

Министерство образования и науки УР
АОУ ДПО УР «Институт развития образования»
Муниципальный этап ВсОШ по химии 2021-2022 учебный год

г. Ижевск

9 класс

Максимальное количество баллов – 68

Решение задачи № 1

1. Формулу вещества представим как SHal_n , где n определяется валентностью серы и может быть = 2; 4; 6. Тогда массовая доля галогена равна:

$$0,7808 = \frac{Ar \cdot n}{32 + Ar \cdot n}$$

откуда получаем, что:

при $n = 2$ относительная атомная масса галогена $Ar(\text{Hal}) = 57$;

при $n = 4$ – $Ar(\text{Hal}) = 28,5$;

при $n = 6$ – $Ar(\text{Hal}) = 19$, что соответствует $Ar(\text{F})$, следовательно, веществом X является высший фторид серы SF_6 .

.....**2 балла**

2. Связь S-F полярная, а молекула SF_6 – нет, поскольку она симметричная и дипольные моменты связей скомпенсированы.

.....**1 балл**

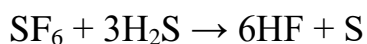
3. Необходимо расписать электронную конфигурацию атома серы в нормальном состоянии, в возбужденном состоянии атома возможно промотирование электронов с 3s- и 3p-подуровней на свободный 3d-подуровень и тогда в атоме серы возможна sp^3d^2 -гибридизация шести атомных орбиталей, т.е. молекула будет иметь форму октаэдра.

.....**2 балла**

4. $\text{SF}_6 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} \rightarrow \text{HF} + \text{SO}_3$ (или H_2SO_4) – т.е. происходит гидролиз бинарного соединения без изменения С.О. элементов.

.....**1 балл**

5. Поскольку сера проявляет высшую валентность VI, то вещество обладает окислительными свойствами:



.....**1 балл**

6. $\text{SO}_2(\text{г}) + 3\text{F}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SF}_6(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) + 924 \text{ кДж}$

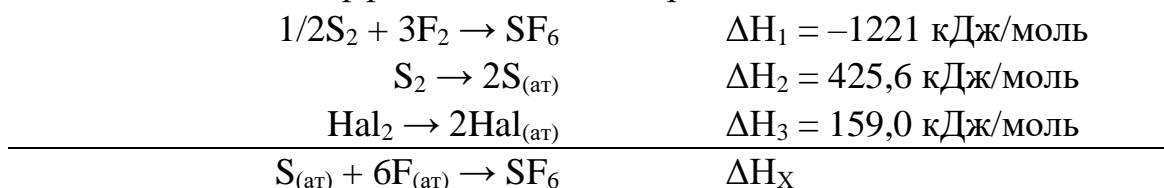
Используя следствие из закона Гесса и зная, что теплота образования простого вещества = 0, можно записать:

$$\Delta H_{(\text{реакции})} = \Delta H_f(\text{SF}_6) - \Delta H_f(\text{SO}_2) = \Delta H_f(\text{SF}_6) + 297 = -924 \text{ кДж, откуда}$$

$$\Delta H_f(\text{SF}_6) = -1221 \text{ кДж/моль}$$

.....2 балла

7. Запишем тепловые эффекты отдельных процессов:



Используя алгебраический способ применительно к уравнениям химических реакций, получаем:

$$\Delta H_X = \Delta H_1 - 1/2 \Delta H_2 - 3\Delta H_3 = -1910,8 \text{ кДж/моль},$$

т.е. при образовании шести равноценных химических связей S–F выделяется 1910,8 кДж энергии, следовательно $E_{S-F} = \frac{1910,8}{6} = 318,47 \text{ кДж/моль}.$

.....3 балла

Итого за задачу.....12 баллов

Решение задачи № 2

- 1) $X_1 - CuO$; $X_2 - Cu$; $X_3 - Cu(NO_3)_2$; $X_4 - Cu(OH)_2$; $Y_1 - CO_2$;
 $Y_2 - KHSO_3$

За определение указанных веществ по 1 баллу

..... Всего 6 баллов

Определение X_5

Для меди характерно КЧ = 4, в качестве лигандов, скорее всего, выступают гидроксид-ионы (реакция идёт в присутствии КОН), тогда получаем общую формулу вещества $X_5 - K_x[Cu(OH)_4]$, тогда для нахождения x можно составить уравнение:

$$0,3743 = \frac{64}{64 + 39x + 4 \times 17} \Rightarrow x = 1, \text{ тогда } X_5 - K[Cu(OH)_4]$$

