

**Всероссийская олимпиада школьников по химии 2016-2017 год****II (муниципальный этап), 9 класс****Решения**

1. При взаимодействии 3,6 г простого вещества, образованного элементом Э, с кислородом образовался оксид элемента (IV) и выделилось 117,9 кДж теплоты. Определите молекулярную формулу оксида элемента (IV), назовите его. Теплота образования оксида элемента (IV) равна 393 кДж/моль. Образовавшийся оксид полностью взаимодействует с 164,45 г 14,6%-го раствора гидроксида натрия с образованием насыщенного при 20°C раствора соли. Вычислите массовую долю соли в растворе и ее растворимость в воде (в г/л, ответ округлите до целого числа). (10 баллов)

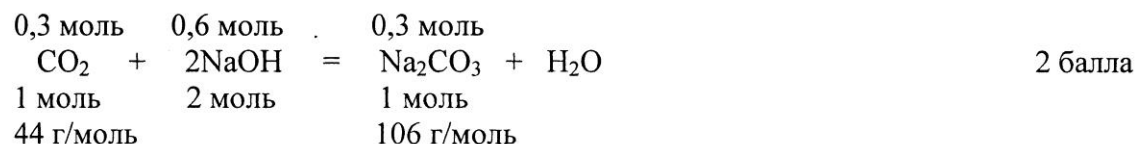


$$\begin{array}{l}
 \nu(\text{Э}) = \nu(\text{ЭO}_2) = 117,9 \text{ кДж} / 393 \text{ кДж/моль} = \mathbf{0,3 \text{ моль}} \quad 1 \text{ балл} \\
 0,3 = 3,6 / x
 \end{array}$$

$x = 12 \rightarrow \text{C}, \text{CO}_2$  – углекислый газ, оксид углерода (IV), ангидрид угольной кислоты  
1 балл

$$\nu(\text{NaOH}) = (164,45 \cdot 0,146) / 40 \text{ г/моль} = 0,6 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

$$\nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{NaOH}) = 0,3 \text{ моль} : 0,6 \text{ моль} = 1 : 2 \rightarrow \text{образуется средняя соль } \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad 1 \text{ балл}$$



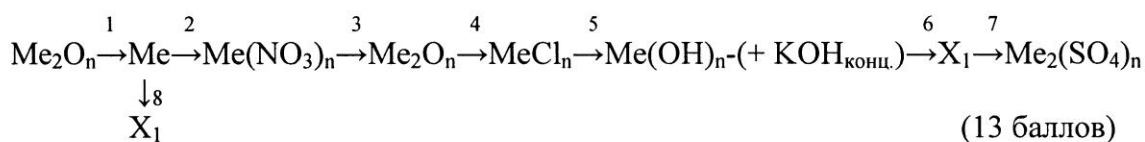
$$\begin{array}{l}
 m(\text{раствора } \text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{CO}_2) + m(\text{раствора NaOH}) \\
 m(\text{раствора } \text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} + 164,45 \text{ г} = 177,65 \text{ г} \quad 1 \text{ балл} \\
 \omega\%(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ((0,3 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} / 177,65 \text{ г}) \cdot 100\% = 17,9\% \quad 1 \text{ балл} \\
 \omega\%(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 17,9\% = 82,1\% \\
 S^{20}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (17,9 \text{ г} / 82,1 \text{ г}) \cdot 1000 = 218 \text{ г/л} \quad 1 \text{ балл}
 \end{array}$$

или

$$\begin{array}{l}
 m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 31,8 \text{ г} \\
 m(\text{H}_2\text{O}) = 177,65 \text{ г} - 31,8 \text{ г} = 145,85 \text{ г} \quad V(\text{H}_2\text{O}) = 0,14585 \text{ л} \\
 S^{20}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (31,8 \text{ г} / 145,85 \text{ г}) \cdot 1000 = 218 \text{ г/л} \\
 S^{20}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 31,8 \text{ г} / 0,14585 \text{ л} = 218 \text{ г/л}
 \end{array}$$

**10 баллов**

2. Оксид металла содержит 80,2469% металла по массе. Определите молекулярную формулу оксида, назовите его. Напишите уравнения реакций (молекулярные, ионные и окислительно-восстановительные), с помощью которых можно осуществить превращения с данным оксидом и соединениями металла:



$$0,802469 = 2x / (2x + 16n)$$

$$(2x + 16n) = 2,4923x$$

$$0,4923x = 16n$$

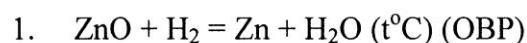
$$x = 32,5n$$

$$n = 1 \rightarrow x = 32,5 -$$

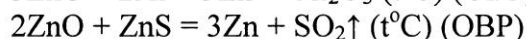
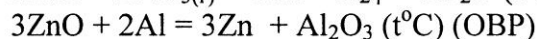
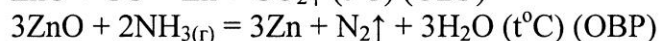
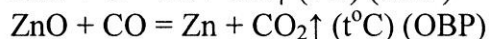
$$n = 2 \rightarrow x = 65 \rightarrow \text{Zn, ZnO} - \text{оксид цинка}$$

