность по водороду соединения А равна 22. Предложите структурную формулу углеводорода А, назовите его с использованием номенклатуры IUPAC. Напишите в общем виде уравнения реакций А с одним и двумя молями хлора, приведите структурные формулы и названия (по IUPAC) всех органических продуктов реакций.

4. Какие из перечисленных веществ взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, азот, нитрит калия, бромид аммония, оксид фосфора(V), оксид хрома(II), карбонат кальция, 2,2-диметилпропан, этилен, уксусная кислота, 3-бромпентан, этилацетат, 2-нитрофенол, диэтиловый эфир, трет-бутиловый спирт? Если не взаимодействуют, обязательно укажите это, если взаимодействуют, то напишите уравнения соответствующих химических реакций (при избытке NaOH).

**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии.**

**8 класс (1 вариант).**

1. а) Элементы следующие: бериллий, кислород, алюминий, марганец, германий, стронций, цирконий, молибден, технеций и палладий.

б) Элемент, имеющий наименьшее число электронов, имеет и наименьший порядковый номер, т.е. это **бериллий**. Поскольку он имеет единственный стабильный изотоп, то массовое число этого изотопа будет ближайшим целым числом к атомной массе, приведенной для этого элемента в ПС, т.е. оно равно **9**. В составе этого изотопа по **4 протона и электрона** (по порядковому номеру) и  $9 - 4 = 5$  **нейтронов**.

*Система оценивания:*

*За каждый перечисленный элемент по 0,5 б ( $0,5б * 10 = 5$  баллов);*

*За название элемента, массовое число, количество протонов, нейтронов и электронов по 1 б ( $1б * 5 = 5$  баллов).*

*Всего 10 баллов.*

2. а) За одни сутки через трубку пройдет  $24 * 60 * 60 * 9,06 * 10^{18} = 7,8 * 10^{23}$  молекул, что составит  $7,8 * 10^{23} / 6,02 * 10^{23} = 1,3$  моля. Атомов будет в четыре раза больше:  $4 * 7,8 * 10^{23} = 3,12 * 10^{24}$  штук.

б) Общая масса всех атомов (т.е. масса аммиака) составит  $17г/моль * 1,3моль = 22,1$  г. Масса элемента водорода, прошедшего через трубку, составит  $3 * 1г/моль * 1,3 моль = 3,9$  г.

в) Объем аммиака  $1,3моль * 22,4л/моль = 29,12$  л.

г) В 28,6 г углекислого газа содержится  $28,6/44 = 0,65$  моля  $CO_2$ , что в  $1,3/0,65 = 2$  раза меньше, чем количество аммиака, прошедшее через трубку за одни сутки. Следовательно, для пропускания через трубку 28,6 г углекислого газа потребуется в 2 раза меньше времени, чем одни сутки, т.е. **12 часов**.

*Система оценивания*

*За каждый правильный численный ответ по 3 б ( $3б * 5 = 15$  баллов).*

*Всего 15 баллов.*

3. В 250 г 10 % водного раствора сульфата меди содержится  $0,1 * 250 = 25$  г  $CuSO_4$  и  $250 - 25 = 225$  г воды. Этими числами мы и будем руководствоваться, проводя следующие расчеты.

а) Этот пункт мы уже решили: **25 г  $CuSO_4$  и 225 г воды**.

б) Такая масса (25 г)  $CuSO_4$  содержится в  $25/0,125 = 200$  г **12,5 % раствора**. Воды потребуется  $250 - 200 = 50$  г.

в) В медном купоросе на 250 г кристаллогидрата ( $64+32+16*4+18*5$ ) приходится 160 г безводной соли ( $64+32+16*4$ ) и  $18*5 = 90$  г воды. Т.е. массовая доля безводной соли составляет  $160/250 = 0,64$  или 64 %. Тогда 25 г  $CuSO_4$  содержатся в  $25/0,64 = 39$  г **медного купороса  $CuSO_4 * 5H_2O$** , а воды потребуется  $250 - 39 = 211$  г.

г) А здесь придется решать систему из двух уравнений с двумя неизвестными, которую, впрочем, можно свести и к одному уравнению. Пусть  $x$  – масса 12,5 % раствора  $CuSO_4$ , тогда масса 2,5 % раствора  $CuSO_4$  будет  $250-x$ . Масса  $CuSO_4$ , которая должна содержаться в этих растворах в сумме, составляет 25 г. Составляем уравнение:  $0,125x + 0,025*(250-x) = 25$ . Решая уравнение, получаем  $x = 187,5$  г. То есть 12,5 % раствора требуется **187,5 г**, а 2,5 % раствора  $CuSO_4$   $250 - 187,5 = 32,5$  г.

д) Решаем аналогично с учетом массовой доли безводной соли в медном купоросе. Уравнение выглядит так  $0,64x + 0,025*(250-x) = 25$ , откуда  $x = 30,5$ . То есть медного купороса требуется **30,5 г**, а 2,5 % раствора  $CuSO_4$   $250 - 30,5 = 219,5$  г.

*Система оценивания:*

*За каждую пару правильных ответов в каждом пункте по 3 б ( $3б * 5 = 15$  баллов).*

*Всего 15 баллов.*

**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии.**

**9 класс (1 вариант).**

1. Элементы следующие: бериллий, кислород, алюминий, марганец, германий, стронций, цирконий, молибден, технеций и палладий. Несмотря на то, что химия многих элементов недостаточно освещается в школьном курсе, по положению в ПС мы можем предсказать характерные степени окисления этих элементов и некоторые их свойства по аналогии с известными нам соседями по подгруппе.

- 1) Подходит только O. 2) Подходит только Tc. 3) Подходит только Pd. 4) Подходит только Al.  
5) Подходят Zr и Ge. 6) Подходит только Be. 7) Подходит только Sr. 8) Подходит только Ge.  
9) Подходит только Mo. 10) Подходит только Mn.

*Система оценивания:*

*За каждый перечисленный элемент по 0,5 б (0,5б\*10 = 5 баллов)*

*За каждое подходящее соответствие элемента и реакции по 1 б (1б\*10 = 10 баллов).*

*Всего 15 баллов.*

2. Уравнение реакции:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ . Необходимое количество хлорида кальция  $33,3/111 = 0,3$  моля. Следовательно, потребуется 0,3 моля или  $0,3*100 = 30$  г карбоната кальция и  $0,3*2 = 0,6$  моля или  $0,6*36,5 = 21,9$  г хлороводорода, которые будут содержаться в  $21,9/0,2 = 109,5$  г 20 % раствора HCl. Объем этого раствора составит  $109,5/1,098 = 99,7 \approx 100$  см<sup>3</sup>.

Углекислого газа выделится 0,3 моля, что при н.у. составит  $0,3*22,4 = 6,72$  л.

Масса раствора будет равна сумме масс карбоната кальция и раствора соляной кислоты за вычетом массы улетевшего углекислого газа, которая составила  $0,3*44 = 13,2$  г:  $M_{p-pa} = 30 + 109,5 - 13,2 = 126,3$  г. Массовая доля хлорида кальция в полученном растворе  $33,3/126,3 = 0,264$  или **26,4 %**.

Гексагидрата хлорида кальция тоже получится 0,3 моля или  $0,3*219 = 65,7$  г.

*Система оценивания*

*За уравнение реакции 1 балл*

*За каждый правильный численный ответ на вопрос о массах и объемах по 2 б (2б\*5 = 10 баллов), за верный расчет массовой доли соли (с учетом потери массы раствором) 4 балла.*

*Всего 15 баллов.*

3. Уравнения реакций (можно выбирать и другие реагенты, приводящие к нужным продуктам):

$\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}$  (сульфид натрия, сернистый натрий);

$\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{FeS}\downarrow$  (сульфид железа(II), сернистое железо);

$\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$  (сероводород);

$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$  (оксид серы(IV) или диоксид (двуокись) серы, сернистый газ);

$\text{SO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSO}_3$  (сульфит кальция);

$\text{CaSO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2\uparrow$  или  $\text{CaSO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{SO}_2\uparrow$ ;

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ, kt} 2\text{SO}_3$  (оксид серы(VI) или триоксид (трехокись) серы, серный ангидрид)

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$  (серная кислота).

*Система оценивания:*

*По 1 б за каждое уравнение (если неверные коэффициенты, или не все продукты, то 0,5 б; 1б\*8 = 8 баллов) и по 1 б за одно верное название каждого вещества (1б\*7 = 7 баллов).*

*Всего 15 баллов.*

4. Не взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), азот, нитрит калия, оксид хрома(II), карбонат кальция.

Взаимодействуют: нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, бромид аммония, оксид фосфора(V).

Уравнения реакций:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ ;

$\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  или  $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{NH}_4\text{Br} + \text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

*Система оценивания:*

*По 0,5 б за каждое правильное указание (реагирует / не реагирует; 0,5б\*10 = 5 баллов) и по 1 б за каждое уравнение (1б\*5 = 5 баллов).*

*Всего 10 баллов.*

Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников  
Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Решения олимпиадных заданий по химии.

10 класс (1 вариант).

1. Элементы следующие: бериллий, кислород, алюминий, марганец, германий, стронций, цирконий, молибден, технеций и палладий. Несмотря на то, что химия многих элементов недостаточно освещается в школьном курсе, по положению в ПС мы можем предсказать характерные степени окисления этих элементов и некоторые их свойства по аналогии с известными нам соседями по подгруппе.

- 1) Подходит только O. 2) Подходит только Tc. 3) Подходит только Pd. 4) Подходит только Al.  
5) Подходят Zr и Ge. 6) Подходит только Be. 7) Подходит только Sr. 8) Подходит только Ge.  
9) Подходит только Mo. 10) Подходит только Mn.

Система оценивания:

За каждый перечисленный элемент по 0,5 б ( $0,5б * 10 = 5$  баллов)

За каждое подходящее соответствие элемента и реакции по 1 б ( $1б * 10 = 10$  баллов).