За вывод / проверку $X_5 - 1$ балл,

..... За формулу $X_5 - 1$ балл

Определение Y_3

$$\omega(O/Y_3) = (100 - 39,4 - 12,1)\% = 48,5\%$$

Для соли состава $K_xC_yO_z$ имеем:

$$x : y : z = \frac{39,4}{39} : \frac{12,1}{12} : \frac{48,5}{16} = 1 : 1 : 3$$

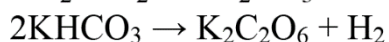
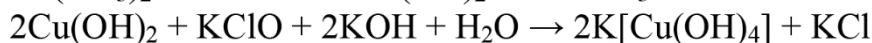
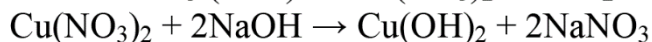
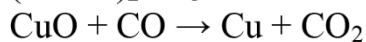
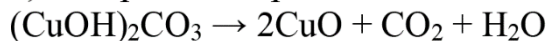
Тогда простейшая формула $Y_3 - KCO_3$, но в этом соединении степень окисления углерода равна (+5), что крайне нехарактерно. Y_3 получают в

условиях электролиза гидрокарбоната калия, следовательно $Y_3 - K_2C_2O_6$ или $K_2C_2O_4(O_2)$ – пероксокарбонат калия.

За вывод простейшей формулы Y_3 – 1 балл

..... За истинную формулу Y_3 – 2 балла

2) Уравнения реакций:



За каждое уравнение – 1 балл

(если неверно расставлены коэффициенты – по 0,5 балла)

..... Всего 7 баллов

3) $K[Cu^{+3}(OH)_4]$; $K_2C_2O_4^{-2}(O_2)^-$

За каждое вещество – 1 балл

..... Всего 2 баллов

Итого за задачу.....20 баллов

Решение задачи № 3

I	II	II
Название кислоты	Название соли	Катион/применение
Хлорноватая	Хлорат	K^+ Входит в состав спичечных головок
Хлористая	Хлорит	Na^+ отбелка бумажной массы
Изоциановая	Фульминат	Hg^{2+} инициирующее ВВ
Хлорноватистая	Гипохлорит	Ca^{2+} дезинфекция помещений
Хлорная	Перхлорат	Mg^{2+} обезвоживание газовых смесей
Тиоциановая	Роданид	NH_4^+ определение Fe^{3+}
Двунадсерная	Персульфат	NH_4^+ сильный окислитель
Дитионистая	Гидросульфит	Zn^{2+} Восстановитель при крашении тканей
Угольная	Карбонат	Pb^{2+} Пигмент красок и лаков
Угольная	Бикарбонат	Na^+ входит в состав газированных напитков

..... За каждое верно указанное соответствие – 1 балл

Итого за задачу.....10 баллов

Решение задачи № 4

1. Твердое хрупкое простое вещество **A** желтого цвета, нерастворимое в холодной воде и горящее на воздухе голубым пламенем, может быть серой.

.....1,0 балл

2. Молярная масса газа **B** может быть рассчитана из плотности его паров по азоту:

$$M(B) = D_{N_2}(B) \times M(N_2) = 2,286 \times 28 = 64 \text{ г/моль}$$

Значение молярной массы оксида **B** указывает на оксид серы(IV) SO_2 .

.....1,0 балла

Реакция окисления серы: $S + O_2 = SO_2$ 1,0 балл

3. При дальнейшем окислении диоксида серы в присутствии катализатора образуется оксид серы(VI) (газ **C**).

