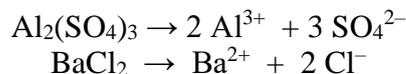


Решения задач и система оценивания – 9 класс (2024 г)

Задача № 1

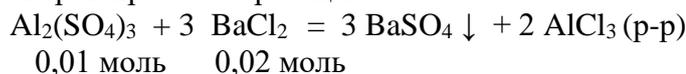
Соли – сульфат алюминия и хлорид бария – сильные электролиты и в водных растворах диссоциируют полностью:



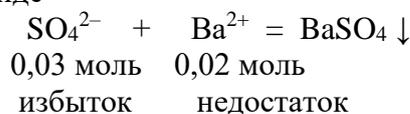
Пусть в растворе находится x моль сульфата алюминия, тогда общее число ионов будет равно: $2x + 3x = N / N_A$ или $5x = 3,011 \cdot 10^{22} / 6,022 \cdot 10^{23} = 0,05$ моль, тогда $x = 0,01$ моль.

Аналогично, пусть в растворе находится y моль хлорида бария, тогда общее число ионов будет равно: $y + 2y = N / N_A$ или $3y = 3,6132 \cdot 10^{22} / 6,022 \cdot 10^{23} = 0,06$ моль, тогда $y = 0,02$ моль.

При смешении растворов протекает реакция



или в сокращенном ионном виде



Таким образом, $n(\text{BaSO}_4) = 0,02$ моль и $m(\text{BaSO}_4) = 0,02 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 4,66 \text{ г}$. Количество ионов алюминия и хлора в смешанном растворе остается таким же, что и в исходных растворах $n(\text{Al}^{3+}) = 2x = 0,02$ моль; $n(\text{Cl}^-) = 2y = 0,04$ моль; остаток сульфат-ионов $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0,03 - 0,02 = 0,01$ моль.

Система оценивания: определение количества солей – 2,0 балла; уравнения диссоциации и реакции – 3,0 балла, определение массы осадка и количеств ионов в смешанном растворе – 2,0 балла

Задача № 2

Общая масса складывается из массы колбы с пробкой m_0 и массы газа. Поскольку по условию задачи колба и условия её заполнения были одинаковы, то согласно закону Авогадро в колбах было одинаковое количество газов – n моль. Составим четыре уравнения:

$$111,450 = m_0 + n \cdot M(\text{воздух}) = m_0 + 29n \quad (1)$$

$$111,400 = m_0 + n \cdot M(A) \quad (2)$$

$$110,850 = m_0 + n \cdot M(B) \quad (3)$$

$$D_B(A) = M(A) / M(B) = 1,647 \quad \text{и} \quad M(A) = 1,647 \cdot M(B) \quad (4)$$

Уберем из системы уравнений m_0 – вычтем из (1) уравнение (2), потом из (1) уравнение (3):

$$0,05 = n(29 - M(A)) \quad \text{и} \quad 0,6 = n(29 - M(B)).$$

Поделим второе соотношения на первое и уберем неизвестное n :

$$0,6 / 0,05 = (29 - M(B)) / (29 - M(A)) \quad \text{или} \quad 12 = (29 - M(B)) / (29 - M(A)).$$

Далее, подставляя в последнее уравнение (4), находим

$$12 = (29 - M(B)) / (29 - 1,647M(B)) \quad \text{и} \quad M(B) = 17 \text{ г/моль}, \quad M(A) = 28 \text{ г/моль}.$$

Газами с молярной массой 28 г/моль являются азот N_2 , угарный газ CO , этилен C_2H_4 и диборан B_2H_6 . Газ с молярной массой 17 г/моль – это аммиак NH_3 .

Система оценивания: обоснование и составление уравнений (1) – (4) – 4 балла; расчет молярных масс газов – 3 балла; один из возможных вариантов двух газов – 1 балл.

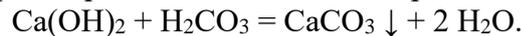
Задача № 3

Судя по описанию свойств оксида №1, речь идет об одном из основных оксидов щелочноземельных металлов, например, CaO (возможны SrO, BaO).

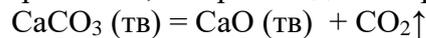
Его образование $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$; при растворении оксида в воде образуется щелочной раствор гидроксида кальция (известковая вода) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, который на воздухе мутнеет за счет поглощения углекислого газа с образованием малорастворимого карбоната кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{p-p}) + \text{CO}_2 (\text{из воздуха}) = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$.

Оксид №2 – углекислый газ, его получение $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$; это бесцветный газ без запаха, он является кислотным оксидом и при растворении в воде частично гидролизует с образованием слабой угольной кислоты $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{раствор})$.

При смешении водных растворов оксидов №1 и №2 протекает реакция



Если осадок отфильтровать и прокалить, то происходит его разложение на оксиды



Оксид CaO называют негашеной известью, которая при хранении на воздухе может поглощать углекислый газ $\text{CaO} (\text{тв}) + \text{CO}_2 (\text{из воздуха}) = \text{CaCO}_3 (\text{тв})$

Система оценивания: обоснование выбора оксидов на основе их свойств – 2 балла; уравнения реакций – 4 балла.

