

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
2020/2021 учебный год.

9 класс

Задание с решением

Задача 1.

Нагрели сульфат аммония массой 13,2 г с 50 мл раствора гидроксида калия с массовой долей щелочи 62,2% , плотность раствора 1,241 г/мл.

Найдите объем выделившегося газа при н.у. Какова его формула и физические свойства, чем определяется его хорошая растворимость в воде.

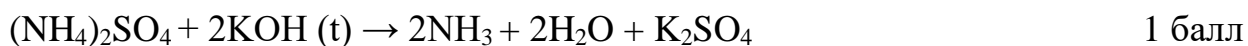
Решение1.

$$m_{(\text{р-ра KOH})} = \rho \cdot V = 1,241 \text{ г/мл} \cdot 50 \text{ мл} = 62,05 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{KOH в р-ра})} = 0,262 \cdot 62,05 \text{ г} = 15,637 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$n_{(\text{KOH})} = m/M = 15,637 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,28 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$n_{((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = m/M = 13,2 \text{ г} / 132 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$



Из уравнения реакции следует, что KOH, тогда

$$n_{(\text{NH}_3)} = 2 n_{((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = 0,2 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$V_{(\text{NH}_3)} (\text{н.у.}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л} \quad 1 \text{ балл}$$

Формула газа - NH_3 1 балл

Физические свойства NH_3 – бесцветный газ с резким запахом, легче воздуха, хорошо растворим в воде 1 балл

Хорошая растворимость объясняется образованием водородных связей в растворе 1 балл

Итого – 10 баллов.

Задача 2.

При нагревании образца гидросульфита натрия выделилось 448 мл (н.у.) сернистого газа и образовалось 5,64 г твердого безводного остатка. Определите массу исходного гидросульфита натрия. К какому классу неорганических соединений относится сернистый газ, как это доказать?

Решение2.



$$n_{(\text{SO}_2)} = n_{(\text{Na}_2\text{SO}_3)} = 0,448 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,007 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{Na}_2\text{SO}_3)} = n \cdot M = 0,007 \text{ моль} \cdot 126 \text{ г/моль} = 0,882 \text{ г}, \quad 1 \text{ балл}$$

следовательно, твердый остаток состоит не только из Na_2SO_3 , но и из

NaHSO_3 , который не разложился. 1 балл

$$m_{(\text{NaHSO}_3) \text{ не разложившегося}} = 5,64 \text{ г} - 0,882 \text{ г} = 4,758 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$n_{(\text{NaHSO}_3) \text{ разложившегося}} = 2 n_{(\text{SO}_2)} = 0,014 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{NaHSO}_3) \text{ разложившегося}} = 0,014 \text{ моль} \cdot 104 \text{ г/моль} = 1,456 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{NaHSO}_3) \text{ исходного}} = 4,758 \text{ г} + 1,456 \text{ г} = 6,214 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

SO_2 – кислотный оксид, образован неметаллом при растворении в воде образует кислоту, лакмус фиолетовый окрасится в красный цвет. 2 балла

Итого – 10 баллов.

Задача 3.

Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) массой 20 г растворили в воде и пролучили раствор с массовой долей соли 20%. К этому раствору добавили 7,84 г железа. Определите массовую долю сульфата железа (II) после завершения реакции.

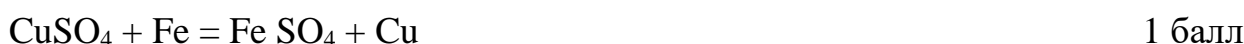
Решение 3.

$$M_{(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O})} = 64 \text{ г/моль} + 32 \text{ г/моль} + 64 \text{ г/моль} + 5 \cdot 18 \text{ г/моль} = 160 \text{ г/моль} + 90 \text{ г/моль} = 250 \text{ г/моль} \quad 0,5 \text{ балла}$$

$$n_{(\text{CuSO}_4)} = n_{(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O})} = m / M = 20 \text{ г} / 250 \text{ г/моль} = 0,08 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{CuSO}_4)} = n \cdot M = 0,08 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{р-ра CuSO}_4)} = m_{(\text{CuSO}_4)} / \omega = 12,8 \text{ г} / 0,2 = 64 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$



$$n_{(\text{Fe})} = m / M = 7,84 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,14 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$n_{(\text{Fe SO}_4)} = n_{(\text{CuSO}_4)} = 0,08 \text{ моль} \quad 0,5 \text{ балла}$$

Согласно уравнению реакции железо находится в избытке и прореагировало не все, расчет проводится по CuSO_4

$$m_{(\text{Fe SO}_4)} = n \cdot M = 0,08 \text{ моль} \cdot 162 \text{ г/моль} = 12,96 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{нереагировавшего Fe})} = 56 \text{ г/моль} \cdot (0,14 \text{ моль} - 0,08 \text{ моль}) = 3,36 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$m_{(\text{полученного р-ра})} = 64 \text{ г} + 7,84 \text{ г} - 0,08 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} - 3,36 \text{ г} = 73,6 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$\omega_{(\text{Fe SO}_4)} = 12,96 \text{ г} / 73,6 \text{ г} = 0,18 \text{ или } 18\% \quad 1 \text{ балл}$$

Итого – 10 баллов.

Задача 4.

Имеется смесь веществ: хлорид натрия, металлические цинк, медь, золото. Как химическим путем выделить из нее каждое вещество в индивидуальном виде. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение4.

Хлорид натрия растворить в воде, отделить раствор и выпарить его. 0,5 балла

Цинк отделить от остальных металлов, растворив его в разбавленной соляной кислоте. 0,5 балла



Регенерировать цинк из раствора можно по схеме: 1 балл



Уравнения реакций:



Медь отделить от золота, растворив ее в разбавленной азотной кислоте



$\text{Cu}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}^{+2}$	2	6	3	восстановитель	окисление
$\text{N}^{+5} + 3\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+2}$	3		2	окислитель	восстановление

Регенерировать медь из раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ можно по реакции замещения



Итого – 10 баллов

Задача 5.

При полном растворении в воде гидроксида и фосфида щелочного металла с равными массовыми долями образовалась газовая смесь с плотностью по углекислому газу 0,2. Установите состав исходных соединений.

Решение5.

Уравнения реакций гидролиза:



Пусть $n_{(MН)} = 1$ моль, $n_{(M_3P)} = x$ моль, тогда $n_{(H_2)} = 1$ моль, $n_{(PH_3)} = x$ моль. 2 балла

Из уравнения средней молярной массы газовой смеси:

$$M_{\text{ср.}} = 1 \cdot 2 + x \cdot 34 / 1+x = 0,2 \cdot 44 \text{ находим } x = 0,27. \quad 2 \text{ балла}$$

Обозначим атомную массу щелочного металла А. Так как массовые доли равны, то равны и массы гидроксида и фосфида:

$$m_{(MН)} = 1 \cdot (A+1) = m_{(M_3P)} = 0,27 \cdot (3A + 31),$$

$$\text{откуда } A = 39 \text{ г/моль.} \quad 2 \text{ балла}$$

Металл – калий. 1 балл

Гидрид – КН, фосфид – К₃Р. 1 балл

Итого – 10 баллов