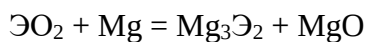
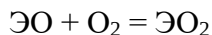
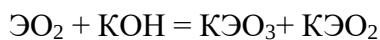


Химия 8 класс

1. Некоторый элемент Э в составе соединений может участвовать в реакциях, схемы которых:

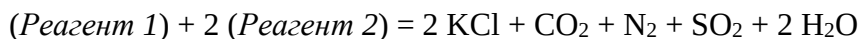


Установите, что это за элемент. Приведите уравнения описанных реакций.

ОТВЕТ: N (азот) – **2 балла**; $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (**1 балл**); $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (**1 балл**); $2\text{NO}_2 + 7\text{Mg} = \text{Mg}_3\text{N}_2 + 4\text{MgO}$ (**1 балл**).

(**5 баллов**)

2. Перед вами незаконченное уравнение реакции, запишите его полностью.



Реагент 1 используется в опыте «искусственная кровь» или «химический порез». С соединениями какого элемента его надо смешать, чтобы получить этот эффект?

ОТВЕТ: $\text{NH}_4\text{SCN} + 2 \text{KClO}_3 = 2 \text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (**4 балла**)

Такую реакцию дают соединения железа(III) (**1 балл**)

(**5 баллов**)

3. В избыток 15 %-ного раствора хлороводородной кислоты внесли навеску твердого индивидуального вещества белого цвета массой 2,1 г. В результате реакции выделилось 0,56 л газа (н.у.). Плотность газа по водороду составила 22. Установите состав соединения. Приведите уравнение реакции взаимодействия вещества с хлороводородной кислотой.

ОТВЕТ: $M(\text{газа}) = 22 \cdot 2 = 44$ г/моль (**3 балла**). $n(\text{газа}) = 0,56/22,4 = 0,025$ моль. $n(\text{в-ва}) = 0,025$; 0,05 и т.д. (**3 балла**). $M(\text{в-ва}) = 2,1/0,025 = 84$ г/моль или $2,1/0,05 = 42$ г/моль – не может быть, меньше $M(\text{газа})$ (**3 балла**). Если газ CO_2 , то вещество – карбонат (**3 балла**). Подходит NaHCO_3 или MgCO_3 (**4 балла**). $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ или $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (**4 балла**)

(**20 баллов**)

4. Перед вами первый вариант периодической таблицы Дмитрия Ивановича Менделеева, опубликованный в 1969 году. В отличие от наших современных таблиц, в этой версии группы элементов расположены в горизонтальных рядах, а элементы упорядочены по их атомным массам (принятым в то время).

Таблице предстояла ещё серьёзная эволюция, и в ней можно обнаружить ряд ошибок.

Одна ошибка – это масса элемента индия (In). Чтобы определить атомную массу индия, известное количество металла растворили в соляной кислоте, добавили раствор гидроксида натрия, а затем прокалили, получив тугоплавкий белый порошок.

Напишите устаревшее название подобных тугоплавких соединений (оно сохранилось в обозначении некоторых групп элементов). Приведите уравнения осуществленных в ходе анализа реакций. Используя современную атомную массу индия, рассчитайте максимальную массу конечного продукта, которая могла быть образована из 1,00 г металлического индия.

Когда Менделеев создал свою первую таблицу, индий был только что открыт, и его химические свойства не были полностью изучены. Какую валентность ошибочно приписали индию, судя по приведенному атомному весу? Ответ обоснуйте расчетами.

ОТВЕТ: Анализ металла проводился по следующим реакциям: $2\text{In} + 6\text{HCl} = 2\text{InCl}_3 + 3\text{H}_2$; $\text{InCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{In}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$; $2\text{In}(\text{OH})_3 = \text{In}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (3 уравнения по **3 балла**). Конечный продукт – тугоплавкий оксид, которые раньше называли землями (**2 балла**), отсюда названия щелочноземельных и редкоземельных элементов. Из 2 моль индия (229,64 г) образуется 1 моль оксида индия (277,63 г). Уменьшив пропорционально обе массы, получим, что из 1 г индия могло образоваться 1,21 г оксида (**4 балла**). Приведенный в таблице атомный вес индия – 75,6 г/моль. В этом случае в 1 г индия содержалось бы 0,0132 моль его атомов. Масса оксида получится та же самая, тогда молярная масса, приходящаяся на 1 моль индия в нем, будет равна $1,21/0,0132 = 91,5$ (г/моль). То есть на один атом индия приходится дополнительно $91,5 - 75,6 = 15,9$ (г/моль), соответствующие одному атому кислорода. Значит предполагавшаяся формула была InO , а индию приписывали валентность (II) (**5 баллов**).

