**Решение заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии**

**(муниципальный этап)**

**9 класс**

**2024-2025 учебный год**

**Задача 1.** Газ **Х**, проявляющий кислотные свойства, реагирует при обычных условиях с газом **Y** в мольном отношении 1:1 и в массовом отношении 2:1 с образованием твердого вещества **Z**, имеющего ионное строение и растворимого в воде.

1. Определите вещества **Х**, **Y** и **Z**.

2. Запишите их формулы и уравнение реакции.

3. Ответ подтвердите расчетом.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы решения | Кол-во баллов |
| 1 | Определяем вещества, **Х** –сероводородная кислота (по условию задачи проявляет кислотные свойства); **Y** – аммиак; **Z** – гидросульфид аммония (по условию задачи вещества реагируют в мольном отношении 1:1) | 3 |
| 2 | Формулы веществ: **Х** –H2S; **Y** – NH3; **Z** – NH4HS.  Уравнение реакции: H2S + NH3 = NH4HS | 4 |
| 3 | Расчет делаем по отношению молярных масс исходных газов. М(H2S) = 34 г/моль. М(NH3) = 17 г/моль. По условию задачи вещества реагируют в массовом отношении 2:1. m(H2S) : m(NH3) = 34 : 17 = 2 : 1. | 3 |
| Всего: 10 баллов | | |

**Задача 2.** Известно, что энергии связей **S=O** в оксидах серы различаются: в оксиде серы (IV) энергия связи на 13% больше, чем в оксиде серы (VI). Справочные данные: теплоты образования оксидов серы: Qобр(SO2(г)) = 297 кДж/моль, Qобр(SO3(г)) = 396 кДж/моль; энергия связи в молекуле кислорода: Е(O=O) = 498 кДж/моль.

1. Рассчитайте энергию связи **S=O** в оксиде серы (IV).

2. Рассчитайте энергию связи **S=O** в оксиде серы (VI).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы решения | Кол-во баллов |
| 1 | Составим термохимическое уравнение реакции окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI): SO2 + ½O2 → SO3 + Q кДж. | 2 |
| 2 | Находим тепловой эффект реакции: Q = Qобр(SO3(г)) – Qобр(SO2(г)) = 396 – 297 = 99 кДж/моль. | 2 |
| 3 | Пусть E(**S=O** в SO3) = х кДж/моль, тогда E(**S=O** в SO2) = 1,13х кДж/моль. | 2 |
| 4 | Учитывая число связей **S=O** в оксидах: в SO3  3 связи, в SO2 – 2 связи, рассчитываем тепловой эффект реакции: Q = ∑E(обр) – ∑E(разр) = 3x – 2 • 1,13x – ½ • 498 = 99 кДж/моль. | 4 |
| 5 | Решаем уравнение: x = 470 кДж, E(**S=O** в SO3) = 470 кДж/моль. | 2 |
| 6. | E(**S=O** в SO2) = 470 • 1,13 = 531 кДж/моль. | 3 |
| Всего: 15  баллов | | |

**Задача 3.** После растворения 22,4 г смеси меди и оксида меди (II) в 500 г концентрированной серной кислоты масса раствора оказалась равной 516 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы решения | Кол-во баллов |
| 1 | Составим уравнения реакций взаимодействия меди и оксида меди (II) c концентрированной серной кислотой:  Cu + 2H2SO4 = CuSO4 + SO2 ↑ + 2H2O (1)  CuO + H2SO4 = CuSO4 + H2O (2) | 4 |
| 2 | Находим массу и количество вещества оксида серы (IV): из массы исходной смеси 22,4 г + 500 г = 522,4 г вычитаем массу конечного раствора: 522,4 г – 516 г = 6,4 г;  υ(SO2) = 6,4 г / 64 г/моль = 0,1 моль. | 3 |
| 3 | Подставляем в уравнение реакции (1) значение количества вещества SO2. Количества веществ меди и сульфата меди(II) по реакции (1) равны. | 1 |
| 4 | Рассчитываем массы меди и оксида меди(II) в смеси :  m(Сu) = 0,1 моль • 64 г/моль = 6,4 г;  m(СuO) = 22,4 – 6,4 г = 16 г. | 2 |
| 5 | Находим количество вещества оксида меди(II): υ(CuO) = 16 г / 80 г/моль = 0,2 моль. | 1 |
| 6 | Подставляем в уравнение реакции (2) значение количества вещества CuO. Количества веществ оксида меди(II) и сульфата меди(II) по уравнению реакции (2) равны. | 1 |
| 7 | Находим массу сульфата меди(II) по уравнениям (1) и (2): 0,3 моль • 160 г/моль = 48 г. | 2 |
| 8 | Находим массовую долю соли в конечном растворе: ω(CuSO4) = 48 г / 516 г = 0,093 или 9,3%. | 1 |
| Всего: 15 баллов | | |

**Задача 4.** Хлор прекрасно растворим в органических растворителях, например, в четыреххлористом углероде CCl4: в 100 мл растворителя при 20◦С растворяется 5480 мл хлора (плотность хлора при 20◦С равна 2,96 г/л). Плотность четыреххлористого углерода равна 1,63 г/мл.

1. Рассчитайте массовую долю хлора в этом растворе.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы решения | Кол-во баллов |
| 1 | Рассчитываем массу растворителя CCl4 по формуле: m = ρ V.  m(CCl4) = 1,63 г/мл • 100 мл = 163 г. | 2 |
| 2 | Находим массу хлора по формуле: m = ρ V.  m(Cl2) = 2,96 г/л • 5,48 л = 16,22 г. | 2 |
| 3 | Рассчитываем массу раствора:  m(раствора) = m(Cl2) + m(CCl4) = 16,22 г + 163 г = 179,22 г. | 3 |
| 4 | Рассчитываем массовую долю хлора по формуле: ω(Сl2) = m(Cl2) / m(р-ра).  ω(Сl) = 16,22 / 179,22 = 0,0905 (9,05%). | 3 |
| Всего: 10 баллов | | |

**Задача 5.** Мысленный эксперимент. Для проведения опытов по исследованию свойств солей учитель выдал юному химику раствор соли, который разделили на две части. К первой части этого раствора добавили раствор хлорида натрия, в результате чего выпал белый творожистый осадок. А при добавлении ко второй части этого раствора цинковой стружки образовались серые хлопья металла, катионы которого обладают дезинфицирующим свойством. Известно, что выданная соль используется для изготовления зеркал и в фотографии, а ее анион является составной частью многих минеральных удобрений. В аптеке можно купить «ляписный» карандаш, обладающий бактерицидными свойствами.

1. Запишите химическую формулу и название выданного вещества.

2. Составьте два уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования его свойств.

3. Рассчитайте массовые доли каждого элемента (%) в исследуемой соли.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы решения | Кол-во баллов |
| 1 | Записываем химическую формулу и название выданного вещества:  AgNO3. Нитрат серебра. | 3 |
| 2 | Составляем уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования свойств выданного вещества:  AgNO3 + NaCl = AgCl↓ + NaNO3  2AgNO3 + Zn = 2Ag + Zn(NO3)2. | 4 |
| 3 | Рассчитываем массовые доли серебра, азота и кислорода в соединении:  ω(Ag) = 108·/ 170 = 0,6353 (63,53%)  ω(N) = 14 / 170 = 0,0824 (8,24%)  ω(O) = 16 • 3 / 170 = 0,2823 (28,23%). | 3 |
| Всего: 10 баллов | | |