Всего 15 баллов.

2. Уравнение реакции:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ . Необходимое количество хлорида кальция  $33,3/111 = 0,3$  моля. Следовательно, потребуется 0,3 моля или  $0,3 * 100 = 30$  г карбоната кальция и  $0,3 * 2 = 0,6$  моля или  $0,6 * 36,5 = 21,9$  г хлороводорода, которые будут содержаться в  $21,9/0,2 = 109,5$  г 20 % раствора HCl. Объем этого раствора составит  $109,5/1,098 = 99,7 \approx 100$  см<sup>3</sup>.

Углекислого газа выделится 0,3 моля, что при н.у. составит  $0,3 * 22,4 = 6,72$  л.

Масса раствора будет равна сумме масс карбоната кальция и раствора соляной кислоты за вычетом массы улетевшего углекислого газа, которая составила  $0,3 * 44 = 13,2$  г:  $M_{p-pa} = 30 + 109,5 - 13,2 = 126,3$  г. Массовая доля хлорида кальция в полученном растворе  $33,3/126,3 = 0,264$  или 26,4 %.

Гексагидрата хлорида кальция тоже получится 0,3 моля или  $0,3 * 219 = 65,7$  г.

Система оценивания

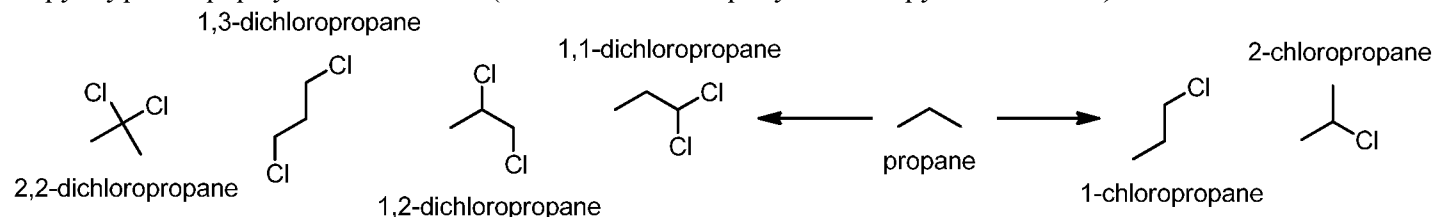
За уравнение реакции 1 балл

За каждый правильный численный ответ на вопрос о массах и объемах по 2 б ( $2б * 5 = 10$  баллов), за верный расчет массовой доли соли (с учетом потери массы раствором) 4 балла.

Всего 15 баллов.

3. Т.к. плотность по водороду соединения А равна 22, его молярная масса составляет  $22 * 2 = 44$  г/моль. Единственный углеводород с такой молярной массой – пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Уравнения реакций в общем виде:  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{Cl}_2 = \text{C}_3\text{H}_7\text{Cl} + \text{HCl}$  и  $\text{C}_3\text{H}_8 + 2\text{Cl}_2 = \text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2 + 2\text{HCl}$ .

Структурные формулы и названия (от школьников требуются на русском языке):



Система оценивания:

За каждое уравнение по 1 б ( $1б * 2 = 2б$ ), за каждую структуру по 1 б и название по 1 б ( $2б * 7 = 14$  б).

Всего 16 баллов.

4. Не взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), азот, нитрит калия, оксид хрома(II), карбонат кальция, 2,2-диметилпропан, этилен.

Взаимодействуют: нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, бромид аммония, оксид фосфора(V), уксусная кислота, 3-бромпентан. Уравнения реакций:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ ;

$\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  или  $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{NH}_4\text{Br} + \text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ .

Система оценивания:

По 0,5 б за каждое правильное указание (реагирует / не реагирует;  $0,5б * 14 = 7$  баллов) и по 1 б за каждое уравнение ( $1б * 7 = 7$  баллов).

Всего 14 баллов.

**Вузовский этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Решения олимпиадных заданий по химии.**

**11 класс (1 вариант).**

1. Элементы следующие: бериллий, кислород, алюминий, марганец, германий, стронций, цирконий, молибден, технеций и палладий. Несмотря на то, что химия многих элементов недостаточно освещается в школьном курсе, по положению в ПС мы можем предсказать характерные степени окисления этих элементов и некоторые их свойства по аналогии с известными нам соседями по подгруппе.

- 1) Подходит только O. 2) Подходит только Tc. 3) Подходит только Pd. 4) Подходит только Al.  
5) Подходят Zr и Ge. 6) Подходит только Be. 7) Подходит только Sr. 8) Подходит только Ge.  
9) Подходит только Mo. 10) Подходит только Mn.

*Система оценивания:*

*За каждый перечисленный элемент по 0,5 б (0,5б\*10 = 5 баллов)*

*За каждое подходящее соответствие элемента и реакции по 1 б (1б\*10 = 10 баллов).*

*Всего 15 баллов.*

2. Уравнение реакции:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ . Необходимое количество хлорида кальция  $33,3/111 = 0,3$  моля. Следовательно, потребуется 0,3 моля или  $0,3*100 = 30$  г карбоната кальция и  $0,3*2 = 0,6$  моля или  $0,6*36,5 = 21,9$  г хлороводорода, которые будут содержаться в  $21,9/0,2 = 109,5$  г 20 % раствора HCl. Объем этого раствора составит  $109,5/1,098 = 99,7 \approx 100$  см<sup>3</sup>.

Углекислого газа выделится 0,3 моля, что при н.у. составит  $0,3*22,4 = 6,72$  л.

Масса раствора будет равна сумме масс карбоната кальция и раствора соляной кислоты за вычетом массы улетевшего углекислого газа, которая составила  $0,3*44 = 13,2$  г:  $M_{\text{р-ра}} = 30 + 109,5 - 13,2 = 126,3$  г. Массовая доля хлорида кальция в полученном растворе  $33,3/126,3 = 0,264$  или **26,4 %**.

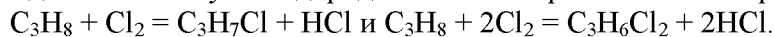
Гексагидрата хлорида кальция тоже получится 0,3 моля или  $0,3*219 = 65,7$  г.

*Система оценивания*

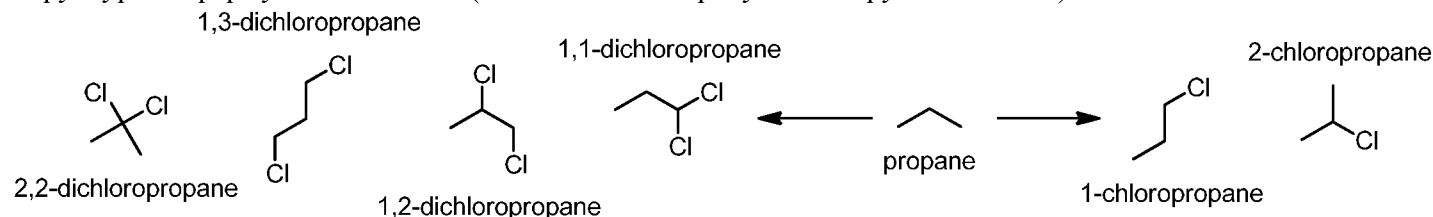
*За уравнение реакции 1 балл; За каждый правильный численный ответ на вопрос о массах и объемах по 2 б (2б\*5 = 10 баллов), за верный расчет массовой доли соли (с учетом потери массы раствором) 4 балла.*

*Всего 15 баллов.*

3. Т.к. плотность по водороду соединения А равна 22, его молярная масса составляет  $22*2 = 44$  г/моль. Единственный углеводород с такой молярной массой – пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Уравнения реакций в общем виде:



Структурные формулы и названия (от школьников требуются на русском языке):



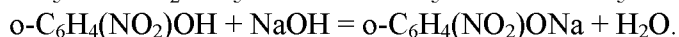
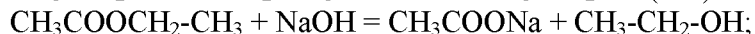
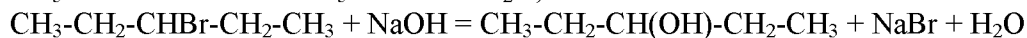
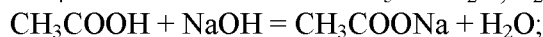
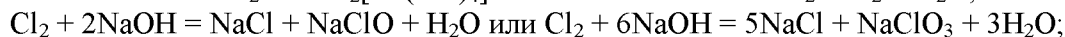
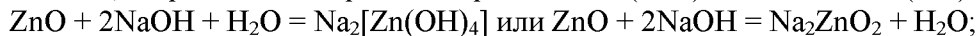
*Система оценивания:*

*За каждое уравнение по 1 б (1б\*2 = 2б), за каждую структуру по 1 б и название по 1 б (2б\*7 = 14 б).*

*Всего 16 баллов.*

4. Не взаимодействуют с водным раствором NaOH: оксид азота(II), азот, нитрит калия, оксид хрома(II), карбонат кальция, 2,2-диметилпропан, этилен.

Взаимодействуют: нитрат железа(II), оксид цинка, хлор, бромид аммония, оксид фосфора(V), уксусная кислота, 3-бромпентан. Уравнения реакций:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ ;



*Система оценивания:*

*По 0,5 б за каждое правильное указание (реагирует / не реагирует; 0,5б\*18 = 9 баллов) и по 1 б за каждое уравнение (1б\*9 = 9 баллов).*

*Всего 18 баллов.*

**II Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Олимпиадные задания по химии**

**8 класс**

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при нагревании – это ... явление, а разложение воды под действием электрического тока – ... явление.
- 1.2. При давлении 1 атм и температуре 271 К вода находится в ... агрегатном состоянии, которое называется ....
- 1.3. Атомные ядра состоят из положительно заряженных ..., и не заряженных ....
- 1.4. Процесс очистки жидкости от нерастворимых примесей, заключающийся в пропускании смеси через пористые материалы, называется ..., а процесс, заключающийся в сливании жидкости с осевшего на дно осадка – ....
- 1.5. В большинстве химических реакций газообразный кислород выполняет функцию ..., а газообразный водород ...

