

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
(04 декабря 2016 года)**

11 класс

Задача 11-1

Прокаливание 4.42 г неизвестного минерала привело к уменьшению массы на 28.05%. При этом выделился газ, который при нормальных условиях занимает объем 0.448 л и имеет плотность по воздуху 1.52. Если такую же массу минерала растворить в серной кислоте, то выделится такое же количество газа. К образовавшемуся раствору голубого цвета, содержащему только один вид катионов и анионов, прибавили избыток раствора сульфида натрия, образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили без доступа воздуха. Его масса составила 3.82 г.

1. Установите состав минерала.
2. Ответ подтвердите соответствующими расчетами.
3. Напишите уравнения протекающих реакций.

Решение

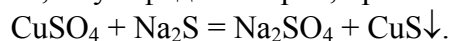
Голубой цвет раствора указывает на то, что в нем содержатся катионы меди. Газ, выделяющийся при прокаливании минерала, имеет молярную массу:

$$M(\text{газа}) = D_{\text{возд}} \cdot M(\text{возд.}) = 1.52 \cdot 29 = 44 \text{ г/моль}$$

Это соответствует молярной массе углекислого газа.

При растворении минерала в кислоте другие газы не выделяются и образуется раствор, содержащий только один вид анионов, поэтому минерал представляет собой карбонат меди.

При смешивании раствора, получившегося при взаимодействии минерала с серной кислотой, с сульфидом натрия, протекает реакция:



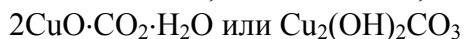
Рассчитаем количество вещества сульфида меди:

$$n(\text{CuS}) = m/M = 3.82 \text{ г} / 95.5 \text{ г/моль} = 0.04 \text{ моль}$$

При прокаливании минерала образуется остаток массой $4.42 \text{ г} - 0.7195 = 3.18 \text{ г}$, в состав которого входит медь.

Предположим, что количество вещества остатка равно количеству вещества меди. Получаем $M = 79.5 \text{ г/моль}$, что соответствует молярной массе оксида меди. Еще $0.02 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 0.88 \text{ г}$ приходится на долю выделившегося газа. В сумме это составляет 4.06 г , оставшееся вещество массой 0.36 г улетучивается при прокаливании минерала, но оно не представляет собой газ и может быть только водой (0.02 моль).

Таким образом, минерал состоит из 0.04 моль CuO , 0.02 моль CO_2 , $0.02 \text{ моль H}_2\text{O}$ т.е.



Это – малахит.



Задача 11-2

В пробирках без этикеток находятся следующие твердые вещества: нитрат серебра, сульфид натрия, хлорид кальция; порошки серебра и алюминия, а так же соляная и концентрированная азотная кислоты. В вашем распоряжении имеется вода, горелка и любое количество пробирок. Составьте уравнения реакций и укажите признаки, по которым можно определить каждое из указанных веществ.

Решение

Сначала соли необходимо растворить в воде.

	HCl	HNO ₃	Уравнения реакций
AgNO ₃	Белый осадок	–	$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$
Na ₂ S	Выделяется газ со специфическим запахом	–	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
CaCl ₂	–	–	$\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}\downarrow$ белый осадок
Ag	–	Выделяется бурый газ	$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Al	Выделяется бесцветный газ	Выделяется бесцветный газ с приятным запахом	$8\text{Al} + 30\text{HNO}_3 \xrightarrow{t} 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O}\uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

Задача 11-3

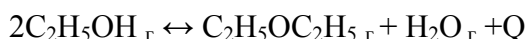
Великий русский химик Владимир Николаевич Ипатьев в своей книге «Жизнь одного химика» описал результаты своих экспериментов по реакциям превращения этанола при пропускании его паров через глиноземные трубки при высокой температуре и давлении. Оказалось, что на глиноземе идут параллельно две каталитические реакции образования из спирта этилена и диэтилового эфира. Соотношение их сильно зависит от давления и температуры. Запишите термохимические уравнения реакций. Установите для каждой реакции, в какую сторону сместится равновесие при повышении P, повышении T. Известны значения $\Delta H^\circ_{\text{образования}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{г}}) = -235.3$ кДж/моль, $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_4_{\text{г}}) = +52.28$ кДж/моль, $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{\text{г}}) = -241.84$ кДж/моль, $\Delta H^\circ_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5_{\text{г}}) = -252.2$ кДж/моль,

Решение



Реакция эндотермическая. $\Delta H^\circ = +52.28 - 241.84 + 235.3 = +46$ кДж

В соответствии с принципом Ле-Шателье повышение температуры приведет к смещению равновесия вправо \rightarrow , а повышение давления — влево \leftarrow .



Реакция экзотермическая. $\Delta H^\circ = -252.2 - 241.84 + 2 \cdot 235.3 = -23$ кДж

Повышение температуры приведет к смещению равновесия влево \leftarrow , а повышение давления не повлияет на равновесие.

Задача 11-4

Измельченный карбид кальция (19.2 г) поместили в герметично закрытый сосуд объемом 24.64 л, заполненный сухим HCl под давлением 1 атмосферы при 0°C. Давление в сосуде начало снижаться и через некоторое время достигло 0.727 атм. Образовавшуюся смесь 2 газообразных веществ длительно нагревали, в результате чего в сосуде осталось 0.3 моль смеси паров 2 газообразных органических веществ. Запишите уравнения всех протекающих реакций, назовите органические продукты последней смеси по номенклатуре ИЮПАК, найдите их количество вещества. Определите среднюю молярную массу этой смеси.

Решение

$n(\text{CaC}_2) = 19.2/64 = 0.3$ моль. $n(\text{HCl исходного}) = 24.64/22.4 = 1.1$ моль. При комнатной температуре весь карбид кальция прореагировал с выделением ацетилена (0.3 моль), который составил 2-компонентную смесь с оставшимся HCl (0.5 моль). Общее количество этих газов составило 0.8 моль, что соответствует понижению давления в сосуде $0.727 * 1.1 = 0.8$ моль. В результате нагревания этой смеси весь ацетилен и весь HCl израсходуются с образованием 0.2 моль 1,1-дихлорэтана и 0.1 моль хлорэтена.



$$M(\text{смеси}) = M_1 * \varphi_1 + M_2 * \varphi_2 = 62.5 * 1/3 + 99 * 2/3 = 20.833 + 66 = 86.833.$$