Ставропольский край

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников

2017/18 учебный год

Химия

Теоретический тур

11 класс

**Задание 1.**

Белый порошок, бинарного соединения, содержащего атомы инертного газа Х1 разлагается при нагревании с образованием простого вещества, газа бледно-желтого цвета, с резким неприятным запахом, очень сильный окислитель Х2 и белого гигроскопичного порошка Х3 в соотношении 1:1. Массовая доля элемента Х2 в Х1 составляет 46,53%, а в Х2 – 36,71%.

Х1 реагирует с горячей водой с образованием газа Х4, водный раствор которого является слабой кислотой и раствора вещества Х5 проявляющего кислотные свойства. Концентрированный раствор Х4 вызывает помутнение стекла. Х5 реагирует с горячим раствором гидроксида натрия с образованием нерастворимой соли Х6, двух простых газообразных веществ Х7, входящего в состав Х1,и Х8, и воды.

Х2 – очень активное вещество, реагирует с водой до 0 оС с образованием двух газов Х4 и Х9. Х9 – бесцветные жидкость и газ выше 0 оС, выше 20 оС разлагается с образованием газов Х4 и Х8 в соотношении 1:2, степень окисления кислорода в Х9 равна 0.

Х7 - бесцветный газ с низкой реакционной способностью. Реагирует с сильными окислителями.

Х8 - бесцветный газ, в жидком состоянии голубой, в твердом – синий. Очень реакционноактивен, проявляет окислительные свойства.

Задания:

1. Определить и назвать все упомянутые вещества Х.
2. Написать уравнения всех описанных реакций.
3. Привести 2 примера, характеризующих окислительные свойства Х2.
4. Привести примеры, характеризующих окислительные свойства Х8.

*Решение.*

1. Кислотой, которая вызывает помутнение стекла является HF, поэтому Х4 – это фтороводород, значит в соединение Х1 входит фтор, который выделяется при нагревании Х1 в виде газа бледно-желтого цвета, с резким неприятным запахом, т.о. Х2 это фтор.

Обозначим молекулярную массу бинарного соединения Х1 за М, пусть она содержит n атомов фтора. Тогда молекула Х3 имеет n-2 атомов фтора, а ее молекулярная масса равна М-38. Решаем систему уравнений:

10n/M=0,4653 и 19(n-2)/(M-38)=0,3671 относительно n и М.

Получаем n=2, М=245. Следовательно, формула имеет вид ЭF6 соответственно молярная масса второго элемента 245-19·2=131.

Этой молярной массе соответствует Хе. Следовательно Х1 - XeF6 – гексафторид ксенона. Х3 – XeF4– тетрафторид ксенона.

XeF6 разлагается водой по реакции XeF6 + 3H2O → XeO3 + 6HF, Х5 – XeO3 – триоксид ксенона.

Фтор реагирует с водой при t < 0 оС с образованием фтороводорода и фторооксигената (0) водорода.

Х1 – XeF6 – гексафторид ксенона;

Х2 – F2 – фтор;

Х3 – XeF4– тетрафторид ксенона;

Х4 – HF – фтороводород;

Х5 – XeO3 – триоксид ксенона;

Х6 – Na4XeO6 – гексаоксоксенонат (VIII) натрия;

Х7 – Xe – ксенон;

Х8 – O2 – кислород;

X9 – HOF – фторооксигенат водорода.

2.

1. XeF6 → F2 + XeF4;
2. XeF6 + 3H2O → XeO3 + 6HF;
3. 6HF + SiO2 → H2[SiF6] + 2H2O или 4HF + SiO2 → SiF4 + 2H2O;
4. 2XeO3 + 4NaOH → Na4XeO6 + Xe + O2 + 2H2O;
5. F2 + H2O → HF + HOF (<0 оС);
6. 2HOF → O2 + 2HF;

3. Фтор очень сильный окислитель (например):

F2 + O2 → O2F2;

F2 + SiO2 → SiF4 + O2;

F2 + Xe → XeF2 (УФ облучение) или 2F2 + Xe → XeF4 (при 400 оС, р) или

3F2 + Xe c XeF6 (при 300 оС, р);

3F2 + 8NH3 → N2 + 6NH4F

Могут быть приведены другие реакции, характеризующие окислительные свойства фтора.

4. Кислород очень реакционноспособный элемент, особенно при повышенных температурах, реагирует с большинством металлов и неметаллов, окисляет многие неорганические и органические соединения.

О2 + 2Mg → 2MgO

О2 + 2Cu → 2CuO

О2 + P → 2P2O5

О2 +S → SO2.

Могут быть приведены другие реакции, характеризующие свойства кислорода.

**Система оценивания:**

1. Определены и названы все вещества (0,55 балла за одно вещество) – суммарно 5 баллов.

2. Написаны реакции (1 балла за реакцию) – суммарно 6 баллов.

3. Проведены расчеты, определены формулы – 6 баллов.

4. Приведены примеры реакций демонстрирующие ОВ свойства веществ Х2 и Х8 – (по 2 балла за каждое) – суммарно - 4 балла.

