

Теоретический тур 9 класс

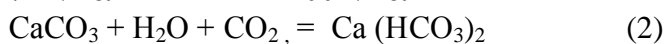
9 класс

Задача 1. Раствор, содержащий 5,55 г гидроксида кальция, поглотил 3,96 г углекислого газа. Какая масса осадка образовалась при этом?

Решение.



74 г/моль 100 г/моль



Число молей гидроксида кальция: $5,55 : 74 = 0,075$ (моль).

Число молей углекислого газа $3,96 : 44 = 0,09$ (моль); (углекислый газ в избытке).

Максимально возможная масса осадка: $0,075 * 100 = 7,5$ (г); (см. уравнение 1).

В избытке углекислого газа часть осадка растворится (см. уравнение 2).

Избыток углекислого газа: $0,09 - 0,075 = 0,015$ (моль)

Масса растворившегося осадка: $0,015 * 100 = 1,5$ (г).

Масса выпавшего осадка: $7,5 - 1,5 = 6$ (г).

Рекомендации к оценке

Уравнение реакций (по 2 балла) - 4 балла

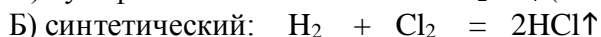
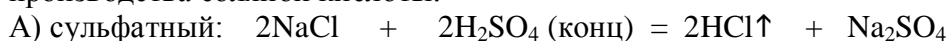
Расчет возможной массы осадка – 3 балла

Нахождение реальной массы – 3 балла

Итого 10 баллов

Задача 2. Какие способы промышленного производства соляной кислоты Вы знаете? Напишите уравнения соответствующих реакций. Какие загрязнения атмосферы и сточных вод могут иметь место при производстве соляной кислоты? Предложите способы, которые можно применять для предотвращения выброса загрязнений в окружающую среду?

Решение. Соляную кислоту получают растворением хлороводорода в воде. Однако, в зависимости от способа получения хлороводорода, различают два основных способа производства соляной кислоты:

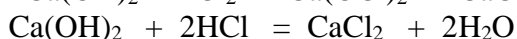
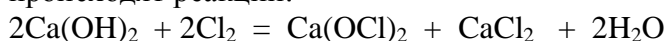


При производстве соляной кислоты могут быть выбросы газообразного хлора и хлороводорода (загрязнение атмосферы), соляной кислоты (загрязнение гидросферы).

Самым нежелательным выбросом является хлор.

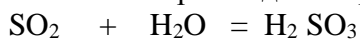
Для очистки газов от хлора и его соединений в промышленности обычно применяют два способа:

1. Известковый способ, основанный на поглощении хлора и хлороводорода суспензией гидроксида кальция, которая наносится на пористые материалы (абсорбенты). При этом происходят реакции:



2. Сернистокислотный способ, заключающийся в добавлении к очищаемым газам сернистого газа с последующим пропусканием смеси через камеры, орошаемые водой.

Очистка сопровождается реакциями:



Рекомендации к оценке:

За способы промышленного производства соляной кислоты (по 1 баллу) – 2 балла

За уравнение реакции получения (по 1 баллу) - 2 балла

За продукты загрязнения атмосферы и гидросферы - 2 балла

За способы очистки с уравнениями реакций (по 2 балла) - 4 балла

Итого – 10 баллов

Задача 3. В таблице представлена зависимость степени превращения при окислении NO кислородом в газовой смеси, приготовленной смешением равных объемов газов, от температуры:

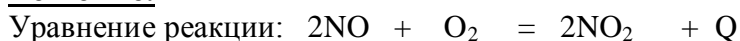
Температура, °C	230	300	500	670
Степень превращения, %	95	80	19	5

А) Определите, экзо- или эндотермическим является процесс окисления NO? Ответ поясните.

Б) Вычислите состав газовой смеси в процентах по объему при 300°C.

В) Рассчитайте значение $K_{\text{равн}}$ при этой температуре.

Решение.



Эта обратимая реакция является **экзотермической**, т.к. из таблицы видно закономерное уменьшение степени превращения NO в NO₂ с увеличением температуры.

Пусть исходная концентрация NO и O₂ – x моль/л (по условию равные объемы)

При 300°C установится равновесие и в смеси будет находиться:

0,8x моль NO₂, **0,2x** моль NO и **0,6x** моль O₂.