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. В Вашем распоряжении имеются шесть не подписанных пробирок с водными растворами следующих веществ: NaOH, NaCl, CuSO<sub>4</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Напишите уравнения реакций, которые будут протекать при попарном сливании этих растворов с указанием наблюдаемых эффектов. Среди этих растворов есть такой, который позволит Вам определить остальные пять, даже если использовать всего 5 попыток. Что это за раствор, и как его узнать среди остальных?

2.2. Установите формулы соединений X<sub>1</sub>-X<sub>3</sub>, назовите перечисленные на схеме хлорсодержащие соединения и напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



X<sub>1</sub> – ядовитый желто-зеленый газ, с плотностью по воздуху 2,45;

X<sub>2</sub> – бинарное (двухэлементное) соединение, содержащее 47,55 % Cl;

X<sub>3</sub> – белый порошок, «белильная известь», применяется как антисептическое и дезинфицирующее средство.

2.3. Составьте уравнения следующих реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах:

- а) Сульфида железа(II) с хлороводородной кислотой;
- б) Водного раствора бромида кальция с водным раствором силиката натрия;
- в) Водного раствора перхлората железа(III) с водным раствором фосфата аммония;
- г) Водного раствора сульфата алюминия с избытком водного раствора гидроксида калия;
- д) Водного раствора нитрата серебра с водным раствором сульфита натрия.

Продолжение заданий на стр. 2.



### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Авиаль – сплав алюминия, магния и кремния, содержащий небольшие количества других элементов. Сплав обладает высокой пластичностью, удовлетворительной коррозионной стойкостью. Широко применяется для производства сложных по форме деталей средней прочности, в частности кованных и штампованных. Из авиала изготовляют лопасти винтов вертолётов, профили и обшивку для строительных конструкций, кованные детали двигателей и т. п.

При обработке избытком соляной кислоты 22,12 г смеси алюминия, магния и кремния, подготовленной для приготовления авиала, выделилось 27,104 л газа (н. у.), и осталось 0,28 г нерастворимого остатка. Определите массовые доли компонентов сплава и минимальный объем соляной кислоты с концентрацией 1 моль/л, необходимый для выделения указанного количества газа.

3.2. В стакан, содержащий 416 г 5 % раствора хлорида бария, добавили 71 г 10 % раствора сульфата натрия. Образовавшийся осадок отделили от полученного раствора, высушили и взвесили. Вычислите: а) массу образовавшегося осадка; б) массу реагента, оставшегося в избытке и его массовую долю в полученном растворе; в) массу образовавшейся новой соли и ее массовую долю в полученном растворе.

**Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников**

**Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.**

**Олимпиадные задания по химии**

**9 класс**

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ..., а принимающая протон – ....
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ..., а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ....
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ....
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ..., а восстановительные свойства этих соединений ....
- 1.6. В молекуле  $\text{COCl}_2$  гибридизация атома углерода ... , а в молекуле  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ....
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... и ....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде ....
- 1.9. В большинстве химических реакций газообразный кислород выполняет функцию ..., а газообразный водород ...
- 1.10. При сильном нагревании карбоната кальция образуется ... газ, а в остатке остается ... кальция.

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. В Вашем распоряжении имеются шесть непрозрачных сосудов с водными растворами следующих веществ:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Преподаватель готов подписать для Вас один из сосудов, чтобы Вы могли установить содержимое пяти остальных с помощью обычных пробирочных реакций. Выберите необходимый Вам сосуд, ответ подтвердите уравнениями пяти реакций с указанием наблюдаемых эффектов.

2.2. Установите формулы соединений  $X_1$ - $X_3$ , назовите перечисленные на схеме соединения и напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



$X_1$  – ядовитый желто-зеленый газ, с плотностью по воздуху 2,45;

$X_2$  – соединение хлора с металлом, окрашивающее пламя в фиолетовый цвет;

$X_3$  – белый порошок, «белильная известь», применяется как антисептическое и дезинфицирующее средство.

Продолжение заданий на стр. 2.

2.3. Составьте уравнения следующих реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах:

- а) Сульфида железа(II) с хлороводородной кислотой;
- б) Водного раствора бромата хрома(III) с водным раствором карбоната рубидия;
- в) Водного раствора перхлората железа(III) с водным раствором иодида магния;
- г) Водного раствора сульфата алюминия с избытком водного раствора гидроксида калия;
- д) Водного раствора нитрата серебра с водным раствором сульфита натрия.

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Авиаль – сплав алюминия, магния и кремния, содержащий небольшие количества других элементов. Сплав обладает высокой пластичностью, удовлетворительной коррозионной стойкостью. Широко применяется для производства сложных по форме деталей средней прочности, в частности кованных и штампованных. Из авиала изготовляют лопасти винтов вертолётов, профили и обшивку для строительных конструкций, кованные детали двигателей и т. п.

При обработке избытком соляной кислоты 22,12 г смеси алюминия, магния и кремния, подготовленной для приготовления авиала, выделилось 27,104 л газа (н. у.), и осталось 0,28 г нерастворимого остатка. Определите массовые доли компонентов сплава и минимальный объем соляной кислоты с концентрацией 1 моль/л, необходимый для выделения указанного количества газа.

3.2. Стандартные теплоты образования пропана ( $C_3H_8$ ), углекислого газа и водяного пара соответственно равны 104, 394 и 242 кДж/моль. Вычислите теплоту сгорания пропана и запишите термохимическое уравнение для реакции его сжигания. Рассчитайте, сколько тепла выделится при сгорании 13,2 г пропана. А какой объем пропана ( $t = 25^\circ C$ ,  $P = 1$  атм) потребуется сжечь на кухне, чтобы нагреть чайник с 2 л воды от  $25^\circ C$  до температуры кипения? Потери тепла на обмен с окружающей средой и нагрев материала чайника принять равными 10 % от общего количества выделившейся теплоты, теплоемкость воды 4,2 Дж/г\*К,  $R = 8,31$  Дж/моль\*К.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Олимпиадные задания по химии

10 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

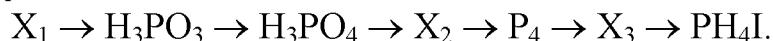
*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ..., а принимающая протон – ....
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ..., а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ....
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ....
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ..., а восстановительные свойства этих соединений ....
- 1.6. В молекуле хлороформа гибридизация атома углерода ..., а в молекуле фосгена ....
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... и ....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде ....
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  соответствуют соединения, являющиеся гомологами ... и относящиеся к классу ...
- 1.10. Органический продукт, образующийся при сплавлении соли предельной карбоновой кислоты со щелочью, относится к классу ..., а происходящий процесс называется реакция ....

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. В Вашем распоряжении имеются шесть непрозрачных сосудов с водными растворами следующих веществ:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Преподаватель готов подписать для Вас один из сосудов, чтобы Вы могли установить содержимое пяти остальных с помощью обычных пробирочных реакций. Выберите необходимый Вам сосуд, ответ подтвердите уравнениями пяти реакций с указанием наблюдаемых эффектов.

2.2. Установите формулы соединений  $X_1$ - $X_3$ , назовите перечисленные на схеме соединения и напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



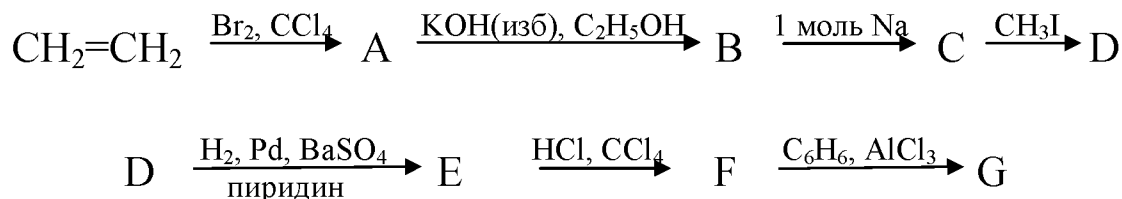
$X_1$  – бинарное (двухэлементное) соединение с галогеном, содержащее 11,44 масс. % фосфора;

$X_2$  – основной компонент фосфоритов, являющихся исходным сырьем для получения фосфора в промышленности;

$X_3$  – бесцветный ядовитый газ с неприятным запахом гниющей рыбы.

Продолжение заданий на стр. 2.

2.3. Напишите **уравнения** реакций, представленных на схеме (со всеми продуктами и коэффициентами), приведите структурные формулы и систематические названия веществ А-Г:



### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

3.1. Авиаль – сплав алюминия, магния и кремния, содержащий небольшие количества других элементов. Сплав обладает высокой пластичностью, удовлетворительной коррозионной стойкостью. Широко применяется для производства сложных по форме деталей средней прочности, в частности кованных и штампованных. Из авиала изготовляют лопасти винтов вертолётов, профили и обшивку для строительных конструкций, кованные детали двигателей и т. п.

При обработке раствором гидроксида натрия 22,12 г смеси алюминия, магния и кремния, подготовленной для приготовления авиала, выделилось 27,328 л газа (н. у.), а при действии на такую же массу смеси избытком соляной кислоты образовалось 27,104 л газа (н. у). Определите массовые доли компонентов сплава и минимальный объем соляной кислоты с концентрацией 1 моль/л, необходимый для выделения указанного количества газа.

3.2. Стандартные теплоты образования пропана, углекислого газа и водяного пара соответственно равны 104, 394 и 242 кДж/моль. Вычислите теплоту сгорания пропана и запишите термохимическое уравнение для реакции его сжигания. Рассчитайте, сколько тепла выделится при сгорании 13,2 г пропана. А какой объем пропана ( $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $P = 1 \text{ атм}$ ) потребуется сжечь на кухне, чтобы нагреть чайник с 2 л воды от  $25^\circ\text{C}$  до температуры кипения? Потери тепла на обмен с окружающей средой и нагрев материала чайника принять равными 10 % от общего количества выделившейся теплоты, теплоемкость воды 4,2 Дж/г\*К,  $R = 8,31 \text{ Дж/моль*К}$ .