**Итого 20 баллов.**

**Задание 2.**

Тонкоизмельченную смесь алюминия и железной окалины (Fe3O4), часто называемую термитом, применяют для сварки металлических изделий, по-скольку при поджигании термита выделяется большое количество теплоты и развивается высокая температура. Рассчитайте минимальную массу термитной смеси, которую необходимо взять для того, чтобы выделилось 665.3 кДж теплоты в процессе алюмотермии, если теплоты образования Fe3O4 и Al2O3 равны –1117 и –1670 кДж/моль. Составьте термохимическое уравнение.

*Решение.*

3Fe3O4 + 4Al → 4Al2O3 + 9Fe. (2 балла)

δНх.р. = 4δНо298(Al2O3) + 3δНо298(Fe3O4) = –1670·4 + (–1117) ·3 = 10031 кДж. (4 балла)

Термохимическое уравнение:

3Fe3O4 + 4Al → 4Al2O3 + 9Fe; δН=10031 кДж. (3 балла).

При реакции 3моль железной окалины выделилось 10031 кДж теплоты. Для выделения 665,3 кДж теплоты необходимо:

3 моль – 10031 кДж

х моль – 665,3 кДж

$$х=\frac{3∙665,3}{10031}=0,2 моль.$$

Масса окалины 0,2·232 = 46,4 г. (5 баллов)

По уравнению реакции на 3 моль окалины необходимо 4 моль алюминия, следовательно, на 0,2 моль окалины потребуется (0,2·4)/3=0,27 моль алюминия.

Масса алюминия 27·0,27 = 7,29 г. (5 баллов)

Масса смеси составляет: 46,4 + 7,29 = 53,69 г. (1 балл)

**Система оценивания:**

1. Написана реакция, рассчитан тепловой эффект и составлено термохиическое уравнение – 9 баллов.

2. Рассчитаны количества вещества и масса окалины – 5 баллов.

3. Рассчитаны количества вещества и масса алюминия – 5 баллов.

4. Рассчитана масса термитной смеси – 1 балл.

**Задание 3.**

При полном сгорании 12,84 г вещества В образовалось 8,1 л СО2 (измеренного при температуре 25 °С и давлении 110 кПа), 2,16 г воды и 8,28 г карбоната калия. Определите брутто-формулу вещества В.

Р е ш е н и е (20 б.)

Вспомним уравнение Менделеева–Клапейрона (5 б.):

*pV* = RT



Вычислим количество вещества всех элементов (5 б.). В молекуле СО2 содержится один атом углерода, следовательно, 1 (С) = 0,36 моль.

(H2O) = 2,16/18 = 0,12 моль; (H) = 0,24 моль.

(K2CO3) = 8,28/138 = 0,06 моль.

В 0,06 моль карбоната калия содержится 0,12 моль калия и 0,06 моль углерода (ν2(C) = 0,06 моль):

ν (C) = ν 1(C) + ν 2(C) = 0,36 + 0,06 = 0,42 моль.

Проверим элементный состав:

0,42•12 + 0,24•1 + 0,12•39 = 9,96 г.

Поскольку по условию задачи полностью сгорело 12,84 г, можно сделать вывод, что в навеске вещества содержался еще и кислород в количестве (5 б.):

12,84 – 9,96 = 2,88 г.

ν (О) = 2,88/16 = 0,18 моль.

Брутто-формула вещества В: C*x*H*y*K*z*O*i* (5 б.)

*x*: *y*: *z*: *i* = 0,42: 0,24: 0,12: 0,18 = 7: 4: 2: 3.

Брутто-формула: С7Н4K2O3 – калийная соль полностью замещенной салициловой (2-гидроксибензойной) кислоты.

(5 б.)

**Задание 4.**

Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей цепочке превращений:



Р е ш е н и е (20 б.)

Пронумеруем уравнения реакций в «цепочке»:



Реакция 1 является тримеризацией ацетилена (типичный способ получения бензола). Далее (реакция 2) идет алкилирование бензола по Фриделю–Крафтсу в присутствии кислоты Льюиса AlBr3. Бромирование на свету (реакция 3) протекает в боковой цепи. Спиртовой раствор щелочи в реакции 4 является реактивом для получения алкина из дигалогенпроизводного алкана. Далее идет реакция обмена (реакция 5): водород при тройной связи в алкине и ион серебра в аммиачном растворе оксида серебра. И, наконец (реакция 6) – образующийся фенилацетиленид серебра вступает в обменную реакцию с метилйодидом, в результате которой удлиняется углеродная цепь.

Уравнения реакций (со структурными формулами, приведенными ниже):

1) (3 б.) 3C2H2 = C6H6;

2) (3,5 б.) C6H6 + C2H5Br = C6H5–C2H5 + HBr;

3) (3,5 б.) C6H5–C2H5 + 2Br2 = C6H5–CBr2–CH3 + 2HBr;

4) (3,5 б.) C6H5–CBr2–CH3 + 2KOH = C6H5–C≡СН + 2KBr + H2O;

5) (3 б.) C6H5–C≡СН +[Ag(NH3)2]OH = AgC≡C–C6H5 + 2NH3 + H2O;

6) (3,5 б.) AgC≡C–C6H5 + CH3I = AgI + CH3–C≡C–C6H5.

Итак, зашифрованные вещества:

