Ставропольский край

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

2017/18 учебный год

Химия

Теоретический тур

10 класс

**Задание 1.**

Белый порошок Х1 разлагается при нагревании с образованием простых веществ: металла Х2 и газа Х3.

Х1 сильный восстановитель, при взаимодействии с СО2 в соотношении 1:1 образует соль карбоновой кислоты Х4, которая способна осаждать серебро из аммиачного раствора оксида серебра.

Х2 – очень активный металл, серебристо-белого цвета, способный растворятся в жидком аммиаке с образованием темно-синего раствора, который проводит электрический ток, а с газообразным аммиаком образует соединение Х5.

При сгорании Х2 на воздухе образует бинарное соединение Х6 оранжево-желтого цвета, сильный окислитель, с массовой долей Х2 54,93%, которое взаимодействует со светло-синим газом Х7, плохо растворимом в воде, но хорошо растворимом в тетрахлоруглероде, обладающим сильными окислительными свойствами, и образует оранжево-красное кристаллическое вещество Х8, разлагающееся при слабом нагревании с выделением Х9 – аллотропной модификации Х7. При нагревании Х6 до 290 оС разлагается с выделением простого газообразного вещества Х9 и бинарного соединения Х10 белого цвета с массовой долей Х2 70,91%. Нагревание до 530 оС приводит к дальнейшему разложению с выделением того же газа и образованию бинарного соединения Х11, которое так же может быть получено при нагревании Х2  с его гидроксидом, при этом выделяется Х3. Х8 реагирует с жидким аммиаком с образованием Х5.

Задания:

1. Определить и назвать все упомянутые вещества Х.
2. Написать уравнения всех описанных реакций.
3. Привести 2 примера, характеризующих восстановительных свойств Х1.
4. Привести 2 примера, характеризующих окислительных свойств Х6.
5. Описать природу «синего раствора» Х2 в аммиаке.

*Решение.*

1. К бинарным соединениям, обладающим сильными восстановительными свойствами, при разложении которых выделяется газ, относятся гидриды. Из описания вещества Х2 очевидно, что это щелочной металл.

Таким образом Х1 это гидрид щелочного металла.

При сгорании этого металла на воздухе, в зависимости от того, какой это металл образуются разные продукты: Li – дает оксид, Na – пероксид, K – надпероксид. Учитывая, что разложение Х5 протекает в две стадии, с потерей одного и того же газа можно предположить, что Х5 – это надпероксид калия, что подтверждается расчетом массовой доли элемента в этом соединении.

М(KO2) = 71 г/моль.



При прокаливании и потере кислорода, массовая доля калия увеличивается.

М(K2O2) = 110 г/моль.



При разложении гидридов выделяется водород – Х3.

При взаимодействии гидрида калия с СО2 образуется формиат калия, соль карбоновой кислоты, которая дает реакцию серебряного зеркала.

Растворение калия в аммиаке дает синий раствор, содержащий сольватированные ионы калия и электроны, за счет этого раствор проводит электрический ток.

Светло-синий газ имеющий аллотропные модификации и обладающий окислительными свойствами – озон Х7.

Х1 – гидрид калия

Х2 – калий

Х3 – водород

Х4 – формиат калия

Х5 – амид калия

Х6 – надпероксид калия

Х7 – озон

Х8 – озонид калия

Х9 – кислород

Х10 – пероксид калия

Х11 – оксид калия

2.

1. 2KH → 2K + H2;
2. KH + CO2 → HCOOK;
3. HCOOH + 2[Ag(NH3)2]OH → CO2 + 2Ag + 2NH4OH;
4. 2K + 2NH3 → 2KNH2 + H2;
5. K + O2 → KO2;
6. KO2 + O3 → KO3 + O2;
7. 2KO3 → 2KO2 + O2;
8. 2KO2 → K2O2 + O2;
9. 2K2O2 → 2K2O + O2;
10. 2K + 2KOH → 2K2O + H2;
11. K2O + NH3 → KNH2 + KOH.

3. Гидриды сильные восстановители (например):

4KH + 3SiO2 → 2K2SiO3 + Si + 2H2;

KH + Cl2 → KCl + HCl;

2KH + 2S → K2S + H2S;

2KH + Fe3O4 → 4KOH + 3Fe

Могут быть приведены другие реакции, характеризующие восстановительные свойства гидридов.

4. Надпероксиды очень сильные окислители (например):

2KO2 + S → K2SO4;

4KO2 + 3C → K2CO3 + CO2;

2KO2 + 2NO2 → 2KNO3 + O2;

2KO2 + 2NH3 → 2KOH + N2 + H2O.

Могут быть приведены другие реакции, характеризующие окислительные свойства надпероксидов.

