

## Отборочный этап 9 класс

### Задача 1 (15 баллов)

При растворении 8,17 г навески металла в избытке соляной кислоты выделилось такое количество водорода, которое содержится в 1 грамме метана, находящегося в объеме 1 л при 25 °С. Исходную навеску металла разделили на две части. При взаимодействии первой части с концентрированным раствором азотной кислоты с выделился такой же объем газа (который примерно в полтора раза тяжелее воздуха), как и при взаимодействии второй навески с 0,1 М раствором серной кислоты. В каком массовом соотношении были разделены навески, если объемы газов измерены при одинаковых условиях?

#### Решение

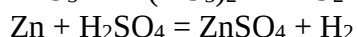
Найдем количество атомов водорода, равное учетверенному количеству метана:  $n=0,25$  моль, то есть количество молекулярного водорода  $H_2$  составляет 0,125 моль.

В общем виде, взаимодействие металла с соляной кислотой можно записать следующим образом



где  $x$  – степень окисления металла в образующейся соли. Перебирая разные варианты степени окисления и зная массу металла, находим его молярную массу (решение есть для  $x=2$ )  $M=65,36$  г/моль, это Zn.

Реакции взаимодействия цинка с концентрированной азотной кислотой и с серной кислотой выглядят следующим образом (газ в полтора раза тяжелее воздуха имеет молярную массу примерно 43,5 г/моль, это  $NO_2$ ):



Так как объемы газов одинаковы, следовательно, одинаковы и их количества. Значит, в первую реакцию вступило в два раза меньше цинка, чем во вторую. Навески были разделены в соотношении 1:2.

### Задача 2 (15 баллов)

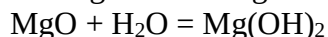
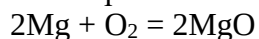
Алхимик должен уметь расшифровывать старинные манускрипты и свитки, написанные коллегами из сопредельных государств. Вам в руки попала запись о некоторых из элементов. Предположите по названию, какие из элементов это могут быть.

При реакции элемента *горчак* с элементом *кислик* образуется белый порошок не растворимый в холодной воде, но растворимый в горячей. Определить элементы *горчик* и *кислик*.

Напишите уравнения описанных реакций. Напишите еще одну реакцию, в которую вступает *горчик*.

#### Решение

Горчак – это магний, поскольку его соли горькие на вкус. Кислик – кислород.



Любая реакция с магнием, например,  $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$

### Задача 3 (15 баллов)

Школьник приготовил смесь сульфата алюминия и гидроксида натрия, в которой мольное соотношение веществ равно 1:7, а общее число атомов равно  $3,01 \cdot 10^{23}$ . К этой смеси добавили 20 мл воды и энергично перемешали. Часть смеси при этом не растворилась.

Определите массу жидкости над осадком. Напишите уравнения протекающих реакций. При выполнении расчетов считайте, что все реакции протекают количественно (т.е., с выходом 100%).

**Решение.**

Общее число атомов в смеси составляет 0,5 моль.

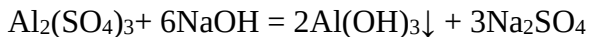
Пусть

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = x \text{ моль}, v(\text{атомов}) = 17x$$

$$v(\text{NaOH}) = 7x \text{ моль}, v(\text{атомов}) = 21x$$

$$17x + 21x = 0,5; x = 0,013; v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,013 \text{ моль}; v(\text{NaOH}) = 0,091 \text{ моль}$$

Расчет по уравнению реакции.



0,013 моль сульфата алюминия прореагирует с 0,078 моль гидроксида натрия

Соответственно, останется 0,013 моль гидроксида натрия, а в растворе будет присутствовать 0,039 моль сульфата натрия



0,013 моль гидроксида натрия прореагируют с 0,013 моль гидроксида алюминия, при этом получится 0,013 моль тетрагидроксоалюмината натрия

В растворе:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,039 \cdot 142 = 5,538 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,013 \cdot 118 = 1,534 \text{ г}$$

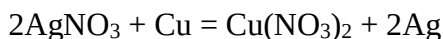
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 5,538 + 1,534 + 20 = 27,072 \text{ г}$$

Ответ. 27,072 г.