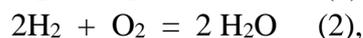
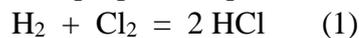
Задача № 4

Объём смеси водорода, кислорода и хлора составляет 22.4 л (н.у.) что соответствует 1 молью смеси газов.

Пусть в смеси газов содержится x моль водорода, y моль кислорода и z моль хлора, тогда

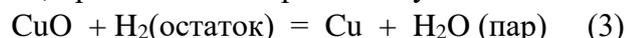
$$x + y + z = 1.$$

При активации смеси электрическим разрядом протекают реакции:



причем количества продуктов реакций определяется газами, взятыми в недостатке.

При охлаждении конечной смеси происходит конденсация воды, в которой растворяется хлороводород с образованием соляной кислоты. Остаточный газ реагирует с нагретым оксидом меди (II) и им является водород, который связывает атомы кислорода из оксида в воду, что, в свою очередь, приводит к потере массы у оксида меди.



Таким образом, в реакциях (1) и (2) хлор и кислород в недостатке и образовалось

$$n(\text{HCl}) = 2z \text{ моль}; \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 2y \text{ моль},$$

а прореагировало водорода $n(\text{H}_2/\text{прореаг.}(1) \text{ и } (2)) = z + 2y \text{ моль}$.

Количество остаточного водорода определим по потере массы оксида меди:

$n(\text{H}_2/\text{остаток}) = n(\text{O}/\text{потеря}) = 0,96 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ моль}$ и общее количество водорода в исходной смеси равно $x = z + 2y + 0,06 \text{ моль}$.

Количество образовавшегося хлороводорода найдем по реакции нейтрализации:



и $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 1,6 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$, тогда $2z = 0,04$ и $z = 0,02 \text{ моль}$.

Далее решаем систему уравнений:

$$z = 0,02$$

$$x = z + 2y + 0,06$$

$$x + y + z = 1.$$

Итак, в исходной смеси было 0,68 моль водорода, 0,30 моль кислорода и 0,02 моль хлора. В газовой смеси объёмные доли компонентов равны их молярным долям, поэтому

$$\varphi(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) / n_{\text{общ}} = 0,68 / 1 = 0,68 = 68 \% ; \varphi(\text{O}_2) = 30 \% \text{ и } \varphi(\text{Cl}_2) = 2 \% .$$

Определим состав раствора:

$$m(\text{HCl}) = 2z \cdot M(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,02 \cdot 36,5 = 1,46 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2y \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,30 \cdot 18 = 10,80 \text{ г}$$

$$m(\text{p-p}) = 1,46 + 10,80 = 12,26 \text{ г} \text{ и } \omega(\text{HCl}) = 1,46 / 12,26 = 0,119 = 11,9 \%$$

Система оценивания: идея и последовательность расчета – 4 балла; уравнения реакций – 2 балла; расчет состава газовой смеси – 2 балла; расчет состава раствора – 2 балла.

Задача № 5

Серная кислота образует два ряда солей – кислые и средние. Выделение водорода при реакции с опилками цинка возможно, если в растворе находится гидросульфат некоторого щелочного металла MHSO_4 (по таблице растворимости существование гидросульфатов многовалентных металлов в растворе сомнительно):



Определим количество соли в растворе

$$n(\text{MHSO}_4) = 2 n(\text{H}_2) = 2 V(\text{H}_2) / 22,4 = 2 \cdot 0,7 / 22,4 = 0,0625 \text{ моль},$$

$$\text{тогда } M(\text{MHSO}_4) = 8,5 \text{ г} / 0,0625 \text{ моль} = 136 \text{ г/моль}.$$

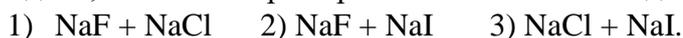
Таким образом, молярная масса металла равно

$$M(\text{M}) = 136 - M(\text{HSO}_4) = 136 - 97 = 39 \text{ г/моль} - \text{это калий}.$$

Система оценивания: обоснование формулы соли – 1 балл; уравнение реакции – 1 балл; определение металла – 1 балл.

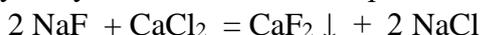
Задача № 6

Согласно условию задачи, возможны три варианта смеси галогенидов натрия в растворе:



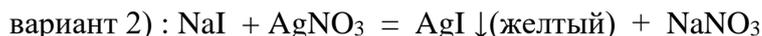
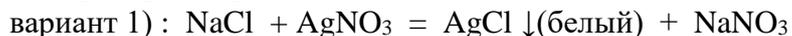
Один из возможных путей определения:

– обрабатываем образец исследуемого раствора раствором CaCl_2 и если образуется осадок, то в растворе присутствует NaF возможны варианты 1) или 2):



отсутствие осадка однозначно указывает на вариант 3);

– распознавание вариантов 1) и 2) можно легко провести с помощью раствора AgNO_3 по цвету осадка (соль AgF – растворима)



Возможны и другие пути распознавания состава исследуемого раствора.

Система оценивания: перечень вариантов смеси – 1 балл, методика опознания – 2 балла; уравнения реакций – 3 балла.