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Олимпиадные задания по химии

11 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

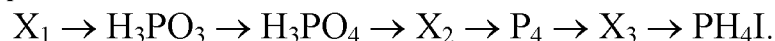
*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ..., а принимающая протон – ....
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ..., а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ....
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ....
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ..., а если увеличить давление – ....
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ..., а восстановительные свойства этих соединений ....
- 1.6. В молекуле хлороформа гибридизация атома углерода ..., а в молекуле фосгена ....
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... и ....
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ..., а на аноде ....
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  соответствуют соединения, являющиеся гомологами ... и относящиеся к классу ...
- 1.10. Органический продукт, образующийся при сплавлении соли предельной карбоновой кислоты со щелочью, относится к классу ..., а происходящий процесс называется реакция ....

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. В Вашем распоряжении имеются шесть непрозрачных сосудов с водными растворами следующих веществ:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Преподаватель готов подписать для Вас один из сосудов, чтобы Вы могли установить содержимое пяти остальных с помощью обычных пробирочных реакций. Выберите необходимый Вам сосуд, ответ подтвердите уравнениями пяти реакций с указанием наблюдаемых эффектов.

2.2. Установите формулы соединений  $X_1$ - $X_3$ , назовите перечисленные на схеме соединения и напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



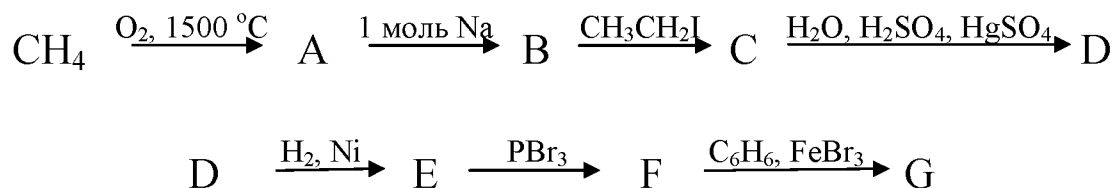
$X_1$  – бинарное (двухэлементное) соединение с галогеном, содержащее 11,44 масс. % фосфора;

$X_2$  – основной компонент фосфоритов, являющихся исходным сырьем для получения фосфора в промышленности;

$X_3$  – бесцветный ядовитый газ с неприятным запахом гниющей рыбы.

Продолжение заданий на стр. 2.

2.3. Напишите **уравнения** реакций, представленных на схеме (со всеми продуктами и коэффициентами), приведите структурные формулы и систематические названия веществ А-Г:



**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).**

3.1. Техническая уксусная кислота содержит примеси уксусного альдегида и этанола. При обработке образца такой кислоты массой 8,00 г избытком аммиачного раствора оксида серебра образовался осадок массой 5,40 г. На нейтрализацию образца кислоты той же массы потребовалось 35,7 мл 10,1 % раствора гидроксида натрия плотностью 1,11 г/мл. Определите массовые доли примесей в технической кислоте и вычислите pH в растворе 0,40 г такой кислоты в 500 мл воды (степень диссоциации кислоты в этом растворе составляет 4,2 %).

3.2. Стандартные теплоты образования пропана, углекислого газа и водяного пара соответственно равны 104, 394 и 242 кДж/моль. Вычислите теплоту сгорания пропана и запишите термохимическое уравнение для реакции его сжигания. Рассчитайте, сколько тепла выделится при сгорании 13,2 г пропана. А какой объем пропана ( $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $P = 1 \text{ атм}$ ) потребуется сжечь на кухне, чтобы нагреть чайник с 2 л воды от  $25^\circ\text{C}$  до температуры кипения? Потери тепла на обмен с окружающей средой и нагрев материала чайника принять равными 10 % от общего количества выделившейся теплоты, теплоемкость воды  $4,2 \text{ Дж/г}\cdot\text{K}$ ,  $R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$ .

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

8 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

*Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.*

1.1. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при нагревании – это...**физическое** явление, а разложение воды под действием электрического тока – ...**химическое** явление.

1.2. При давлении 1 атм и температуре 271 К вода находится в ... **твердом** агрегатном состоянии, которое называется ...**лед**.

1.3. Атомные ядра состоят из положительно заряженных ... **протонов**, и не заряженных ...**нейтронов**.

1.4. Процесс очистки жидкости от нерастворимых примесей, заключающийся в пропускании смеси через пористые материалы, называется ...**фильтрование**, а процесс, заключающийся в сливании жидкости с осевшего на дно осадка – ... **отстаивание (или декантация)**.

1.5. В большинстве химических реакций газообразный кислород выполняет функцию ... **окислителя**, а газообразный водород ...**восстановителя**.

**Система оценивания:**

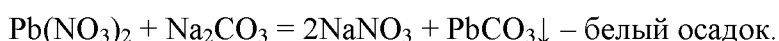
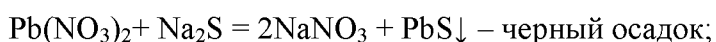
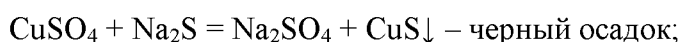
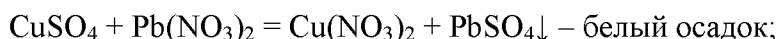
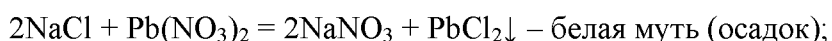
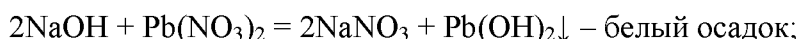
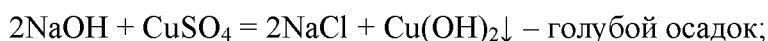
*Каждый правильный ответ по 2 б*

*всего  $2*2*5 = 20$  баллов;*

*Итого 20 баллов*

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. Уравнения реакций, протекающих при попарном сливании растворов:



Один из имеющихся растворов по-разному реагирует с оставшимися пятью, не взаимодействуя с одним из них и давая разные осадки с четырьмя остальными (в одном случае можно обнаружить и выделение пузырьков газа). Это раствор  $\text{CuSO}_4$ , который легко узнаваем по собственному голубому цвету, поскольку остальные растворы не окрашены.

**Система оценивания:**

*Уравнения реакций по 1 б*

*всего  $1*8 = 8$  баллов;*

*Наблюдаемые эффекты по 0,5 б*

*всего  $0,5*8 = 4$  балла;*

*Выбор  $\text{CuSO}_4$  2 б, голубой цвет раствора 2 б*

*всего  $2+2 = 4$  балла;*

*Итого 16 баллов*



2.2. Ядовитый желто-зеленый газ, имеющий молярную массу  $29 \cdot 2,45 = 71$ , – это  $\text{Cl}_2$ .

Пусть бинарное соединение, содержащее 47,55 % Cl, имеет формулу  $\text{ЭCl}_n$ . Составим уравнение:  $35,5n / (M_{\text{Э}} + 35,5n) = 0,4755$ , откуда  $M_{\text{Э}} = 39,16n$ . Единственное разумное решение получается при  $n=1$ , откуда  $\text{Э} = \text{K}$ , о чем можно было догадаться и просто глядя на схему.

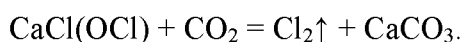
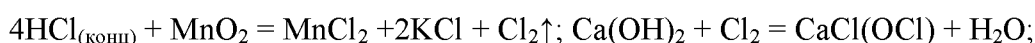
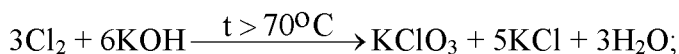
«Белильная известь», применяющаяся как антисептическое и дезинфицирующее средство, имеет формулу  $\text{CaOCl}_2$  ( $\text{CaCl}(\text{OCl})$ ).

$X_1$  –  $\text{Cl}_2$  (хлор);  $X_2$  –  $\text{KCl}$  (хлорид калия);  $X_3$  –  $\text{CaOCl}_2$  (хлорид-гипохлорит кальция).

Названия остальных хлорсодержащих соединений:

$\text{KClO}_3$  – хлорат калия;  $\text{HCl}$  – хлороводород;

Уравнения реакций:



**Система оценивания:**

**Формулы соединений  $X_1$  –  $X_3$  по 1 б**

*всего 1\*3 = 3 балла;*

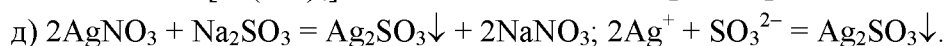
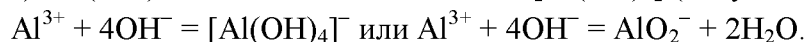
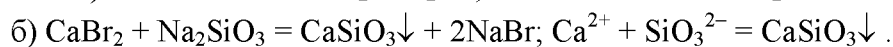
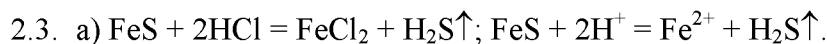
**Названия хлорсодержащих соединений по 1 б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*6 = 6 баллов;*

**Итого 14 баллов**



**Система оценивания:**

**Уравнения реакций в молекулярной форме по 1б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Уравнения реакций в сокращенной ионной форме по 1б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Итого 10 баллов**

### Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).

