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:** $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$

2. Твердый остаток растворяем в избытке соляной кислоты. Уменьшение массы смеси соответствует массе **железа:** $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$

3. Твердый остаток растворяем в избытке раствора азотной кислоты, уменьшение массы смеси соответствует массе **меди:** $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

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. 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: $Na_2SO_3*10H_2O$

Уравнения реакций: $Na_2SO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + SO_2$

$Ba(OH)_2 + SO_2 = BaSO_3 + H_2O$

По стехиометрической схеме $Na_2SO_3*10H_2O \rightarrow BaSO_3$ находим массу чистого кристаллогидрата: (32,55 : 217)* 306 = 45,9(г).

Масса примесей в декагидрате сульфита натрия: 50 – 45,9 = 4,1(г).

W (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 *0,35 = 0,441 (г).

Масса серной кислоты в 1 капле в 20 раз меньше: 0,441 : 20 = 0,02205 (г)

Эта масса серной кислоты будет и в 500 мл раствора, а в 1 литре раствора будет в 2 раза больше: 0,02205 *2 = 0,0441 (г).

Число молей серной кислоты: 0,0441: 98 = 0,00045 (моль)

Учитывая диссоциацию серной кислоты: $H_2SO_4 = \mathbf{2H^+} + SO_4^{2-}$, находим концентрацию **ионов H^+** : 0,00045 = **0,0009 (моль-ионов/л) или $9*10^{-4}$ (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: $2N_2O = 2N_2 + O_2$

Скорость реакции: $W = к\,[N_2O]^2$

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

Разложилось N_2O: 0,2*0,2 = 0,04 (моль) (см. уравнение).

Осталось N_2O: 0,2 – 0,04 = 0,16 (моль).

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

Значит скорость **уменьшилась:** W_0: $W = к\,(0,2/V)^2 / к\,(0,16/V)^2$ = 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:

$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O + CO_2$

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 *175,39) : 7,5 = 2338,53(кПа)

$Me + H_2SO_4 = MeSO_4 + H_2$

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:

$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ (либо $NaOH + CO_2 = NaHCO_3$)

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 (г).

Масса примесей: 75 – 60 = 15 (г).

W (прим.) = 15 : 75 = **0,2 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 (г).

Масса гидроксида натрия в 1 капле в 20 раз меньше: 0,483 : 20 = 0,02415 (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 (г).

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

Уравнение реакции: $2NO + O_2 = 2NO_2$

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

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

Осталось кислорода: 0,4 – 0,1 = 0,3 (моль).

Осталось оксида азота (II): 0,4 – 0,2 = 0,2 (моль).

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

Значит скорость **уменьшилась:** W_0: $W = к (0,4/ V)^2*(0,4/ V)/ к(0,2 / V)^2 *(0,3 / V) =$
$= ((0,4)^2 *0,4)/ (0,2)^2 * (0,3)$ = **5,33 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:

$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$

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*140,59):1,8 = 1874,53 (кПа).

$MeCO_3 + H_2SO_4 = MeSO_4 + H_2O + CO_2$

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. Металл – барий.**

Рекомендации к оцениванию:

Уравнения реакций по 1 баллу*2 =2 балла

Определение металла – 3 балла

Итого 5 баллов