

9 класс I вариант

1. Имеется смесь следующих металлов: железо, медь, алюминий и золото. Как количественно определить химическим способом содержание каждого из компонентов в этой смеси? Опишите ход эксперимента и напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

1. На смесь металлов действуем избытком раствора щелочи. Уменьшение массы смеси соответствует массе алюминия: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

2. Твердый остаток растворяем в избытке соляной кислоты. Уменьшение массы смеси соответствует массе железа: $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

3. Твердый остаток растворяем в избытке раствора азотной кислоты, уменьшение массы смеси соответствует массе меди: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Масса твердого остатка соответствует массе золота.

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*3 = 3 балла

Определение каждого металла по 0,5 балла*4 = 2 балла

Итого 5 баллов

2. Для анализа декагидрата сульфита натрия 50,0 г присланного в лабораторию образца обработали избытком раствора соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток баритовой воды, образовавшийся осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 32,55 г. Найдите массовую долю примесей в образце декагидрата сульфита натрия.

Решение:

Декагидрат сульфита натрия: $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Уравнения реакций: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

По стехиометрической схеме $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaSO}_3$ находим массу чистого кристаллогидрата: $(32,55 : 217) \cdot 306 = 45,9(\text{г})$.

Масса примесей в декагидрате сульфита натрия: $50 - 45,9 = 4,1(\text{г})$.

$W(\text{прим.}) = 4,1 : 50 = 0,082$ или $8,2\%$.

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*2 = 2 балла

Масса чистого вещества – 2 балла

Массовая доля примесей – 1 балл

Итого 5 баллов

3. К 500 мл дистиллированной воды прибавили одну каплю 35%-ного раствора серной кислоты пл. 1,26 г/мл. Рассчитайте концентрацию ионов водорода (в моль-ионах на литр) в получившемся растворе (1 мл составляет примерно 20 капель). Объемным эффектом смешения в данных условиях можно пренебречь.

Решение:

Находим массу серной кислоты в 1 мл 35%-ного раствора: $1,26 \cdot 0,35 = 0,441(\text{г})$.

Масса серной кислоты в 1 капле в 20 раз меньше: $0,441 : 20 = 0,02205(\text{г})$

Эта масса серной кислоты будет и в 500 мл раствора, а в 1 литре раствора будет в 2 раза больше: $0,02205 \cdot 2 = 0,0441(\text{г})$.

Число молей серной кислоты: $0,0441 : 98 = 0,00045(\text{моль})$

Учитывая диссоциацию серной кислоты: $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, находим концентрацию ионов H^+ : $0,00045 = 0,0009(\text{моль-ионов/л})$ или $9 \cdot 10^{-4}(\text{моль-ионов/л})$.

Рекомендации к оцениванию:

Масса серной кислоты в исходном растворе – 3 балла

Концентрация ионов H^+ - 2 балла

Итого 5 баллов

4. В замкнутом сосуде нагрели 0,2 моль оксида азота (I). Как и во сколько раз изменится скорость реакции разложения этого газа к моменту времени, когда образуется 0,04 моль азота?

Решение:

Разложение оксида азота (I) протекает по уравнению: $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$

Скорость реакции: $W = k [\text{N}_2\text{O}]^2$

Считая объем системы равным V, выразим начальную скорость: $W_0 = k (0,2/V)^2$

Разложилось N_2O : $0,2 \cdot 0,2 = 0,04(\text{моль})$ (см. уравнение).

Осталось N_2O : $0,2 - 0,04 = 0,16(\text{моль})$.

Скорость реакции к этому моменту составит: $W = k (0,16/V)^2$.

Значит скорость уменьшилась: $W_0 : W = k (0,2/V)^2 / k (0,16/V)^2 = 0,04 : 0,0256 = 1,5625$ раз

Рекомендации к оцениванию:

Уравнение реакции – 1 балл

Нахождение начальной скорости - 2 балла

Нахождение конечной скорости и общий вывод - 2 балла

Итого 5 баллов

5. При взаимодействии 7,50 г карбоната кальция с избытком серной кислоты в закрытом сосуде давление возросло на 175,39 кПа. В таком же сосуде с тем же количеством серной кислоты была проведена реакция 0,98 г металла, проявляющего в соединениях степень окисления +2. При этом давление возросло на 35,08 кПа. Определите относительную атомную массу неизвестного металла, если известно, что все измерения проводились при одной и той же температуре.

Решение:

$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

7,5 г CaCO_3 соответствуют изменению давления на 175,39 кПа

100 г CaCO_3 « « « x кПа

Таким образом, в расчете на моль CaCO_3 изменение давления составит:

$(100 \cdot 175,39) : 7,5 = 2338,53(\text{кПа})$

$\text{Me} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MeSO}_4 + \text{H}_2$

0,98 г металла соответствуют изменению давления на 35,08 кПа

A « « 2338,53 «

Отсюда относительная атомная масса металла равна 65,3. Это цинк.

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*2 = 2 балла

Определение металла – 3 балла

Итого 5 баллов

9 класс II вариант

1. Имеется смесь следующих металлов: золото, магний, цинк и серебро. Как количественно определить содержание каждого из компонентов в этой смеси? Опишите ход эксперимента и напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

1. На смесь металлов действуем избытком раствора щелочи. Уменьшение массы смеси соответствует массе цинка: $Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

2. Твердый остаток растворяем в избытке соляной кислоты. Уменьшение массы смеси соответствует массе магния: $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$

3. Твердый остаток растворяем в избытке раствора азотной кислоты, уменьшение массы смеси соответствует массе серебра: $3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$

Масса твердого остатка соответствует массе золота.