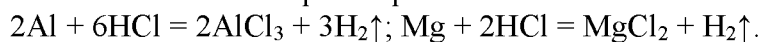
3.1. Кремний в соляной кислоте не растворяется и не реагирует с ней, поэтому 0,28 г остатка от растворения – это кремний, входивший в состав смеси.  $m(\text{Si}) = 0,28$  (г).

$$\omega(\text{Si}) = m(\text{Si})/m(\text{сплава}) = 0,28/22,12 = 0,013 \text{ или } 1,3 \text{ \%}.$$

Тогда суммарная масса алюминия и магния в смеси  $22,12 - 0,28 = 21,84$  г. Обозначим количество алюминия в смеси за  $x$  моль, количество магния – за  $y$  моль. Составим первое уравнение:

$$27x + 24y = 21,84.$$

Алюминий и магний растворяются в соляной кислоте с выделением водорода:



Общее количество выделившегося водорода составляет  $27,104/22,4 = 1,21$  моль. Составим второе уравнение:  $1,5x + y = 1,21$ . Умножив второе уравнение на 24, и вычтя из него первое, получим  $9x = 7,2$ , откуда  $x = 0,8$  (моль). Тогда  $y = 1,21 - 1,5 \cdot 0,8 = 0,01$  (моль).

Массы веществ равны:  $m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,8 \cdot 27 = 21,6$  (г).

$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 0,01 \cdot 24 = 0,24$  (г).

Массовые доли равны:

$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/m(\text{сплава}) = 21,6/22,12 = 0,976$  или 97,6 %.

$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/m(\text{сплава}) = 0,24/22,12 = 0,011$  или 1,1 %.

Рассчитаем объем соляной кислоты. Для выделения 1 моля водорода необходимо 2 моля  $\text{HCl}$ , следовательно, для выделения 1,21 моль водорода требуется  $1,21 \cdot 2 = 2,42$  моль  $\text{HCl}$ . Эту же величину мы получим, если будем считать, исходя из количества каждого металла, но в этом нет необходимости.

Объем кислоты равен:  $V = n/C_M = 2,42/1 = 2,42$  (л).

**Система оценивания:**

**Вывод о том, что масса кремния 0,28 г 2 б**

*всего 2\*1 = 2 балла;*

**Массовая доля кремния 2 б**

*всего 2\*1 = 2 балла;*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*2 = 2 балла;*

**Массы алюминия и магния по 3 б**

*всего 3\*2 = 6 баллов;*

**Массовые доли алюминия и магния по 2 б**

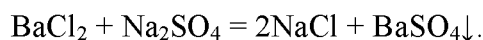
*всего 2\*2 = 4 балла;*

**Количество  $\text{HCl}$  2 б, объем  $\text{HCl}$  2 б**

*всего 2+2 = 4 балла;*

**Итого 20 баллов**

3.2. При сливании растворов протекает реакция:



Вычислим количество веществ хлорида бария и сульфата натрия, находящихся в растворах.  $n(\text{BaCl}_2) = 0,05 \cdot 416/208 = 0,1$  (моль),  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \cdot 71/142 = 0,05$  (моль). По уравнению реакции эти вещества реагируют в соотношении 1:1, следовательно, хлорид бария останется в избытке, а сульфат натрия прореагирует полностью. Осадок сульфата бария получится столько же, сколько было сульфата натрия, то есть 0,05 моль.

а) масса осадка  $m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 0,05 \cdot 233 = 11,65$  (г).

б) в избытке осталось  $n(\text{BaCl}_2) = 0,1 - 0,05 = 0,05$  (моль).

$m(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2) \cdot M(\text{BaCl}_2) = 0,05 \cdot 208 = 10,4$  г.

Масса раствора составит  $m_{\text{р-ра}} = 416 + 71 - 11,65 = 475,35$  (г).

$\omega(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2)/m_{\text{р-ра}} = 10,4/475,35 = 0,022$  или 2,2 %.

в) хлорида натрия образовалось  $n(\text{NaCl}) = 2 \cdot 0,05 = 0,1$  (моль).

$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,1 \cdot 58,5 = 5,85$  г.

$\omega(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl})/m_{\text{р-ра}} = 5,85/475,35 = 0,012$  или 1,2 %.

**Система оценивания:**

**Уравнение реакции 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Количество (или массы \*) реагирующих веществ по 2 б**

*всего 2\*2 = 4 балла;*

**Масса осадка 3 б, масса раствора 4 б**

*всего 3+4 = 7 баллов;*

**Массы веществ в растворе по 2 б**

*всего 2\*2 = 4 балла;*

**Массовые доли веществ в растворе по 2 б**

*всего 2\*2 = 4 балла;*

**Итого 20 баллов**

\* - если задача решена без расчета количества веществ, например, через пропорцию.

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

9 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ... **кислота**, а принимающая протон – ... **основание**.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **4**, а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ... **тоже 4**.
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **влево**, а если увеличить давление – ... **тоже влево**.
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ... **усиливаются (возрастают)**, а восстановительные свойства этих соединений ... **тоже усиливаются (возрастают)**.
- 1.6. В молекуле  $\text{COCl}_2$  гибридизация атома углерода ...  **$sp^2$** , а в молекуле  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ...  **$sp^3$** .
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... **-3** и ... **+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ... **медь**, а на аноде ... **кислород**.
- 1.9. В большинстве химических реакций газообразный кислород выполняет функцию ... **окислителя**, а газообразный водород ... **восстановителя**.
- 1.10. При сильном нагревании карбоната кальция образуется ... **углекислый газ**, а в остатке остается ... **оксид кальция**.

**Система оценивания:**

**Каждый правильный ответ по 1 б**

**всего  $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$  баллов;**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

2.1. Один из имеющихся растворов по-разному реагирует с оставшимися пятью, не взаимодействуя с одним из них и давая разные осадки с четырьмя остальными (в одном случае можно обнаружить и выделение пузырьков газа). Это раствор  $\text{CuSO}_4$ , который и нужно попросить подписать.

Уравнения реакций, протекающих при попарном сливании раствора  $\text{CuSO}_4$  с остальными:

$2\text{NaCl} + \text{CuSO}_4$  – нет взаимодействия;

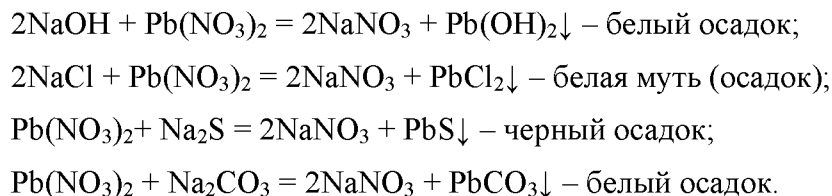
$2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = 2\text{NaCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$  – голубой осадок;

$\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuS}\downarrow$  – черный осадок;

$2\text{CuSO}_4 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + (\text{CuOH})_2\text{CO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$  – зеленый осадок, газ;

$\text{CuSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbSO}_4\downarrow$  – белый осадок;

Отметим, что нитрат свинца и вовсе реагирует со всеми растворами:



Однако почти все осадки, кроме одного, белые. Тем не менее, опытный экспериментатор может справиться и в этом случае. Сульфат меди он увидит по цвету раствора в пробирке, хлорид свинца будет заметно растворяться при нагревании, а в избытке щелочи осадок гидроксида свинца растворится с образованием гидроксокомплекса:



**Система оценивания:**

**Выбор  $\text{CuSO}_4$  \* 5 б,**

*всего 5 баллов;*

*(\*если выбран  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , то ставится 2 б, но еще 3 б добавляется, если описано как отличать белые осадки);*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Наблюдаемые эффекты по 1 б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Итого 15 баллов**

2.2. Ядовитый желто-зеленый газ, имеющий молярную массу  $29 \cdot 2,45 = 71$ , – это  $\text{Cl}_2$ .

Пусть бинарное соединение, содержащее 47,55 % Cl, имеет формулу  $\text{ЭCl}_n$ . Составим уравнение:  $35,5n / (M_{\text{Э}} + 35,5n) = 0,4755$ , откуда  $M_{\text{Э}} = 39,16n$ . Единственное разумное решение получается при  $n=1$ , откуда  $\text{Э} = \text{K}$ , о чем можно было догадаться и просто глядя на схему.

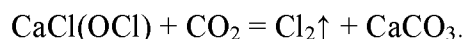
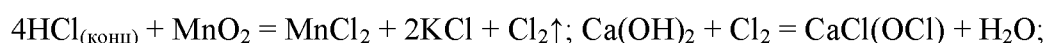
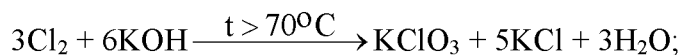
«Белильная известь», применяющаяся как антисептическое и дезинфицирующее средство, имеет формулу  $\text{CaOCl}_2$  ( $\text{CaCl}(\text{OCl})$ ).

$X_1 - \text{Cl}_2$  (хлор);  $X_2 - \text{KCl}$  (хлорид калия);  $X_3 - \text{CaOCl}_2$  (хлорид-гипохлорит кальция).

Названия остальных хлорсодержащих соединений:

$\text{KClO}_3$  – хлорат калия;  $\text{HCl}$  – хлороводород;  $\text{CaCO}_3$  – карбонат кальция.

