

**Вступительное испытание по химии**

**демоверсия**  
в 10 класс, 2024г.

**В заданиях 1 и 2 напишите уравнения описанных химических реакций, расставьте коэффициенты. Каждое правильно написанное уравнение оценивается в 2 балла. При ошибке в коэффициентах (одном или более), но правильно написанных формулах исходных веществ и продуктах реакций ставится 1 балл.**

**Задание 1 (максимальный балл – 8)**

Сульфат алюминия поместили в избыток раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили сероводород. Выпавший при этом осадок отфильтровали и прокалили. Остаток после прокаливания растворили в азотной кислоте.

- 1)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
- 2)  $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$   
или  
 $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

**Задание 2 (максимальный балл – 8)**

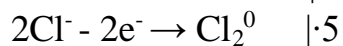
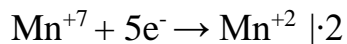
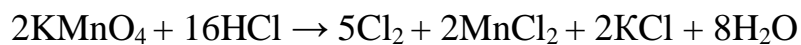
К раствору дигидроортофосфата кальция прилили избыток раствора гидроксида кальция. Получившееся соединение кальция отделили, высушили и нагрели с оксидом кремния (IV) и углем. Полученное простое вещество вступило в реакцию с концентрированной азотной кислотой. Выделившийся бурый газ поглотили раствором гидроксида бария.

- 1)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} \rightarrow 2\text{P} + 3\text{CaSiO}_3 + 5\text{CO}$   
или  
 $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow \text{P}_4 + 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO}$
- 3)  $\text{P} + 5\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
или  
 $\text{P}_4 + 20\text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 20\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 4)  $4\text{NO}_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Для выполнения заданий 3 и 4 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат магния, перманганат калия, сульфит калия, хлороводородная кислота, ортофосфат кальция**

### Задание 3 (максимальный балл – 3)

Из предложенного перечня выберите вещества, вступающие в окислительно-восстановительную реакцию, в которой образуется газ. Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

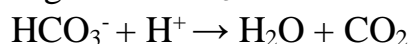
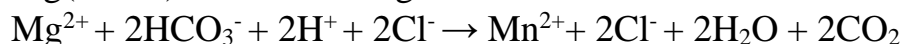
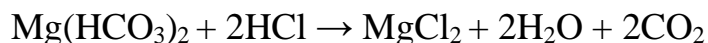


$\text{Mn}^{+7}$  - окислитель

$\text{Cl}^-$  -восстановитель

### Задание 4 (максимальный балл – 3)

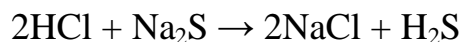
Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, которое вступает в реакцию ионного обмена. Напишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения с участием выбранных веществ.



**В заданиях 5, 6, 7, 8 напишите уравнения, которые указаны в условии задач и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин)**

### Задание 5 (максимальный балл – 7)

Газ, выделившийся при взаимодействии 110 мл 18%-ного раствора хлороводорода (плотность раствора 1,1 г/мл) и 50 г 1,56%-ного раствора сульфида натрия, пропустили через 64 г 10,5%-ного раствора нитрата свинца (II). Определите массу соли, выпавшей в осадок.



$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = V \cdot \rho = 110 \cdot 1,1 = 121\text{г}$$

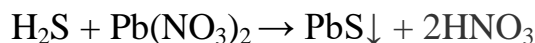
$$m(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{100} = \frac{121 \cdot 18}{100} = 21,78\text{г}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{m}{M} = \frac{21,78}{36,5} = 0,6 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{100} = \frac{50 \cdot 1,56}{100} = 0,78\text{г}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{0,78}{78} = 0,01 \text{ моль} - \text{недост.}$$

$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{Na}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль}$$



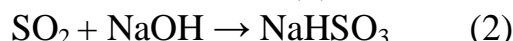
$$v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{100 \cdot M} = \frac{64 \cdot 0,105}{331} = 0,02 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$v(\text{Na}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль} - \text{недост} \Rightarrow v(\text{PbS}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$m(\text{PbS}) = 0,01 \cdot 239 = 2,39 \text{ г}$$

### Задание 6 (максимальный балл – 7)

Газ, полученный при сжигании 6,4 г серы, без остатка прореагировал с 92 мл 8%-ного раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,087 г/мл). Из полученного раствора взяли порцию массой 5,64 г. К этой порции добавили 12 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.



$$v(\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{6,4}{32} = 0,2 \text{ моль} = v(\text{SO}_2)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = V_{\text{р}} = 92 \cdot 1,087 = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{100} = \frac{100 \cdot 8}{100} = 8 \text{ г}$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(\text{SO}_2) : v(\text{NaOH}) = 0,2 : 0,2 = 1 : 1 \Rightarrow \text{пойдет реакция (2)}$$

$$v(\text{NaHSO}_3) = v(\text{SO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{нов.р-ра}} = m(\text{SO}_2) + m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 64 + 100 = 112,8 \text{ г}$$