(20 баллов)

5. Представим себя колонистами на Луне. Одной из наших проблем будет разреженная атмосфера и отсутствие легкого доступа к газообразному кислороду. Преодолеть это можно, извлекая кислород из лунных минералов. Большая часть лунной породы состоит из сложных силикатов, которые можно представить в виде смеси оксидов металлов и диоксида кремния, например, силикат натрия можно записать как $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$. Одним из основных силикатных минералов на Луне является анортозит – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

Рассматривая минерал как сложный оксид, рассчитайте процент по массе SiO_2 и Al_2O_3 , который он содержит.

Некоторые регионы содержат значительные доли минерала ильменита, FeTiO_3 , из которого довольно просто получать кислород. Одним из предлагаемых методов для этого является восстановление руды водородом (привезенным с Земли) с получением железа, оксида титана и воды. Во время реакции титан остается в своей максимальной степени окисления. Образовавшаяся вода затем может быть подвергнута электролизу для повторного образования водорода и высвобождения кислорода.

Какова максимальная степень окисления титана? Учитывайте его положение в таблице Менделеева. Приведите формулы двух оксидов, которые можно считать составляющими ильменита. Приведите уравнение реакции между ильменитом и водородом.

Если предположить, что среднее содержание титана в породе, используемой в процессе, составляет 2,50 % по массе, а все примеси являются инертными, сколько тонн лунной породы потребуется для получения тонны газообразного кислорода?

Другой вариант – многоступенчатый процесс, который начинается с восстановления железа в ильмените метаном. На первом этапе один моль метана реагирует с одним молем ильменита, образуя пять молей продуктов, три моля из которых являются газообразными при нормальных условиях. Предложите уравнение протекающей при этом реакции. Из полученных газообразных продуктов можно затем регенерировать метан. Напишите уравнение этой реакции.

ОТВЕТ: Состав анортозита можно записать как $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (2 балла), его общая молярная масса – 278 г/моль, тогда на Al_2O_3 приходится $102/278 = 0,367 = 36,7\%$ (3 балла), а на SiO_2 приходится $2 \cdot 60/278 = 0,432 = 43,2\%$ (3 балла). Титан находится в IVB подгруппе, его максимальная степень окисления +4 (2 балла). Состав ильменита можно записать как $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ (2 балла). Уравнение реакции между ильменитом и водородом:

$\text{FeTiO}_3 + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 балла).

Дальнейшее получение кислорода из воды идет по уравнению $2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 2 \text{H}_2$, то есть для получения 1 моль (32 г) кислорода необходимо взять 2 моль ильменита, содержащие 2 моль (95,8 г) титана (2 балла). При пересчете на тонну кислорода получим 3 тонны титана или, с учетом его содержания в породе, $3/0,025 = 120$ тонн породы (2 балла).

Уравнение извлечения кислорода из ильменита метаном:

$\text{FeTiO}_3 + \text{CH}_4 = \text{Fe} + \text{TiO}_2 + \text{CO} + 2\text{H}_2$ (4 балла).

$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (3 балла), вода затем может быть подвергнута электролизу.

(25 баллов)

6. 63 г пищевой соды растворили в 1500 мл кипящей воды. Приведите уравнения реакций. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе после охлаждения, если 5 % воды выкипело во время эксперимента.

ОТВЕТ: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (4 балла); $n(\text{NaHCO}_3) = 63/84 = 0,75$ моль (2 балла); $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,375$ моль (2 балла); $n(\text{CO}_2) = 0,375$ моль (2 балла); $m(\text{H}_2\text{O}) = 1500 \cdot 0,95 = 1425$ г (2 балла); $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,375 \cdot 106 = 39,75$ г (2 балла); $m(\text{CO}_2) = 0,375 \cdot 44 = 16,5$ г (2 балла); $m(\text{р-ра}) = 1425 + 63 - 16,5 = 1471,5$ г (4 балла); $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 39,75 \cdot 100/1471,5 = 2,70\%$ (5 баллов)

(25 баллов)