Уравнения реакций:



**Система оценивания:**

**Формулы соединений  $X_1 - X_3$  по 1 б**

*всего 1\*3 = 3 балла;*

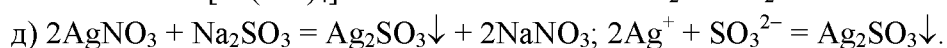
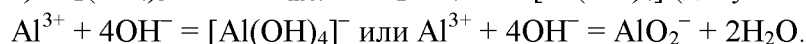
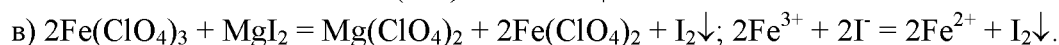
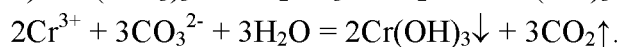
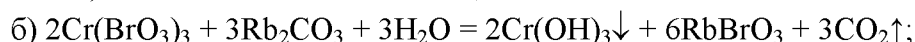
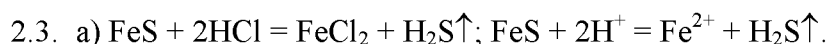
**Названия соединений по 1 б**

*всего 1\*6 = 6 баллов;*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*6 = 6 баллов;*

**Итого 15 баллов**



**Система оценивания:**

**Уравнения реакций в молекулярной форме по 1б**

**всего 1\*5 = 5 баллов;**

**Уравнения реакций в сокращенной ионной форме по 1б**

**всего 1\*5 = 5 баллов;**

**Итого 10 баллов**

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).**

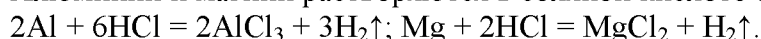
3.1. Кремний в соляной кислоте не растворяется и не реагирует с ней, поэтому 0,28 г остатка от растворения – это кремний, входивший в состав смеси.  $m(\text{Si}) = 0,28$  (г).

$$\omega(\text{Si}) = m(\text{Si})/m(\text{сплава}) = 0,28/22,12 = 0,013 \text{ или } 1,3 \%$$

Тогда суммарная масса алюминия и магния в смеси  $22,12 - 0,28 = 21,84$  г. Обозначим количество алюминия в смеси за  $x$  моль, количество магния – за  $y$  моль. Составим первое уравнение:

$$27x + 24y = 21,84.$$

Алюминий и магний растворяются в соляной кислоте с выделением водорода:



Общее количество выделившегося водорода составляет  $27,104/22,4 = 1,21$  моль. Составим второе уравнение:  $1,5x + y = 1,21$ . Умножив второе уравнение на 24 и вычтя из него первое, получим  $9x = 7,2$ , откуда  $x = 0,8$  (моль). Тогда  $y = 1,21 - 1,5*0,8 = 0,01$  (моль).

$$\text{Массы веществ равны: } m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ (г).}$$

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ (г).}$$

Массовые доли равны:

$$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/m(\text{сплава}) = 21,6/22,12 = 0,976 \text{ или } 97,6 \%$$

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/m(\text{сплава}) = 0,24/22,12 = 0,011 \text{ или } 1,1 \%$$

Рассчитаем объем соляной кислоты. Для выделения 1 моля водорода необходимо 2 моль HCl, следовательно, для выделения 1,21 моль водорода требуется  $1,21 \cdot 2 = 2,42$  моль HCl. Эту же величину мы получим, если будем считать, исходя из количества каждого металла, но в этом нет необходимости.

$$\text{Объем кислоты равен: } V = n/C_M = 2,42/1 = 2,42 \text{ (л).}$$

**Система оценивания:**

**Вывод о том, что масса кремния 0,28 г 2 б**

**всего 2\*1 = 2 балла;**

**Массовая доля кремния 2 б**

**всего 2\*1 = 2 балла;**

**Уравнения реакций по 1 б**

**всего 1\*2 = 2 балла;**

**Массы алюминия и магния по 3 б**

**всего 3\*2 = 6 баллов;**

**Массовые доли алюминия и магния по 2 б**

**всего 2\*2 = 4 балла;**

**Количество HCl 2 б, объем HCl 2 б**

**всего 2+2 = 4 балла;**

**Итого 20 баллов**

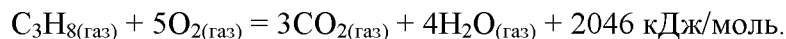
3.2. Уравнение реакции сгорания пропана:



Тепловой эффект этой реакции и будет теплотой сгорания пропана. По следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом теплот образования реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов. Теплоты образования простых веществ в их устойчивых состояниях равны нулю.

$$\text{Отсюда } Q_r = 4Q(\text{H}_2\text{O}) + 3Q(\text{CO}_2) - 5Q(\text{O}_2) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 4 \cdot 242 + 3 \cdot 394 - 5 \cdot 0 - 1 \cdot 104 = 2046 \text{ (кДж/моль).}$$

Термохимическое уравнение будет выглядеть так:



Количество пропана в 13,2 г  $n(\text{C}_3\text{H}_8) = m/M = 13,2/44 = 0,3$  (моль). При его сжигании выделится  $0,3 \cdot 2046 = 613,8$  кДж.

Количество тепла, которое необходимо затратить для нагрева 2 л (2000 г) воды на 100-25 = 75 градусов, составит  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 2000 \cdot 4,2 \cdot 75 = 630000$  Дж = 630 кДж. С учетом 10 % потерь, потребуется  $630/0,9 = 700$  кДж.

Количество пропана, которое нужно сжечь для выделения такого количества тепла, составит  $n = 700/2046 = 0,342$  (моль). Объем, который он займет в заданных условиях, будет равен  $V = nRT/P = 0,342 \cdot 8,31 \cdot 298/10^5 = 0,00847 \text{ м}^3$  или около 8,5 л.

**Система оценивания:**

**Уравнение реакции 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет теплоты сгорания пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Термохимическое уравнение 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет тепла при сгорании 13,2 г пропана 2 б**

*всего 2\*1 = 2 балла;*

**Расчет тепла на нагрев чайника 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если неправильно учтены потери, то 3 б)**

**Расчет количества пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Расчет объема пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если объем рассчитан при н.у., то 2 б)**

**Итого 20 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

10 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ... **кислота**, а принимающая протон – ... **основание**.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **4**, а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ... **тоже 4**.
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **влево**, а если увеличить давление – ... **тоже влево**.
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ... **усиливаются (возрастают)**, а восстановительные свойства этих соединений ... **тоже усиливаются (возрастают)**.
- 1.6. В молекуле хлороформа гибридизация атома углерода ...  **$sp^3$** , а в молекуле фосгена ...  **$sp^2$** .
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... **-3** и ... **+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ... **медь**, а на аноде ... **кислород**.
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  соответствуют соединения, являющиеся гомологами ... **бензола** и относящиеся к классу ... **аренов (или ароматических соединений)**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при сплавлении соли предельной карбоновой кислоты со щелочью, относится к классу ... **алканов**, а происходящий процесс называется реакция ... **декарбоксилирования (или Дюма)**.

**Система оценивания:**

**Каждый правильный ответ по 1 б**

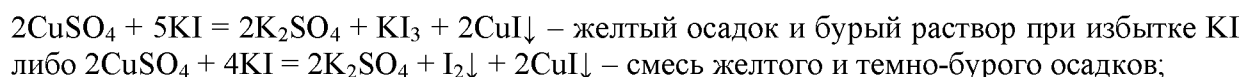
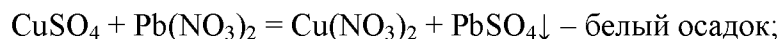
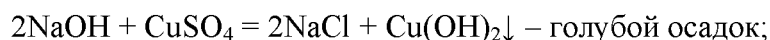
**всего  $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$  баллов;**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

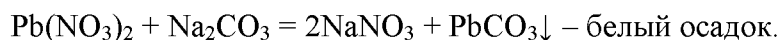
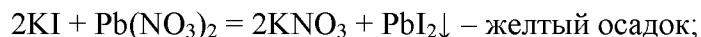
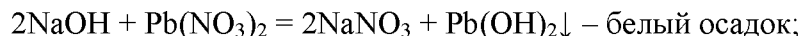
2.1. Один из имеющихся растворов по-разному реагирует с оставшимися пятью, давая разные осадки и окраски (в одном случае можно обнаружить и выделение пузырьков газа). Это раствор  $\text{CuSO}_4$ , который и нужно попросить подписать.

Уравнения реакций, протекающих при попарном сливании раствора  $\text{CuSO}_4$  с остальными:





Отметим, что нитрат свинца тоже реагирует со всеми растворами:



Однако почти все осадки, кроме раствора, где был иодид калия, белые. Еще по цвету раствора в пробирке можно увидеть сульфат меди, а вот остальные три раствора различить не получится.

**Система оценивания:**

**Выбор  $\text{CuSO}_4$  \* 2,5 б,**

*всего 2,5 балла;*

**(\*если выбран  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , то за всю задачу ставится не более 3 б);**

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Наблюдаемые эффекты по 0,5 б**

*всего 0,5\*5 = 2,5 балла;*

**Итого 10 баллов**

2.2. Пусть бинарное соединение, содержащее 11,44 % P, имеет формулу  $\text{PNaI}_n$ . Составим уравнение:  $31/(31+n*M_{\text{Hal}}) = 0,1144$ , откуда  $M_{\text{Hal}} = 240/n$ . Единственное разумное решение получается при  $n=3$ ,  $\text{Hal} = \text{Br}$ .

Основной компонент фосфоритов, являющихся исходным сырьем для получения фосфора в промышленности, имеет формулу  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

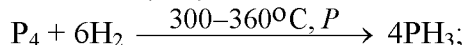
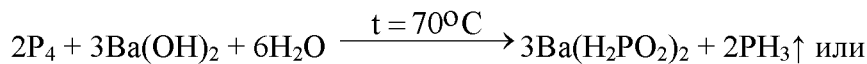
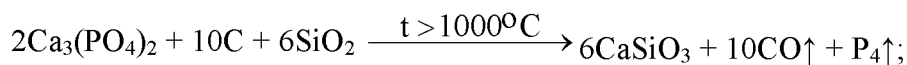
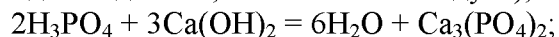
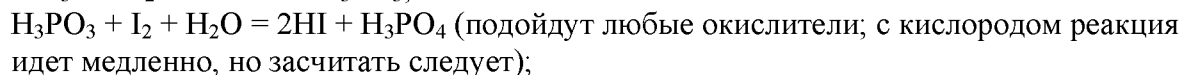
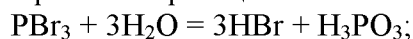
Бесцветный ядовитый газ с неприятным запахом гниющей рыбы -  $\text{PH}_3$ .

$X_1$  –  $\text{PBr}_3$  (бромид фосфора(III));  $X_2$  –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (ортофосфат кальция);  $X_3$  –  $\text{PH}_3$  (фосфин).