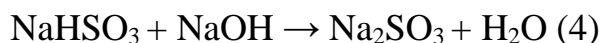
В 112,8 г р-ра содержится 0,2 моль  $\text{NaHSO}_3$

В 5,64 г порции – x моль  $\text{NaHSO}_3$

$$x = \frac{5,64 \cdot 0,2}{112,8} = 0,01 \text{ моль}$$

$$m_{\text{доб}}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 12 \cdot 0,2 = 2,4 \text{ г}$$

$$v_{\text{доб}}(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{2,4}{40} = 0,06 \text{ моль}$$



$$v(\text{NaOH}) = v(\text{NaHSO}_3) = 0,01 \text{ моль}$$

в (4) реакцию

$$v_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,06 - 0,01 = 0,05 \text{ моль}$$

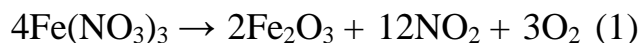
$$m_{\text{ост}}(\text{NaOH}) = 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч.}} = m_{\text{порции}} + m_{\text{доб.р-ра}}(\text{NaOH}) = 5,64 + 12 = 17,64 \text{ г}$$

$$\omega(\text{остNaOH}) = \frac{2}{17,64} \cdot 100\% = 11,3\%$$

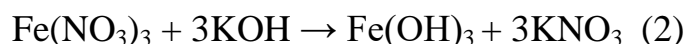
### Задание 7 (максимальный балл – 7)

При нагревании образца нитрата железа (III) часть вещества разложилась. При этом образовалось 44,3 г твердого остатка, состоящего из продукта разложения и нитрата железа (III). Этот остаток может прореагировать с 126 г 20%-ного раствора гидроксида калия. Определите массу исходного образца нитрата железа (III) и объем выделившейся смеси газов (в пересчете на н.у.).



$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 44,3\text{г}$$

ост.



$$m(\text{KOH}) = \frac{m(\text{р-ра})\omega}{100} = 126 \cdot 0,2 = 25,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{m}{M} = \frac{25,2}{56} = 0,45 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{\nu(\text{KOH})}{3} = \frac{0,45}{3} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \nu M = 0,15 \cdot 242 = 36,3\text{г}$$

ост.

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m_{\text{ост.всего}} - m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 44,3 - 36,3 = 8\text{г}$$

ост.

$$\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{8}{160} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2 \cdot \nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

в (1) реакцию

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,1 \cdot 242 = 24,2\text{г}$$

в (1) реакцию

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 36,3 + 24,2 = 60,5\text{г}$$

всего исход.

$$\nu(\text{NO}_2) = 6\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,05 \cdot 6 = 0,3 \text{ моль}$$

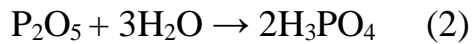
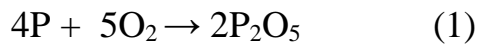
$$\nu(\text{O}_2) = 1,5 \cdot \nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,05 \cdot 1,5 = 0,075 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{смеси}}(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = 0,3 + 0,075 = 0,375 \text{ моль}$$

$$V_{\text{см}}(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = \nu \cdot V_m = 0,375 \cdot 22,4 = 8,4\text{л}$$

### Задание 8 (максимальный балл – 7)

Рассчитайте, сколько граммов фосфора надо сжечь в избытке кислорода, чтобы растворив полученный оксид в 450 г 25%-ного раствора ортофосфорной кислоты, получить 50%-ный раствор этой кислоты.



(вместо P можно писать P<sub>4</sub>, вместо P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> можно писать P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>)

$$m(H_3PO_4)_{исх} = \frac{m_{р-ра} \cdot \omega}{100} = 450 \cdot 0,2 = 112,5 \text{ г}$$

Пусть  $\nu(P) = 4x$  моль, тогда

$$\nu(P_2O_5) = 2x \text{ моль,}$$

$$\nu(H_3PO_4)_{(во\ 2\ реакции)} = 4x \text{ моль.}$$

$$m(H_3PO_4)_{(во\ 2)\ реакция} = \nu M = 4x \cdot 98 \text{ (г)}$$

$$m_{всей}(H_3PO_4) = m_{исх}(H_3PO_4) + m(H_3PO_4)_{(во\ 2)\ реакция} = 112,5 + 4x \cdot 98$$

$$m_{конеч.\ р-ра} = m_{исх.\ р-ра}(H_3PO_4) + m(P_2O_5)$$

$$m(P_2O_5) = \nu \cdot M = 2x \cdot 142 \text{ (г)}$$

$$m_{конеч} = 2x \cdot 142 + 450 \text{ (г)}$$

$$\omega(H_3PO_4)_{в\ конеч.\ р-ре} = \frac{m_{всей}(H_3PO_4)}{m_{конеч.\ р-ра}}$$

$$0,5 = \frac{112,5 + 392x}{284x + 450}$$

$$x = 0,45$$

$$\nu(P) = 4x = 4 \cdot 0,45 = 1,8 \text{ моль}$$

$$m(P) = 1,8 \cdot 31 = 55,8 \text{ г.}$$