

Государственное бюджетное учреждение  
дополнительного образования  
Краснодарского края  
«ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ»

Муниципальный этап

9 классы, ответы

350000 г. Краснодар,  
ул. Красная, 76  
тел. 259-84-01  
E-mail: cro.krd@mail.ru

Председатель предметно-методической  
комиссии: Фалина И.В., к.х.н., доцент

### Задача 1 (10 баллов)

1. Найдем молярную массу оксида  $X_2O_3$ :

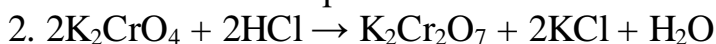
$$M(X_2O_3) = 3 \times 16 / 0.3158 = 152 \text{ г/моль}$$

$$Ar(X) = (152 - 16 \times 3) / 2 = 52$$

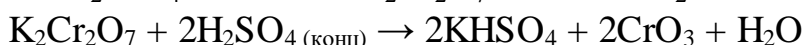
1 балл

Значит элемент – Хром.

1 балл



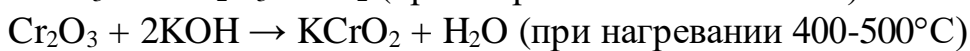
1 балл



1 балл



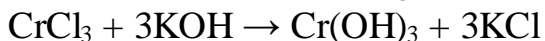
1 балл



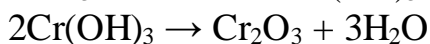
1 балл



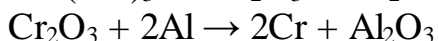
1 балл



1 балл



1 балл



1 балл

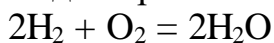
### Задача 2 (10 баллов)

При реакции металла с кислотой образуется водород, который при сжигании образует воду.

В недостатке мог быть как металл, так и кислота.

Количество воды  $n(H_2O) = 3,06/18 = 0,17$  моль.

Вода образовалась при сжигании водорода по уравнению:



Количество водорода  $n(H_2) = 0,17$  моль.

Определим количество водорода, которое может выделиться из 200 мл 6% соляной кислоты.

Количество кислоты  $n(HCl) = 200 \cdot 1,03 \cdot 0,06 / 36,5 = 0,34$  моль,

Максимальное количество водорода  $n(H_2) = 0,17$  моль, что совпадает с условием задачи.

Объем выделившегося газа =  $0,17 \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,81 \text{ л}$  (при н.у.)

Т.к. рассчитанное количество водорода совпадает с данными условия задачи, то можно сделать вывод, что кислота была в недостатке и металл мог раствориться не полностью.

Металл мог иметь валентность I, II или III:



Количество прореагировавшей кислоты 0,34 моль, количество соли 0,34 моль

Молекулярная масса хлорида металла  $\text{Mr}(\text{MeCl}) = 23,2 / (0,34) = 67,9$  г/моль

Молекулярная масса металла  $\text{Mr}(\text{Me(I)}) = 67,9 - 35,5 = 32,4$  г/моль

Такую молекулярную массу имеет сера – не подходит

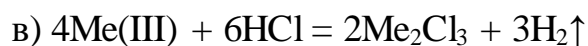


Количество прореагировавшей кислоты 0,34 моль, количество соли 0,17 моль

Молекулярная масса хлорида металла  $\text{Mr}(\text{MeCl}) = 23,2 / (0,17) = 136,5$  г/моль

Молекулярная масса металла  $\text{Mr}(\text{Me(II)}) = 136,5 - 35,5 \cdot 2 = 65,5$  г/моль

Такую молекулярную массу имеет цинк, образующий  $\text{ZnCl}_2$  – подходит.



Количество прореагировавшей кислоты 0,34 моль, количество соли  $0,34 \cdot 2 / 6 = 0,113$  моль

Молекулярная масса хлорида металла  $\text{Mr}(\text{MeCl}) = 23,2 / (0,113) = 205,3$  г/моль

Молекулярная масса металла  $\text{Mr}(\text{Me(III)}) = 205,3 - 35,5 \cdot 3 = 98,8$  г/моль

Такую молекулярную массу имеет Технеций – радиоактивный металл, не растворяется в соляной кислоте – не подходит.

Состав раствора:  $w(\text{ZnCl}_2) = 23,2 / 200 \cdot 100\% = 11,6\%$

11,6%  $\text{ZnCl}_2$ , 88,4% -  $\text{H}_2\text{O}$ . (Не растворившийся цинк не входит в состав раствора)

#### **Система оценивания:**

Распознавание в бесцветной жидкости воды – 1 балл

Определение объема водорода – 1 балл

Определение того, что кислота в недостатке – 2 балла.