5. При растворении щелочных металлов в жидком аммиаке образуются катионы К+, сольватированные аммиаком имеющие синюю окраску и анионы (NH3)-x.

**Система оценивания:**

1. Определены и названы все вещества (0,45 балла за одно вещество) – суммарно 5 баллов.
2. Проведены расчеты по массовой доле элементов (2 балла).

3. Написаны реакции (0,8 балла за реакцию) – суммарно 8 баллов.

4. Приведены примеры реакций демонстрирующие ОВ свойства веществ Х1 и Х6 (0,5 балла за реакцию) – 2 балла.

5. Описана природа раствора калия в аммиаке. (3 балла)

**Итого 20 баллов.**

**Задание 2.**

Смешали по 3 моль веществ А, В, С. После установления равновесия А+В =2С в системе обнаружили 4.5 моль вещества С. Рассчитайте константу равновесия. Определите равновесный состав (мольные доли %), полученной смешением А, В, С в мольном соотношении 2:3:1 при той же температуре.

*Решение:*

Определение равновесных концентраций.

Образовалось в результате реакции х(С) = 4.5 – 3 = 1.5 моль.

Вступило в реакцию х(А) = х(В) = х(С)/2 = 0.75 моль.

Равновесные концентрации:

с(А) = сисх – х = 3 – 0.75 = 2.25;

с(В) = 2.25 моль;

с(С) = 4.5 моль; (**4 балла**)

(**3 балла**)

Для второго соотношения концентраций равновесные концентрации будут равны:

с(А) = 2 – х; с(В) = 3-х; с(С) = 1 + 2х (**4 баллов**)



23 – 24х = 0; х =0.96.

υ(А) = 2 – 0.96 = 1.04

υ(В) = 3 – 0.96 = 2.04

υ(С) = 1 + 1.9 = 2.92 (**4 балла**)

υ(смеси) = 1.04 + 2.04 + 1.92 = 6.

Мольные доли будут определяться по формуле: Ni = υi/Σ υi.

N(А) = 1.04/6 ⋅ 100% = 17.33%

N(B) = 2.04/6 ⋅ 100% = 34%

N(С) = 2.92/6 ⋅ 100% = 48.67 %. (**5 баллов**)

**Система оценивания:**

1. Определение равновесных концентраций в первом случае – 4 балла.
2. Рассчитана константа равновесия - 3 балла.
3. Рассчитаны равновесные концентрации для второго случая – 8 баллов.
4. Рассчитаны мольные доли компонентов смеси – 5 баллов.

**Итого 20 баллов.**

**Задание 3.**

Химическое соединение состоит из 16,67% углерода, 41,67% водорода, 8,33% азота (по молям) и кислорода. Соединение является солью.

**1.** Определите молекулярную формулу соединения, если известно, что она совпадает с простейшей.

**2.** Дайте название соединению.

Р е ш е н и е (20 б.)

**1.** Вычислим мольный процент кислорода (4 б.):

χ (O) = 100–16,67–41,67–8,33 = 33,33%.

Брутто-формулу соединения можно представить в общем виде: C*x*H*y*N*z*O*k* (4 б.)

*х*: *y*: *z*: *k* = 16,67: 41,67: 8,33: 33,33 = 2: 5: 1: 4,

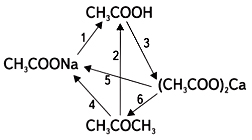
отсюда следует, что брутто-формула определяемого соединения – C2H5NO4. (4 б.)

Поскольку по условию задачи это соединение – соль, то в качестве катиона может быть только ион NH4+, следовательно, на кислотный остаток приходится один атом водорода, два атома углерода и четыре атома кислорода (4 б.). Молекулярная формула соединения – NH4HC2O4 (2 б.)

**2.** Гидрооксалат аммония (2 б.).

**Задание 4.**

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



Р е ш е н и е (20 б.)

Уравнения реакции:

1) (3 б.) CH3COONa + HCl = CH3COOH + NaCl;

2) (3 б.) 5CH3CОCH3+ 8KMnO4 + 12H2SO4 = 5CH3CОOH +5CO2 + 8MnSO4 + 4K2SO4 + 17H2O;

3) (3 б.) 2CH3COOH + CaСO3 = (CH3COO)2Ca + H2O + CO2;

4) (3 б.) CH3COCH3 + 8NaMnO4 + 11NaOH = CH3COONa + 8Na2MnO4 + Na2CO3 +7H2O;

5) (4 б.) (CH3COO)2Ca + 2NaOH = 2CH3COONa + Ca(OH)2

или

(CH3COO)2Ca + Na2СО3 = 2CH3COONa + CaСO3;

6) (4 б.) (СН3СOO)2Ca(тв.) = СН3СOСН3 + CaCO3.