Названия остальных соединений:

$\text{H}_3\text{PO}_3$  – фосфористая кислота;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – фосфорная кислота;  $\text{P}_4$  - белый фосфор;  $\text{PH}_4\text{I}$  - иодид фосфония.

Уравнения реакций:



**Система оценивания:**

**Формулы соединений  $X_1 - X_3$  по 1 б**

*всего 1\*3 = 3 балла;*

**Названия соединений по 1 б**

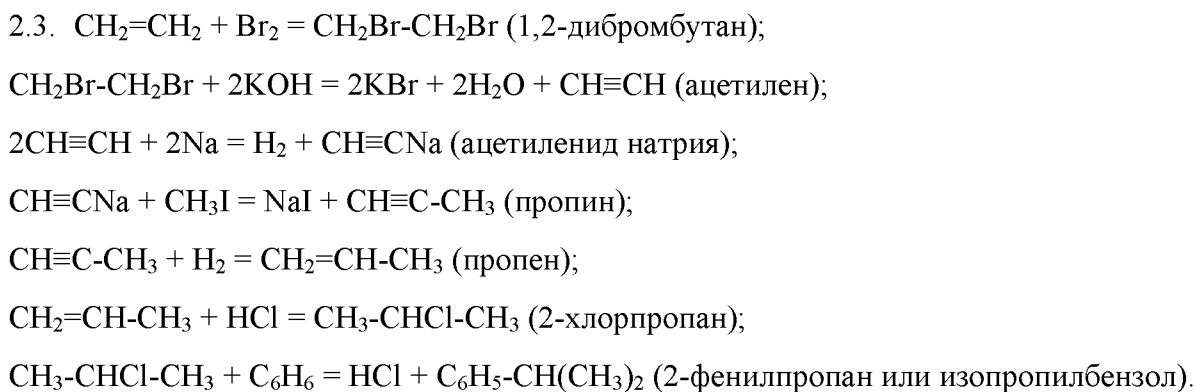
*всего 1\*7 = 7 баллов;*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*6 = 6 баллов;*

**Итого 16 баллов**





**Система оценивания:**

**Уравнения реакций со всеми продуктами по 1 б**

*всего  $1*7 = 7$  баллов;*

**Структурные формулы А-Г по 0,5 б**

*всего  $0,5*7 = 3,5$  балла;*

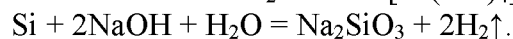
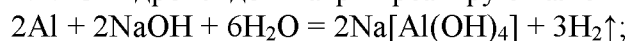
**Названия А-Г по 0,5 б**

*всего  $0,5*7 = 3,5$  балла;*

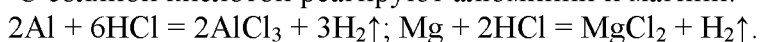
**Итого 14 баллов**

### **Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).**

3.1. С гидроксидом натрия реагируют алюминий и кремний:



С соляной кислотой реагируют алюминий и магний:



Обозначим за  $x - n(\text{Al})$ ;  $y - n(\text{Mg})$ ;  $z - n(\text{Si})$ , тогда

$$27x + 24y + 28z = 22,12.$$

Количество водорода, выделившееся при реакции с гидроксидом натрия равно:

$$n(\text{H}_2) = V/V_m = 27,328/22,4 = 1,22 \text{ (моль)}, \text{ тогда с учетом реакций со щелочью получим:}$$

$$1,5x + 2z = 1,22.$$

Количество водорода, выделившееся при реакции с соляной кислотой равно:

$$n(\text{H}_2) = V/V_m = 27,104/22,4 = 1,21 \text{ (моль)}, \text{ тогда с учетом реакций с кислотой получим:}$$

$$1,5x + y = 1,21.$$

Решая систему 3 уравнений, найдем:  $x(n\text{Al}) = 0,8$ ,  $y(n\text{Mg}) = 0,01$ ,  $z(n\text{Si}) = 0,01$  (моль).

Массы веществ равны:

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,01 \cdot 28 = 0,28 \text{ (г)}.$$

Массовые доли равны:

$$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/m(\text{сплава}) = 21,6/22,12 = 0,976 \text{ или } 97,6 \text{ \%}.$$

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg})/m(\text{сплава}) = 0,24/22,12 = 0,011 \text{ или } 1,1 \text{ \%}.$$

$$\omega(\text{Si}) = m(\text{Si})/m(\text{сплава}) = 0,28/22,12 = 0,013 \text{ или } 1,3 \text{ \%}.$$

Рассчитаем объем соляной кислоты. Для выделения 1 моля водорода необходимо 2 моль  $\text{HCl}$ , следовательно, для выделения 1,21 моль водорода требуется  $1,21 \cdot 2 = 2,42$  моль  $\text{HCl}$ . Эту же величину мы получим, если будем считать, исходя из количества каждого металла, но в этом нет необходимости.

$$\text{Объем кислоты равен: } V = n/C_M = 2,42/1 = 2,42 \text{ (л)}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего  $1*4 = 4$  балла;*

**Система уравнений 3 б**

*всего  $3*1 = 3$  балла;*

**Массы металлов по 2 б**

*всего  $2*3 = 6$  баллов;*

**Массовые доли металлов по 1 б**

*всего  $1*3 = 3$  балла;*

**Количество  $\text{HCl}$  2 б, объем  $\text{HCl}$  2 б**

*всего  $2+2 = 4$  балла;*

**Итого 20 баллов**

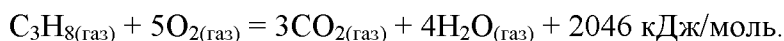
3.2. Уравнение реакции сгорания пропана:



Тепловой эффект этой реакции и будет теплотой сгорания пропана. По следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом теплот образования реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов. Теплоты образования простых веществ в их устойчивых состояниях равны нулю.

Отсюда  $Q_r = 4Q(\text{H}_2\text{O}) + 3Q(\text{CO}_2) - 5Q(\text{O}_2) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 4 \cdot 242 + 3 \cdot 394 - 5 \cdot 0 - 1 \cdot 104 = 2046$  (кДж/моль).

Термохимическое уравнение будет выглядеть так:



Количество пропана в 13,2 г  $n(\text{C}_3\text{H}_8) = m/M = 13,2/44 = 0,3$  (моль). При его сжигании выделится  $0,3 \cdot 2046 = 613,8$  кДж.

Количество тепла, которое необходимо затратить для нагрева 2 л (2000 г) воды на 100-25 = 75 градусов, составит  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 2000 \cdot 4,2 \cdot 75 = 630000$  Дж = 630 кДж. С учетом 10 % потерь, потребуется  $630/0,9 = 700$  кДж.

Количество пропана, которое нужно сжечь для выделения такого количества тепла, составит  $n = 700/2046 = 0,342$  (моль). Объем, который он займет в заданных условиях, будет равен  $V = nRT/P = 0,342 \cdot 8,31 \cdot 298/10^5 = 0,00847 \text{ м}^3$  или около 8,5 л.

**Система оценивания:**

**Уравнение реакции 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет теплоты сгорания пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Термохимическое уравнение 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет тепла при сгорании 13,2 г пропана 2 б**

*всего 2\*1 = 2 балла;*

**Расчет тепла на нагрев чайника 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если неправильно учтены потери, то 3 б)**

**Расчет количества пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Расчет объема пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если объем рассчитан при н.у., то 2 б)**

**Итого 20 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2012-2013 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

11 класс

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).**

- 1.1. Согласно теории Бренстеда-Лоури, частица, в ходе химической реакции отдающая протон, называется ... **кислота**, а принимающая протон – ... **основание**.
- 1.2. Среда водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ... **щелочная**, а водного раствора  $\text{BaCl}_2$  – ... **нейтральная**.
- 1.3. В атоме железа в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ... **4**, а в ионе  $\text{Fe}^{2+}$  ... **тоже 4**.
- 1.4. В реакции  $2\text{C}_{(\text{тв})} + \text{O}_{2(\text{газ})} = 2\text{CO}_{(\text{газ})} + Q$  установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ... **влево**, а если увеличить давление – ... **тоже влево**.
- 1.5. Кислотные свойства водородных соединений элементов VIIA группы с увеличением порядкового номера ... **усиливаются (возрастают)**, а восстановительные свойства этих соединений ... **тоже усиливаются (возрастают)**.
- 1.6. В молекуле хлороформа гибридизация атома углерода ...  **$sp^3$** , а в молекуле фосгена ...  **$sp^2$** .
- 1.7. Степени окисления азота в нитрите аммония ... **-3** и ... **+3**.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катоде выделяется ... **медь**, а на аноде ... **кислород**.
- 1.9. Общей формуле  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  соответствуют соединения, являющиеся гомологами ... **бензола** и относящиеся к классу ... **аренов (или ароматических соединений)**.
- 1.10. Органический продукт, образующийся при сплавлении соли предельной карбоновой кислоты со щелочью, относится к классу ... **алканов**, а происходящий процесс называется реакция ... **декарбоксилирования (или Дюма)**.

**Система оценивания:**

**Каждый правильный ответ по 1 б**

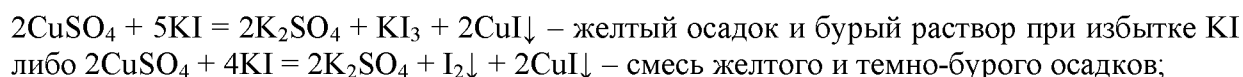
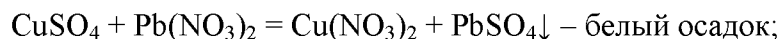
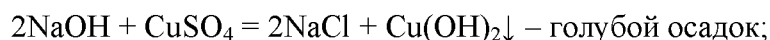
**всего  $1 \cdot 2 \cdot 10 = 20$  баллов;**

**Итого 20 баллов**

**Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов).**

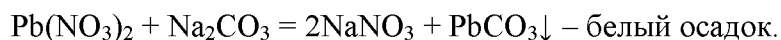
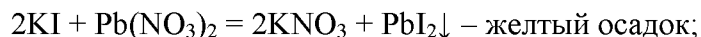
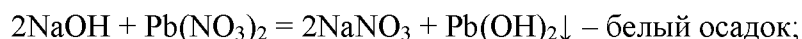
2.1. Один из имеющихся растворов по-разному реагирует с оставшимися пятью, давая разные осадки и окраски (в одном случае можно обнаружить и выделение пузырьков газа). Это раствор  $\text{CuSO}_4$ , который и нужно попросить подписать.