Общий объем уменьшится на 0,2 V⁰ и будет равен:

$$0,8 V^0(\text{NO}_2) + 0,2 V^0(\text{NO}) + 0,6 V^0(\text{O}_2) = 1,6 V^0$$

Отсюда находим процентный состав газовой смеси по объему:

$\text{NO}_2 = 50\%$, $\text{NO} = 12,5\%$, $\text{O}_2 = 37,5\%$.

$$K_{\text{равн.}} = \frac{C^2(\text{NO}_2)}{C^2(\text{NO}) * C(\text{O}_2)} \quad (1)$$

При постоянном давлении концентрация газов будет:

$C(\text{NO}_2) = C_0$; $C(\text{NO}) = 0,25 C_0$; $C(\text{O}_2) = 0,75 C_0$.

Подставляя концентрации в формулу (1), находим $K_{\text{равн.}}$:

$$C_0 / (0,25 C_0)^2 * (0,75 C_0) = 21,34 / C_0 .$$

Рекомендации к оценке:

Уравнение реакции - 1 балл

Определение типа реакции с обоснованием - 2 балла (без - 1 балл)

Количественный расчет газовой смеси при 300°C – 4 балла

Формула $K_{\text{равн.}}$ – 2 балла

Вычисление $K_{\text{равн.}}$ – 1 балл

Итого 10 баллов

Задача 4. Два вещества **X** и **Y** имеют одинаковые массовые доли водорода (5,88%) и молярные массы. Вещество **X** при обычных условиях жидкость, из него в лаборатории можно получить кислород и обычно оно продается в аптеках в виде 3%-ного раствора. Вещество **Y** при обычных условиях представляет собой газ с неприятным запахом.

А) Определите вещества **X** и **Y**.

Б) Как называется 30%-ный раствор вещества **X** ?

В) Напишите уравнения реакции веществ **X** и **Y** между собой.

Г) Напишите уравнение реакций веществ **X** и **Y** с водным раствором нитрата свинца (по отдельности).

Д) Напишите уравнения реакций веществ **X** и **Y** с каждым из веществ, полученных в реакциях с нитратом свинца.

Решение.

А) По массовой доле водорода находим массу фрагментов веществ **X** и **Y**, приходящуюся на один атом водорода: $1 : 0,0588 = 17$. Поскольку из вещества **X** можно получить кислород, то молекула вещества **X** должна содержать еще и элемент кислород. Так как соединения **HO** не существует, то при удвоении формулы получается H_2O_2 . Из этого вещества в лаборатории действительно можно получить кислород. Молярная масса этого вещества – 34 г/моль. Такую же молярную массу имеет газ с неприятным запахом – H_2S (сероводород). Значит вещества **X** - H_2O_2 , а **Y** - H_2S .

Б) 30%-ный раствор пероксида водорода называется **пергидроль**.

В) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

Г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{Pb S} \downarrow + 2\text{HNO}_3$

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Pb O}_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3$

Д) $\text{Pb S} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{Pb SO}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{Pb O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{Pb S} \downarrow + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} \downarrow + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

HNO_3 (конц.) + H_2O_2 (конц.) = $\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_4$ – перексоазотная кислота (в чистом виде не выделена, но существует в таких растворах в равновесии с азотной кислотой).

Рекомендации к оценке:

Определение веществ X и Y - 2 балла.

Название 30%-ного раствора X - 1 балл.

За уравнения реакций по 1 баллу, всего – 7 баллов

Итого – 10 баллов

Задача 5. При прокаливании бесцветного природного минерала каинита его масса уменьшается, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Обработка минерала концентрированной серной кислотой приводит к выделению газа, хорошо растворимого в воде и не вызывающего помутнения известковой воды. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала раствором хлорида бария и нитрата серебра выпадают белые осадки, нерастворимые в кислотах, а при действии избытка раствора щелочи выпадает белый осадок, растворимый в кислотах. Напишите формулу минерала каинита и уравнения всех указанных в условии задачи реакций.

Решение.

Формула минерала: $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$

Прокаливание минерала: $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O = KCl + MgSO_4 + 3H_2O$

$2KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O + H_2SO_4 (\text{конц}) = 2MgSO_4 + K_2SO_4 + 2HCl \uparrow + 6H_2O$

$MgSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + MgCl_2$

$KCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + KNO_3$

$MgSO_4 + 2KOH = Mg(OH)_2 \downarrow + K_2SO_4$

Рекомендации к оценке:

Формула минерала с обоснованием - 3 балла (без 1 балл)

Уравнение прокаливания – 2 балла

Обработка конц. H_2SO_4 - 2 балла

Остальные уравнения (по 1 баллу) - 3 балла

Итого – 10 баллов

Задача 6. В двух одинаковых замкнутых сосудах, заполненных соответственно кислородом и азотом, прокалили по 14,26 г карбоната двухвалентного металла. После окончания реакции и проведения содержимого сосудов к первоначальным условиям оказалось, что давление в обоих сосудах увеличилось. Отношение изменения давлений в первом и втором сосудах равно 0,833. Масса твердого остатка в первом сосуде равна 9,62 г. Определите, карбонат какого металла подвергли прокаливанию?