Рекомендации к оцениванию:

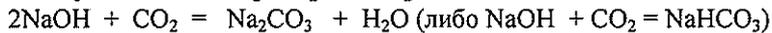
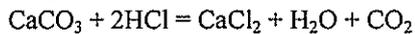
Уравнения реакций по 1 баллу*3 = 3 балла

Определение каждого металла по 0,5 балла*4 = 2 балла

Итого 5 баллов

2. В лабораторию прислали для анализа образец природного известняка. При проведении анализа 75 г известняка обработали соляной кислотой и выделившийся газ пропустили через избыток раствора едкого натра. Масса раствора после опыта оказалась на 26,4 г больше. Найдите массовую долю посторонних примесей в образце известняка.

Решение:



Увеличение массы раствора соответствует массе поглощенного углекислого газа.

По стехиометрической схеме $CaCO_3 \rightarrow CO_2$ находим массу чистого карбоната кальция:

$$(26,4 : 44) * 100 = 60 \text{ (г)}$$

$$\text{Масса примесей: } 75 - 60 = 15 \text{ (г)}$$

$$W \text{ (прим.)} = 15 : 75 = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*2 = 2 балла

Масса чистого вещества – 2 балла

Массовая доля примесей – 1 балл

Итого 5 баллов

3. К 250 мл дистиллированной воды прибавили одну каплю концентрированного раствора гидроксида натрия (массовая доля 35%, пл. 1,38 г/мл). Рассчитайте концентрацию гидроксид-ионов (в моль-ионах на литр) в получившемся растворе (1 мл составляет примерно 20 капель). Объемным эффектом смешения в данных условиях можно пренебречь.

Решение:

Находим массу гидроксида натрия в 1 мл 35%-ного раствора: $1,38 * 0,35 = 0,483 \text{ (г)}$.

Масса гидроксида натрия в 1 капле в 20 раз меньше: $0,483 : 20 = 0,02415 \text{ (г)}$

Эта масса гидроксида натрия будет и в 250 мл раствора, а в 1 литре раствора будет в 4 раза больше: $0,02415 * 4 = 0,0966 \text{ (г)}$.

Учитывая диссоциацию гидроксида натрия: $NaOH = Na^+ + OH^-$, находим концентрацию ионов OH^- : $0,0966 : 40 = 0,002415 \text{ (моль-ионов/л)}$ или $2,415 * 10^{-3} \text{ (моль-ионов/л)}$.

Рекомендации к оцениванию:

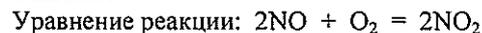
Масса гидроксида натрия в исходном растворе – 3 балла

Концентрация ионов OH^- - 2 балла

Итого 5 баллов

4. В замкнутом сосуде смешали 0,4 моль оксида азота (II) и 0,4 моль кислорода. Как и во сколько раз изменится скорость взаимодействия этих газов к моменту времени, когда прореагирует 25% кислорода?

Решение:



Скорость реакции: $W = k[NO]^2 * [O_2]$. Считая объем системы равным V, выразим начальную скорость: $W_0 = k(0,4/V)^2 * (0,4/V)$.

Прореагировало кислорода: $0,4 * 0,25 = 0,1 \text{ (моль)}$. Следовательно, вступило в реакцию оксида азота (II): $0,1 * 2 = 0,2 \text{ (моль)}$.

Осталось кислорода: $0,4 - 0,1 = 0,3 \text{ (моль)}$.

Осталось оксида азота (II): $0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ (моль)}$.

Скорость реакции к этому моменту составит: $W = k(0,2/V)^2 * (0,3/V)$.

Значит скорость уменьшилась: $W_0 : W = k(0,4/V)^2 * (0,4/V) / k(0,2/V)^2 * (0,3/V) = ((0,4)^2 * 0,4) / (0,2)^2 * (0,3) = 5,33 \text{ раз}$.

Рекомендации к оцениванию:

Уравнение реакции – 1 балл

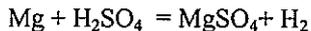
Нахождение начальной скорости - 2 балла

Нахождение конечной скорости и общий вывод - 2 балла

Итого 5 баллов

5. При взаимодействии 1,80 г магния с избытком серной кислоты в закрытом сосуде давление возросло на 140,59 кПа. В таком же сосуде с тем же количеством серной кислоты проведена реакция 2,95 г карбоната металла (II). Давление в сосуде при этом увеличилось на 28,12 кПа. Определите, карбонат какого металла был взят, если все измерения проведены при одной и той же температуре.

Решение:



1,8 г магния соответствует изменения давления на 140,59 кПа

24 г « « « « x кПа ,

Таким образом, в расчете на моль магния изменение давления составит:

$$(24 \cdot 140,59) : 1,8 = 1874,53 \text{ (кПа)}.$$



2,95 г карбоната металла соответствуют изменению давления на 28,12 кПа

M « « « « 1874,53 «

Молярная масса карбоната металла равна 197 и атомная масса металла равна:

$$197 - 60 = 137. \text{ Металл – барий.}$$

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*2 =2 балла

Определение металла – 3 балла

Итого 5 баллов