Уравнения реакций, протекающих при попарном сливании раствора  $\text{CuSO}_4$  с остальными:





Отметим, что нитрат свинца тоже реагирует со всеми растворами:



Однако почти все осадки, кроме раствора, где был иодид калия, белые. Еще по цвету раствора в пробирке можно увидеть сульфат меди, а вот остальные три раствора различить не получится.

**Система оценивания:**

**Выбор  $\text{CuSO}_4$  \* 2,5 б,**

*всего 2,5 балла;*

**(\*если выбран  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , то за всю задачу ставится не более 3 б);**

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*5 = 5 баллов;*

**Наблюдаемые эффекты по 0,5 б**

*всего 0,5\*5 = 2,5 балла;*

**Итого 10 баллов**

2.2. Пусть бинарное соединение, содержащее 11,44 % P, имеет формулу  $\text{PNaI}_n$ . Составим уравнение:  $31/(31+n*M_{\text{Hal}}) = 0,1144$ , откуда  $M_{\text{Hal}} = 240/n$ . Единственное разумное решение получается при  $n=3$ , Hal = Br.

Основной компонент фосфоритов, являющихся исходным сырьем для получения фосфора в промышленности, имеет формулу  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

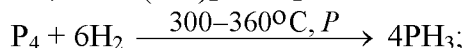
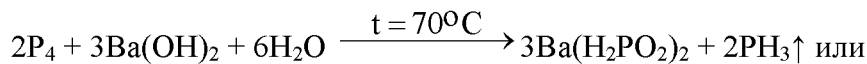
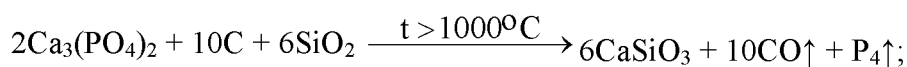
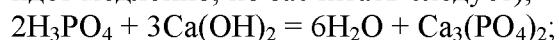
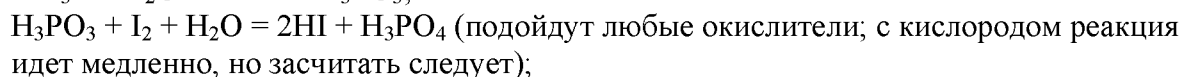
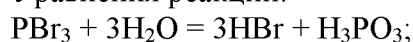
Бесцветный ядовитый газ с неприятным запахом гниющей рыбы -  $\text{PH}_3$ .

$X_1$  –  $\text{PBr}_3$  (бромид фосфора(III));  $X_2$  –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (ортофосфат кальция);  $X_3$  –  $\text{PH}_3$  (фосфин).

Названия остальных соединений:

$\text{H}_3\text{PO}_3$  – фосфористая кислота;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – фосфорная кислота;  $\text{P}_4$  - белый фосфор;  $\text{PH}_4\text{I}$  - иодид фосфония.

Уравнения реакций:



**Система оценивания:**

**Формулы соединений  $X_1 - X_3$  по 1 б**

*всего 1\*3 = 3 балла;*

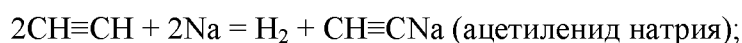
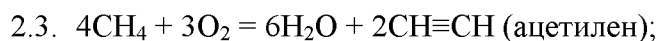
**Названия соединений по 1 б**

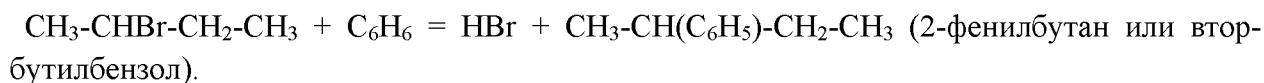
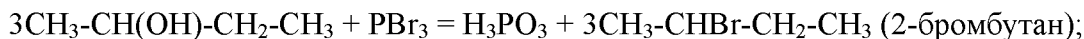
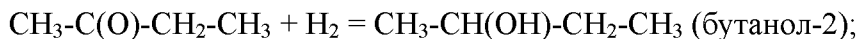
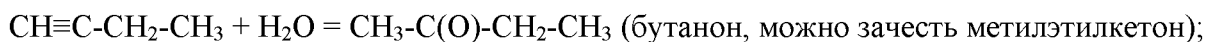
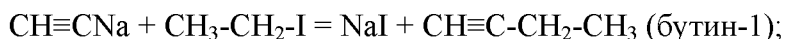
*всего 1\*7 = 7 баллов;*

**Уравнения реакций по 1 б**

*всего 1\*6 = 6 баллов;*

**Итого 16 баллов**





**Система оценивания:**

**Уравнения реакций со всеми продуктами по 1 б**

**Структурные формулы А-Г по 0,5 б**

**Названия А-Г по 0,5 б**

**Итого 14 баллов**

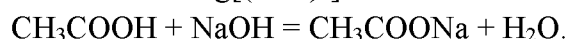
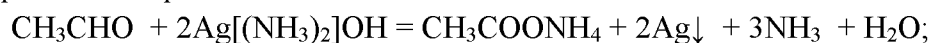
**всего 1\*7 = 7 баллов;**

**всего 0,5\*7 = 3,5 балла;**

**всего 0,5\*7 = 3,5 балла;**

### **Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов).**

3.1. С аммиачным раствором оксида серебра взаимодействует альдегид, а с раствором гидроксида натрия – кислота.



$$m(\text{p-ра NaOH}) = 35,7 * 1,11 = 39,627 \text{ г.}$$

$$m(\text{NaOH}) = 39,627 * 0,101 = 4 \text{ г.}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH}) = 4/40 = 0,1 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 * 0,1 = 6 \text{ г.}$$

$$n(\text{CH}_3\text{CHO}) = n(\text{Ag})/2 = 54/108 * 2 = 0,025 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 44 * 0,025 = 1,1 \text{ г.}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 8 - 6 - 1,1 = 0,9 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 6/8 = 0,75 \text{ или } 75 \%;$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CHO}) = 1,1/8 = 0,1375 \text{ или } 13,75 \%;$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,9/8 = 0,1125 \text{ или } 11,25 \%.$$

В 0,40 г такой кислоты содержится  $0,75 * 0,4 = 0,3$  г  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , что составляет  $0,3/60 = 0,005$  моль. Концентрация  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в растворе  $0,005/0,5 = 0,01$  моль/л. В водном растворе уксусная кислота подвергается диссоциации по уравнению:



При степени диссоциации 4,2 % концентрация ионов  $[\text{H}^+]$  будет равна  $0,042 * 0,01 = 0,00042$  или  $4,2 * 10^{-4}$  моль/л. По определению  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ , отсюда  $\text{pH} = -\lg 4,2 * 10^{-4} = 4 - \lg 4,2 = 3,38$ .

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

**Расчет количества кислоты и альдегида по 3 б**

**Расчет массовых долей спирта и альдегида по 2 б**

**Расчет концентрации кислоты 4 б, расчет pH 4 б**

**Итого 20 баллов**

**всего 1\*2 = 2 балла;**

**всего 3\*2 = 6 баллов;**

**всего 2\*2 = 4 балла;**

**всего 4+4 = 8 баллов;**

3.2. Уравнение реакции сгорания пропана:

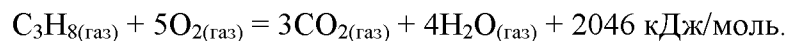


Тепловой эффект этой реакции и будет теплотой сгорания пропана. По следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования

продуктов реакции за вычетом теплот образования реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов. Теплоты образования простых веществ в их устойчивых состояниях равны нулю.

Отсюда  $Q_r = 4Q(\text{H}_2\text{O}) + 3Q(\text{CO}_2) - 5Q(\text{O}_2) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 4 \cdot 242 + 3 \cdot 394 - 5 \cdot 0 - 1 \cdot 104 = 2046$  (кДж/моль).

Термохимическое уравнение будет выглядеть так:



Количество пропана в 13,2 г  $n(\text{C}_3\text{H}_8) = m/M = 13,2/44 = 0,3$  (моль). При его сжигании выделится  $0,3 \cdot 2046 = 613,8$  кДж.

Количество тепла, которое необходимо затратить для нагрева 2 л (2000 г) воды на 100-25 = 75 градусов, составит  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 2000 \cdot 4,2 \cdot 75 = 630000$  Дж = 630 кДж. С учетом 10 % потерь, потребуется  $630/0,9 = 700$  кДж.

Количество пропана, которое нужно сжечь для выделения такого количества тепла, составит  $n = 700/2046 = 0,342$  (моль). Объем, который он займет в заданных условиях, будет равен  $V = nRT/P = 0,342 \cdot 8,31 \cdot 298/10^5 = 0,00847 \text{ м}^3$  или около 8,5 л.

**Система оценивания:**

**Уравнение реакции 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет теплоты сгорания пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Термохимическое уравнение 1 б**

*всего 1\*1 = 1 балл;*

**Расчет тепла при сгорании 13,2 г пропана 2 б**

*всего 2\*1 = 2 балла;*

**Расчет тепла на нагрев чайника 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если неправильно учтены потери, то 3 б)**

**Расчет количества пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**Расчет объема пропана 4 б**

*всего 4\*1 = 4 балла;*

**(если объем рассчитан при н.у., то 2 б)**

**Итого 20 баллов**