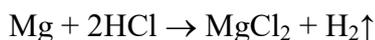


**БИБН 2022-23**  
**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР**  
**(5 февраля 2023 года)**  
**8 класс**

**Задача 8-1**

Воздушный шар наполнили 400 граммами водорода, полученного растворением магния в соляной кислоте. Напишите уравнение реакции. Определите необходимые массы магния и 35%-ного раствора соляной кислоты. Определите объем шара (условия нормальные), а также массу объема гелия, равного объему водорода.

**Решение**



$$n(\text{H}_2) = 400/2 = 200 \text{ моль. } n(\text{Mg}) = n(\text{H}_2) = 200 \text{ моль. } m(\text{Mg}) = 200 \cdot 24 = 4800 \text{ г.}$$

$$n(\text{He}) = n(\text{H}_2) = 200 \text{ моль. } m(\text{He}) = 200 \cdot 4 = 800 \text{ г.}$$

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{H}_2) = 400 \text{ моль. } m(\text{HCl}) = 400 \cdot 36.5 = 14600 \text{ г.}$$

$$m(\text{HCl}_{\text{р-ра}}) = 14600/0.35 = 41714 \text{ г.}$$

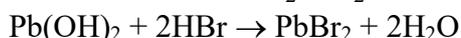
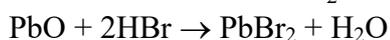
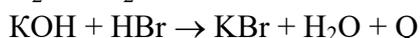
$$V(\text{шара}) = 200 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 4480 \text{ л.}$$

**Задача 8-2**

Твердое вещество **А** хорошо растворяется в жидком веществе **Б**, и полученный раствор содержит только водород, кислород и калий, газы и осадки при растворении не образуются. Газообразное вещество **В** тоже хорошо растворяется в веществе **Б**, и полученный раствор содержит только водород, кислород и бром. При сливании этих растворов происходит химическая реакция с разогреванием. При добавлении к раствору **В** твердого вещества **Г** выпадает осадок, содержащий только свинец и бром, газы не образуются. Предложите варианты, какими веществами могут быть **А**, **Б**, **В** и **Г**? Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

**Решение**

**А** – КОН или  $\text{K}_2\text{O}$ ,      **Б** -  $\text{H}_2\text{O}$ ,      **В** -  $\text{HBr}$ ,      **Г** –  $\text{PbO}$  или  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .



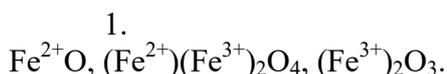
**Задача 8-3**

На Земле в свободном состоянии встречаются три оксида железа: минералы иоцит  $\text{FeO}$ , магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и гематит ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

1. Определите степени окисления железа в этих соединениях. Приведите уравнения реакций получения этих соединений, в которых не участвует свободный кислород.

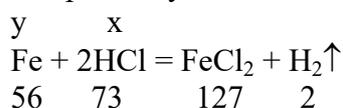
2. Навеску железа растворили в соляной кислоте и получили раствор с одинаковой процентной концентрацией соли и хлороводорода, равной 10%. Вычислите массовую долю хлороводорода в исходном растворе кислоты.

**Решение**



$\text{FeC}_2\text{O}_4 = \text{FeO} + \text{CO} + \text{CO}_2$  (термическое разложение),  
 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$  (нагревание с нагретым водяным паром),  
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  (дегидратация).

2. Пусть было 100 г раствора кислоты, в котором содержалось  $x$  г хлороводорода, и прореагировало  $y$  г железа.



В ходе реакции выделилось  $2y/56$  г водорода и образовалось  $127y/56$  г хлорида железа. При этом прореагировало  $73y/56$  г хлороводорода и осталось  $(x - 73y/56)$  г. Масса раствора после опыта составляла  $(100 - 2y/56 + y)$  г. Составляем систему уравнений:

$$\begin{aligned} (127y/56) : (100 - 2y/56 + y) &= 0.1; \\ (x - 73y/56) : (100 - 2y/56 + y) &= 0.1. \end{aligned}$$

Решив первое уравнение, получаем:  $y = 4.6$  г. Подставив значение во второе уравнение, получаем  $x = 16.43$  г. Итак, массовая доля в исходном растворе  $\omega(\text{HCl}) = 16.43\%$ .