Решение.

Так как давление в сосудах изменилось по-разному, то в кислороде идет окисление оксида металла наряду с разложением карбоната. При этом возможны следующие реакции:





В сосуде с азотом происходит только термическое разложение карбоната;



При разложении одного моля карбоната (уравнения 1-4) объем газа меняется соответственно на 0,75; 0,833; 0,5 и 1 моль. Таким образом, условиям задачи отвечают уравнения 2 и 4. Обозначим относительную атомную массу металла – А. Тогда по уравнению реакции 2 имеем пропорцию:

14,26 г MeCO_3 соответствуют 9,62 г Me_3O_4

$$6 \cdot (A + 60) \ll \ll 2 \cdot (3A + 64) \ll$$

Решая эту пропорцию получаем $A = 58,83$. Это кобальт (Co CO_3).

Рекомендации к оценке:

Понимание процессов в сосудах - 1 балл

Возможные уравнения реакций (по 2 балла) - 8 баллов

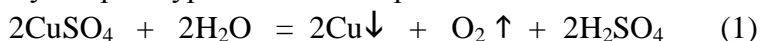
Определение карбоната металла - 1 балл

Итого 10 баллов

Задача 7. Водный раствор сульфата меди (II) объемом 100 мл и с концентрацией 0,25 моль/л подвергали электролизу в течение 45 минут током силой 2,68 А, поддерживая объем этого раствора постоянным. Вычислите массу твердых и общий объем газообразных продуктов электролиза (приведенных к н.у.), а также концентрацию раствора (моль/л) после электролиза.

Решение.

Суммарное уравнение электролиза:



Согласно следствию из закона Фарадея при прохождении через раствор электролита количества электричества в 26,8 А-час на электродах выделяется 1 моль эквивалентов любого вещества. Отсюда число моль эквивалентов разложившегося при электролизе вещества должно быть равно: $(2,68 \cdot 0,75) : 26,8 = 0,075$ (моль экв.).

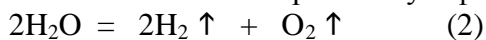
По условию в 100 мл раствора содержалось 0,025 моль CuSO_4 или 0,05 моль экв.

Значит весь сульфат меди разложился при электролизе и вся медь выделилась на катоде.

Масса выделившейся меди равна: $0,05 \cdot 32 = 1,6$ (г). (или $0,025 \cdot 64 = 1,6$)

По массе выделившейся меди (см. уравнение 1) можно найти объем выделившегося кислорода: $(1,6 : 128) \cdot 22,4 = 0,28$ (л).

После полного электролиза сульфата меди происходило разложение воды:



При этом на аноде продолжал выделяться кислород, а на катоде начал выделяться водород. Число моль экв. разложившейся воды равно: $0,075 - 0,05 = 0,025$ (моль экв.).

По уравнению 2 находим число моль экв. водорода: 0,025 моль экв. Эта величина соответствует 0,0125 моль H_2 . Отсюда объем выделившегося водорода на катоде равен: $0,0125 \cdot 22,4 = 0,28$ (л). Кислорода при электролизе воды (см. уравнение 2) выделится в два раза меньше: 0,14 л. Объем кислорода по уравнению 1 равен: $(1,6 \cdot 22,4) : 128 = 0,28$ (л).

Общий объем выделившегося на аноде кислорода равен: $0,28 + 0,14 = 0,42$ (л).

Таким образом, суммарный объем газообразных продуктов электролиза равен:

$$0,42 + 0,28 = 0,70 \text{ (л)}.$$

После полного электролиза в растворе осталась только **серная кислота**. Ее концентрация (см. уравнение 1) равна исходной концентрации сульфата меди, т.е. – **0,25 моль/л**.

Рекомендации к оценке

Уравнения электролиза сульфата меди - 2 балла

Уравнение электролиза воды с объяснением –2 балла

Вычисление массы твердых продуктов – 1 балл

Вычисление суммарного объема газообразных продуктов –3 балла

Вычисление состава и концентрации вещества после электролиза – 2 балла

Итого 10 баллов