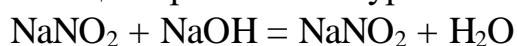
Определение металла (цинк) – 3 балла.

Уравнение реакции растворения цинка – 1 балл

Определение состава раствора – 2 балла

#### **Задача 3 (10 баллов)**

Реакция протекает по уравнению:



Определим, какое из веществ находится в недостатке:

$$n(\text{HNO}_2) = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = m / M = 0,24 / 40 = 0,006 \text{ моль} - \text{недостаток.}$$

Рассчитаем массу нитрита натрия, образовавшегося в результате реакции:

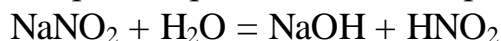
$$\frac{0,006 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x \text{ г}}{69 \text{ г/моль}}, \quad x = 0,414 \text{ моль.}$$

Определим массовую долю нитрита натрия в растворе:

$$w\%(\text{NaNO}_2) = \frac{m(\text{NaNO}_2)}{m(\text{раствора})} \cdot 100\% = \frac{m(\text{NaNO}_2)}{m(\text{HNO}_3) + m(\text{NaOH})} \cdot 100\% =$$

$$\frac{0,414}{100 + 0,24} \cdot 100\% = 0,0041\%$$

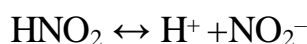
Нитрит натрия может подвергаться гидролизу:



В растворе осталось  $0,01 - 0,006 = 0,004$  моль  $\text{HNO}_2$ .

Её концентрация  $c(\text{HNO}_2) = 0,004/0,1 = 0,04$  моль/л

Азотистая кислота является слабой и в растворе частично диссоциирована:



$$K_d = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

Пусть  $[\text{H}^+] = x$ , тогда  $[\text{HNO}_2] = 0,04 - x$ , а  $[\text{NO}_2^-] = x + 0,06$

0,06 прибавляется за счет нитрита натрия, который является сильным электролитом и в растворе полностью диссоциирован на ионы (его концентрация  $0,006 \text{ моль}/0,1 \text{ л} = 0,06 \text{ моль/л}$

$$5,1 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot (x + 0,06)}{0,04 - x}$$

$$2,04 \cdot 10^{-5} - 5,1 \cdot 10^{-4} \cdot x = x^2 + 0,06x$$

$$x^2 + 0,06051x - 2,04 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = 0,00374$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-0,06051 \pm \sqrt{0,00374}}{2} = 3,35 \cdot 10^{-4}$$

Таким образом, концентрация  $[\text{H}^+] = 3,35 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 3,47$$

**Система оценивания:**

Определение избытка-недостатка – 1 балл

Расчет массовой доли нитрита натрия – 2 балла

Реакция гидролиза – 1 балл

Расчет концентрации ионов водорода – 4 балла

Расчет pH – 2 балла

**Задача 4 (10 баллов)**

Находим % содержания меди в борните:

$$w\%(\text{Cu}) = m(\text{Cu})/M(2\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{CuS} \cdot \text{FeS}) = A(\text{Cu}) \cdot (2 \cdot 2 + 1)/M(2\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{CuS} \cdot \text{FeS})$$

$$w\%(\text{Cu}) = 5 \cdot 63,5 / (5 \cdot 63,5 + 4 \cdot 32 + 55,8) = 63,3\%$$

Находим массу меди в 2т борнита:

$$M(\text{Cu}) = w\%(\text{Cu}) \cdot m(\text{борнита})/100\% = 63,3 \cdot 2000/100 = 1266 \text{ кг} \quad 2 \text{ балла}$$

Масса извлеченной меди из минерала  $1266 \cdot 0,98 = 1240,7$  кг

Количество меди в растворе  $1240,7 \text{ кг} / 63,5 \text{ г/моль} = 19,539 \text{ кмоль} = 19539 \text{ моль}$

При электролизе протекают реакции:



На катоде (обычно медном) выделяется медь, на графитовом аноде выделяется кислород.

По закону Фарадея рассчитываем количество электричества, для осаждения 19539 моль меди:

$$I \cdot t = \frac{nF}{z} = \frac{19539 \text{ моль} \cdot 96500 \text{ Кл/моль}}{2} = 9,43 \cdot 10^8 \text{ Кл} \quad \text{2 балла}$$

$$\text{Сила тока } I = 9,43 \cdot 10^8 \text{ Кл} / (3600 \cdot 24 \cdot 7) = 1559 \text{ А} \quad \text{2 балла}$$

**Максимальный балл – 40.**