$SO_2 + 0,5 O_2 = SO_3$ 1,0 балл

4. Обозначим долю превращения диоксида серы через **x**. В этом случае:

$$V(\text{прореаг. } SO_2) = V(SO_3) = 50 \times x \text{ (л)}$$

$$V(\text{непрореаг. } SO_2) = (50 - 50 \times x) \text{ (л)} = 50(1 - x) \text{ (л)}$$

.....2,0 балла

5. Молярная масса газа **B** может быть рассчитана из плотности его паров по азоту:

$$M(\text{смеси газов}) = D_{\text{возд}}(\text{смеси}) \times M(\text{возд}) = 2,538 \times 29 = 73,6 \text{ г/моль}$$

.....1,0 балла

6. Исходя из рассчитанного значения молярной массы смеси, определим значение степени превращения диоксида серы:

$$\begin{aligned} M(\text{смеси}) &= \frac{m(SO_2) + m(SO_3)}{n(SO_2) + n(SO_3)} = \frac{n \cdot M(SO_2) + n \cdot M(SO_3)}{n(SO_2) + n(SO_3)} = \\ &= \frac{\frac{V(SO_2)}{V_m} \cdot M(SO_2) + \frac{V(SO_3)}{V_m} \cdot M(SO_3)}{\frac{V(\text{смеси})}{V_m}} = \frac{V(SO_2) \cdot M(SO_2) + V(SO_3) \cdot M(SO_3)}{V(\text{смеси})} \end{aligned}$$

.....3,0 балла

$$73,6 = \frac{50(1 - x) \cdot 64 + 50 \cdot x \cdot 80}{50}$$

$$73,6 \cdot 50 = 50(1 - x) \cdot 64 + 50 \cdot x \cdot 80$$

$$73,6 = (1 - x) \cdot 64 + x \cdot 80$$

$$x = 0,6$$

Таким образом, степень превращения диоксида серы в триоксид составляет 0,6 или 60%.

.....2,0 балла

Итого за задачу.....12 баллов

Решение задачи № 5

1. Так как выданное вещество не растворилось в воде, можно предположить, что оно не является соединением щелочных металлов или аммония.

.....0,5 балла

2. Растворимость порошка в азотной кислоте с выделением газа без цвета и запаха, при пропускании которого через баритовую воду наблюдалось ее помутнение, указывает на то, что неизвестное вещество, скорее всего, является солью слабой неустойчивой угольной кислоты.

.....1,0 балла

3. Как известно, карбонаты в кислых растворах не обесцвечивают перманганат калия, и не реагируют с раствором йода I_2 .

.....0,5 балла

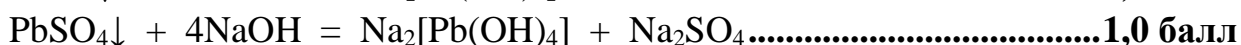
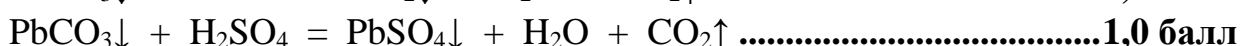
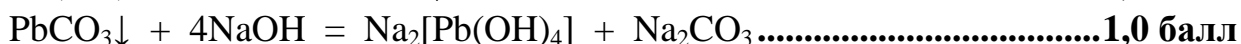
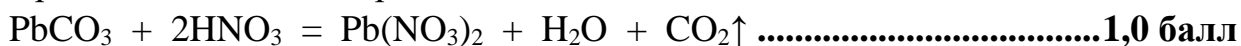
4. Растворение порошка в растворе щелочи указывает на амфотерность гидроксида металла.

.....1,0 балла

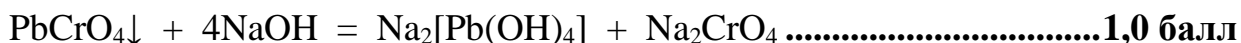
5. Неполное растворение анализируемого порошка при действии соляной и серной кислотой указывает на малую растворимость в воде хлоридов и сульфатов металла, а их растворение при нагревании, а также при добавлении щелочей, указывает на соль ионов свинца. Таким образом, анализируемый порошок является карбонатом свинца(II).

.....1,0 балл

Уравнение описанных реакций:



6. С раствором хромата калия ионы свинца образуют желтый осадок, растворимый в растворах щелочей:



7. При добавлении к растворам солей свинца иодида калия образуется желтый осадок, растворяющийся при нагревании и выпадающий вновь при охлаждении раствора в виде золотистых кристаллов:



Итого за задачу.....14 баллов