### Задача 8-4

В четырех неподписанных пробирках находятся разбавленные растворы  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

1. Предложите такую последовательность действий, благодаря которой, совершив не больше четырех опытов, можно однозначно определить, раствор какого вещества находится в каждой пробирке. Из дополнительных реагентов можно использовать только раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и металлический порошок  $\text{Mg}$ . Приведите объяснение своих действий. Под опытом следует понимать смешивание порции раствора одной из пробирок только с одним из дополнительных реагентов или с порцией раствора из другой неподписанной пробирки.

2. Напишите уравнение всех реакций, происходящих во время опытов.

### Решение

1. Ниже описан один из возможных алгоритмов.  
Пронумеруем пробирки.

**Опыт 1.** Смешаем порции из пробирок 1 и 2.

*Вариант 1.* Если при смешивании не наблюдается выделение газа, то (а) в пробирках 1 и 2 находятся  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (тогда в 3 и 4 –  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) или наоборот (б) в пробирках 1 и 2 находятся  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (тогда в 3 и 4 –  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

**Опыт 2.** Добавляем в порцию из пробирки 1 металлический магний. Если наблюдается выделение газа, то верно утверждение (а), если нет – утверждение (б). Теперь известно точно, в каких двух пробирках находятся растворы солей, а в которых – растворы кислот. Пусть для определенности оказалось, что растворы кислоты содержатся в пробирках 1 и 2.

**Опыт 3.** К порции одной из пробирок, содержащих кислоты (пробирки 1), добавляем раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Если наблюдается выпадение осадка – тогда в пробирке 1 – раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (тогда во 2 – раствор  $\text{HCl}$ ). Если же выпадение осадка не наблюдается, то в 1 находится раствор  $\text{HCl}$  (тогда во 2 – раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Таким образом, четко определяется, в какой из пробирок находится раствор  $\text{HCl}$ , а в какой – раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Остается определить, в каких пробирках находятся растворы  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Опыт 4.** К порции одной из пробирок с солью, для определенности пусть будет пробирка 3, добавляем порцию из пробирки, содержащей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (или  $\text{HCl}$ ). Если наблюдается выделение газа с запахом тухлых яиц ( $\text{H}_2\text{S}$ ), то в 3 находится раствор  $\text{Na}_2\text{S}$  (а в 4 –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), а если наблюдается выделение газа без запаха ( $\text{CO}_2$ ), то в 3 находится раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (а в 4 –  $\text{Na}_2\text{S}$ ).

*Вариант 2.* Если при смешивании наблюдается выделение газа, тогда в одной из

пробирок 1 и 2 (как и в одной из пробирок 3 и 4) находится кислота, а в другой соль. Если выделившийся газ не имеет запаха, то соль в случае пробирок 1 и 2 –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (соответственно в случае пробирок 3 и 4 –  $\text{Na}_2\text{S}$ ). Если же газ имеет запах тухлых яиц, то наоборот соль в случае пробирок 1 и 2 –  $\text{Na}_2\text{S}$  (соответственно в случае пробирок 3 и 4 –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

**Опыт 2.** Добавляем в порцию из пробирки 1 порошок металлического магния. Если наблюдается выделение газа, то в пробирке 1 кислота, а в 2 – известная соль, если газ не выделяется, то в пробирке 1 – соль, а в пробирке 2 – кислота. Пусть для определенности кислота оказалась в пробирке 1.

**Опыт 3.** К пробирке, содержащей кислоту (1), добавляем раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Если наблюдается выпадение осадка, то кислота в 1 –  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (тогда в одной из пробирок 3 и 4 содержится раствор  $\text{HCl}$ ). Если выпадение осадка не наблюдается, то, наоборот, в 2 –  $\text{HCl}$  (тогда в одной из пробирок 3 и 4 содержится раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Понятно, что в другой пробирке содержится раствор уже определенной соли. Таким образом, становится известно содержимое пробирок 1 и 2. Остается узнать, в какой из пробирок 3 и 4 находится другая кислота, в которой другая соль.

**Опыт 4.** К порции из пробирки 3 добавляем порцию из пробирки 1 (содержащую кислоту). Если наблюдается выделение газа (при этом выделяющийся газ будет отличаться от того, который выделялся в опыте 1), тогда в 3 – уже определенная после опыта 1 соль (в пробирке 4 – определенная кислота). Если же выделение газа не наблюдается, то в пробирке 3 – определенная кислота, а в 4 – определенная после опыта 1 соль.

2. При идентификации могут протекать следующие реакции:

