

Решение заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии
(муниципальный этап)
9 класс
2024-2025 учебный год

Задача 1. Газ **X**, 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 **X**, **Y** и **Z**.
2. Запишите их формулы и уравнение реакции.
3. Ответ подтвердите расчетом.

№п/п	Этапы решения	Кол-во баллов
1	Определяем вещества, X – 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: X – H_2S ; Y – NH_3 ; Z – NH_4HS . Уравнение реакции: $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{HS}$	4
3	Расчет делаем по отношению молярных масс исходных газов. $M(\text{H}_2\text{S}) = 34$ г/моль. $M(\text{NH}_3) = 17$ г/моль. По условию задачи вещества реагируют в массовом отношении 2:1. $m(\text{H}_2\text{S}) : m(\text{NH}_3) = 34 : 17 = 2 : 1$.	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: $Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2(\text{г})) = 297$ кДж/моль, $Q_{\text{обр}}(\text{SO}_3(\text{г})) = 396$ кДж/моль; энергия связи в молекуле кислорода: $E(\text{O}=\text{O}) = 498$ 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): $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + Q$ кДж.	2
2	Находим тепловой эффект реакции: $Q = Q_{\text{обр}}(\text{SO}_3(\text{г})) - Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2(\text{г})) = 396 - 297 = 99$ кДж/моль.	2
3	Пусть $E(\text{S}=\text{O}$ в $\text{SO}_3) = x$ кДж/моль, тогда $E(\text{S}=\text{O}$ в $\text{SO}_2) = 1,13x$ кДж/моль.	2
4	Учитывая число связей S=O в оксидах: в SO_3 3 связи, в SO_2 – 2 связи, рассчитываем тепловой эффект реакции: $Q = \sum E(\text{обр}) - \sum E(\text{разр}) = 3x - 2 \cdot 1,13x - \frac{1}{2} \cdot 498 = 99$ кДж/моль.	4
5	Решаем уравнение: $x = 470$ кДж, $E(\text{S}=\text{O}$ в $\text{SO}_3) = 470$ кДж/моль.	2
6.	$E(\text{S}=\text{O}$ в $\text{SO}_2) = 470 \cdot 1,13 = 531$ 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) с концентрированной серной кислотой: $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$	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; $\nu(\text{SO}_2) = 6,4 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль.}$	3
3	Подставляем в уравнение реакции (1) значение количества вещества SO_2 . Количество веществ меди и сульфата меди(II) по реакции (1) равны.	1
4	Рассчитываем массы меди и оксида меди(II) в смеси : $m(\text{Cu}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 6,4 \text{ г};$ $m(\text{CuO}) = 22,4 - 6,4 \text{ г} = 16 \text{ г.}$	2
5	Находим количество вещества оксида меди(II): $\nu(\text{CuO}) = 16 \text{ г} / 80 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль.}$	1
6	Подставляем в уравнение реакции (2) значение количества вещества CuO . Количество 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): $0,3 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 48 \text{ г.}$	2
8	Находим массовую долю соли в конечном растворе: $\omega(\text{CuSO}_4) = 48 \text{ г} / 516 \text{ г} = 0,093$ или 9,3%.	1
Всего: 15 баллов		

Задача 4. Хлор прекрасно растворим в органических растворителях, например, в четыреххлористом углероде CCl_4 : в 100 мл растворителя при 20°C растворяется 5480 мл хлора (плотность хлора при 20°C 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 CCl_4 по формуле: $m = \rho V$. $m(\text{CCl}_4) = 1,63 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 163 \text{ г.}$	2
2	Находим массу хлора по формуле: $m = \rho V$. $m(\text{Cl}_2) = 2,96 \text{ г/л} \cdot 5,48 \text{ л} = 16,22 \text{ г.}$	2
3	Рассчитываем массу раствора: $m(\text{раствора}) = m(\text{Cl}_2) + m(\text{CCl}_4) = 16,22 \text{ г} + 163 \text{ г} = 179,22 \text{ г.}$	3
4	Рассчитываем массовую долю хлора по формуле: $\omega(\text{Cl}_2) = m(\text{Cl}_2) / m(\text{ра})$. $\omega(\text{Cl}) = 16,22 / 179,22 = 0,0905 \text{ (9,05\%).}$	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: AgNO_3 . Нитрат серебра.	3
2	Составляем уравнения реакций, которые были проведены в процессе исследования свойств выданного вещества: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ $2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	4
3	Рассчитываем массовые доли серебра, азота и кислорода в соединении: $\omega(\text{Ag}) = 108 / 170 = 0,6353$ (63,53%) $\omega(\text{N}) = 14 / 170 = 0,0824$ (8,24%) $\omega(\text{O}) = 16 \cdot 3 / 170 = 0,2823$ (28,23%).	3
Всего: 10 баллов		