

Решения задач и система оценивания – 9 класс (2023 г)

Задача № 1

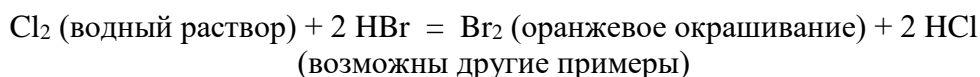
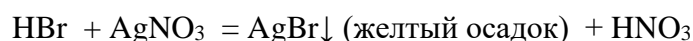
Обозначим формулу бескислородной одноосновной кислоты HX, а её молярную массу M г/моль. В 100 г указанного раствора содержится 44,26 г кислоты и $100 - 44,26 = 55,74$ г воды, тогда $n(\text{HX}) = 44,26 / M$ моль и $n(\text{H}_2\text{O}) = 55,74 / 18 = 3,10$ моль.

Общее количество атомов водорода и кислорода в растворе будет равно:

$$n(\text{H}) = n(\text{HX}) + 2 n(\text{H}_2\text{O}) \quad \text{и} \quad n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}).$$

По условию задачи $n(\text{H}) = 2,176 n(\text{O})$ или $44,26 / M + 2 \cdot 3,10 = 2,176 \cdot 3,10$, откуда $M = 81$ г/моль – это бромоводородная кислота.

Качественные реакции на присутствие в растворе ионов Br^-



Определим массу газа, необходимую для приготовления раствора из определения (по условию масса растворителя 1000 г):

$$m(\text{HBr}) / (m(\text{HBr}) + 1000) = 0,4426, \text{ откуда } m(\text{HBr}) = 794 \text{ г} \\ \text{и } V(\text{HBr}) = (794 / 81) \cdot 22,4 = 219,6 \text{ л}$$

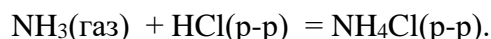
Возможен более общий подход к началу решения. Возьмем произвольно массу данного раствора равной m_0 , тогда в нем

$$m(\text{HX}) = 0,4426m_0 \quad \text{и} \quad n(\text{HX}) = 0,4426m_0 / M \\ m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5574 m_0 \quad \text{и} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5574 m_0 / 18 \quad \text{и т.д.}$$

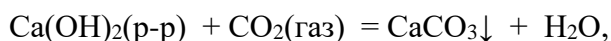
Система оценивания: определение формулы кислоты – 3 балла; уравнения реакций – 2 балла, определение объёма газа – 2 балла.

Задача № 2

Смесь газов CO_2 , NH_3 , N_2 пропускаем через раствор кислоты и отделяем аммиак в виде аммонийной соли:



Оставшуюся смесь пропускаем через известковую воду и отделяем углекислый газ в виде осадка карбоната кальция:

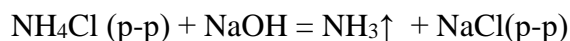


азот остается в чистом виде.

Выделение CO_2 : отделяем осадок CaCO_3 и действуем на него кислотой



Выделение NH_3 : к раствору хлорида аммония при нагревании добавляем раствор щелочи



Возможна другая последовательность разделения: известковая вода, кислота.

Система оценивания: методика разделения газов – 2 балла; уравнения реакций – 4 балла.

Задача № 3

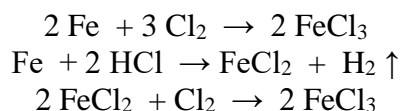
Обозначим количества газов в смеси – хлора x моль, а хлороводорода y моль, тогда по условию задачи $x + y = 22,4 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1$ моль.

Поскольку газы прореагировали полностью, то привес соответствует суммарной массе атомов хлора, связанным с железом, тогда $71x + 35,5y = 42,6 \text{ г}$ или $2x + y = 1,2$ моль

Решая систему уравнений, находим: $x = 0,2$ моль, $y = 0,8$ моль.

Массовые доли газов в смеси: $\omega(\text{Cl}_2) = 71 \cdot 0,2 / (71 \cdot 0,2 + 36,5 \cdot 0,8) = 0,327 = 32,7 \%$
 $\omega(\text{HCl}) = 67,3 \%$.

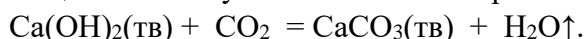
Уравнения возможных реакций:



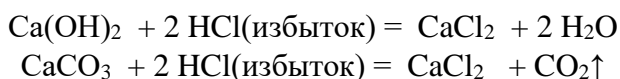
Система оценивания: определение состава смеси – 3 балла; уравнения реакций – 3 балла.

Задача № 4

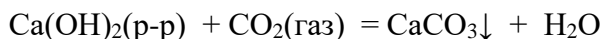
Гашеная известь – это белый порошок гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который при хранении на воздухе поглощает из него углекислый газ с образованием карбоната кальция:



Таким образом, исследуемый образец содержит $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и примесь CaCO_3 и при его обработке избытком соляной кислоты протекают реакции:



Выделившейся углекислый газ поглощается известковой водой (водный раствор гидроксида кальция):



и привес поглотителя соответствует массе поглощенного углекислого газа в количестве $0,6 \text{ г} / 44 \text{ г/моль} = 0,0136$ моль. Ясно, что образец содержал такое же количество карбоната кальция и его масса равна $0,0136 \cdot 100 \text{ г/моль} = 1,36 \text{ г}$.

Состав образца: $\omega(\text{CaCO}_3) = 1,36 \text{ г} / 2 \text{ г} = 0,68 = 68 \%$ и $\omega(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 32 \%$.

Система оценивания: формула гашеной извести и образование примеси – 3 балла; уравнения реакций – 4 балла; расчет состава образца – 3 балла.

Задача № 5

Обозначим формулу искомого газа AxBy , причем $x + y = 7$.

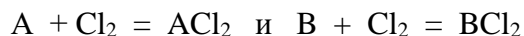
Относительная молекулярная масса газа численно совпадает с его молярной массой и $M(\text{AxBy}) = 298 \text{ г/моль}$. По условию задачи атомная масса элемента А равна $298 \cdot 0,617 = 183,87 \text{ г/моль} \approx 184 \text{ г/моль}$ – это вольфрам W. Ясно, что его индекс в формуле равен $x = 1$, поскольку при $x = 2$ и более будет превышение молярной массы газа. Отсюда $y = 7 - 1 = 6$ и формула газа WB_6 .

Найдем атомную массу элемента В: $M(\text{B}) = (M(\text{WB}_6) - M(\text{W})) / 6 = (298 - 184) / 6 = 19 \text{ г/моль}$ – это фтор. Искомый газ WF_6 .

Система оценивания: определение тяжелого элемента и его индекса в формуле – 2,5 балла, определение второго элемента и его индекса – 2,5 балла.

Задача № 6

При сжигании эквимолярной смеси двух металлов А и В в атмосфере хлора образуется эквимолярная смесь хлоридов этих металлов:



По условию задачи и уравнениям реакций $n(A) = n(B) = n(ACl_2) = n(BCl_2) = n$ моль, тогда

$$n [M(A) + M(B)] \cdot 1,802 = n [M(A) + 71 + M(B) + 71], \text{ откуда}$$

$$M(A) + M(B) = 142 / 0,802 = 177 \text{ г/моль.}$$

В реакциях с хлором металлы окисляются до высшей степени окисления и в нашем случае она равна +2. Методом подбора находим, что указанным условиям удовлетворяют кадмий (112 г/моль) и цинк (65 г/моль).

Система оценивания: определение взаимосвязи между молярными массами металлов – 3 балла, уравнения реакций – 1 балл; определение металлов – 2 балла.