**Задача 4 (15 баллов)**

Смесь нитратов серебра и меди растворили в воде и в полученный раствор опустили медную пластинку. После окончания реакции масса пластинки увеличилась на М г. В образовавшийся раствор опустили кадмиевую пластинку. После завершения реакции ее масса уменьшилась на М г. Определите массовые доли солей в исходной смеси, если известно, что по окончании опыта соли меди в растворе не осталось. Напишите уравнения протекающих реакций.

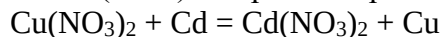
**Решение.**

$$2 \text{ моль нитрата серебра: } m = 2 \cdot 108 - 64 = 152 \text{ г}$$

$$x \text{ моль нитрата серебра: } m = M$$

$$v(\text{AgNO}_3) = 2M / 152; m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 2M / 152 = 2,24M$$

$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2M / 152 \cdot 2 = 0,0066M \text{ (моль)} - \text{перешло в раствор}$$



$$1 \text{ моль нитрата меди: } m = 112 - 64 = 48 \text{ г}$$

$$x \text{ моль нитрата меди: } m = M$$

$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = M / 48 = 0,0208M$$

$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \text{ в исходном растворе было } 0,0208M - 0,0066M = 0,0142M$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,0142M \cdot 188 = 2,67M$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 2,24M; m(\text{смеси}) = 2,67M + 2,24M = 4,91M$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 2,24M \cdot 100\% / 4,91M = 45,71\%$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 54,29\%$$

**Задача 5(15 баллов)**

Вам как алхимику нужно продемонстрировать свое мастерство перед монархом. Предложите реакцию, при которой в результате сливания двух растворов в чистом виде выделяется серебро

**Ответ (один из вариантов):**  $2AgNO_3 + H_2O_2 = 2Ag + 2HNO_3 + O_2$

**Задача 6. (10 баллов)**

Рассчитайте объем воды необходимый для приготовления 30% раствора сульфата меди из 6,25 г медного купороса. Ответ приведите с точностью до сотых.

**Решение**

$$n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = m:M = 6,25:250 = 0,025 \text{ моль} = n(CuSO_4)$$

$$m(CuSO_4) = n \cdot M = 0,025 \cdot 160 = 4 \text{ г}$$

$$m(p-pa) = m(v-va):\omega = 4:0,3 = 13,33 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = m(p-pa) - m(v-va) = 13,33 - 6,25 = 7,08 \text{ г}$$

$$V(H_2O) = m(H_2O) \cdot \rho = 7,08 \cdot 1 = 7,08 \text{ мл}$$

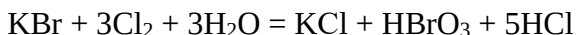
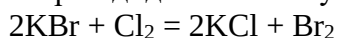
**Ответ. 7,08 мл**

**Задача 7. (15 баллов)**

Через водный раствор, содержащий 200 г 30% раствора бромида калия, пропустили 30.0 л хлора (н.у.), после чего раствор нагрели до полного испарения жидкости. В каких пределах может находиться масса полученного твердого остатка?

**Решение**

При пропускании хлора через раствор иодида калия могут протекать следующие реакции:



(растворимость хлорида калия не велика – он будет выпадать в осадок при концентрировании раствора)

Таким образом, минимальная масса твердого остатка будет наблюдаться в случае полного превращения бромида калия в хлорид, а максимальная – при его превращении в хлорид калия и бромноватую кислоту.

Количество бромида калия составляло 0,504 моль, количество хлора – 1,34 моль. Таким образом, хлор был взят в избытке в первой реакции и в недостатке во второй. По первой реакции получается 0,504 моль хлорида калия (37,55 г), по второй – 0,45 моль хлорида калия (33,53 г) и 0,054 моль бромида калия останется в избытке (6,43 г). Таким образом, масса твердого остатка должна составлять от 37,55 г до 39,96г.