1 балл

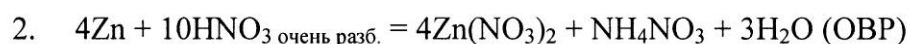
1 балл



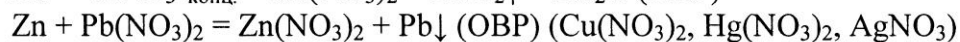
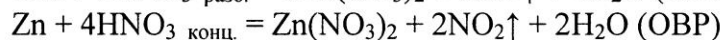
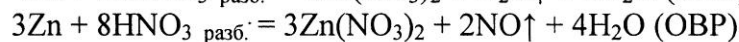
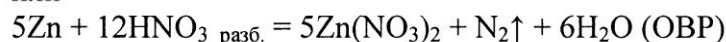
или



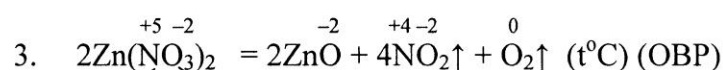
1 балл



или



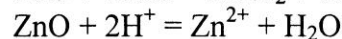
1 балл



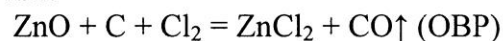
$1e \cdot 2/2 \quad 2e \cdot 2/1$  ок-е, вос-ль

вос-е, ок-ль

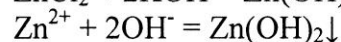
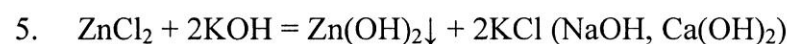
1 балл



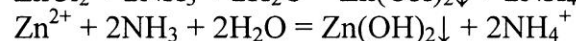
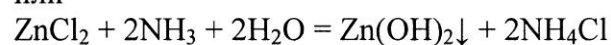
или



1 балл



или



1 балл



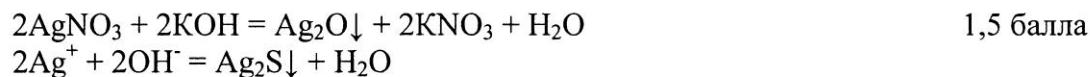
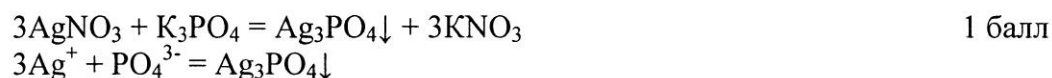
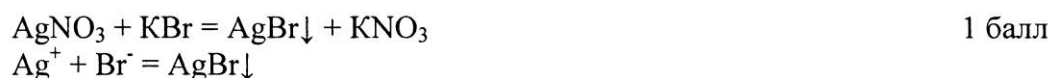
2 балла

7.  $K_2[Zn(OH)_4] + 2H_2SO_4 = ZnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$  1 балл  
 $[Zn(OH)_4]^{2-} + 4H^+ = Zn^{2+} + 4H_2O$
8.  $Zn + 2KOH + 2H_2O = K_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow(OBP)$  2 балла

**13 баллов**

3. В семи пронумерованных пробирках находятся растворы фторида калия, хлорида калия, бромиды калия, иодида калия, сульфида калия, ортофосфата калия и гидроксида калия. Используя только один реактив, определите содержимое каждой пробирки. Напишите уравнения реакций (молекулярные и сокращенные ионные). (12 баллов)

	$AgNO_3$
1. KF	реакция не идет, AgF растворим в воде
2. KCl	↓ белый AgCl
3. KBr	↓ желтоватый AgBr
4. KI	↓ светложелтый AgI
5. $K_2S$	↓ черный $Ag_2S$
6. $K_3PO_4$	↓ желтый $Ag_3PO_4$
7. KOH	↓ коричневый $Ag_2O$



за выбор реактива – нитрат серебра – 1 балл  
за предложенный рациональный план 1 балл  
за указание признаков реакций по 0,5 балла ( $0,5 \cdot 7 = 3,5$  баллов)

**12 баллов**

4. В химической лаборатории хранится склянка с кристаллическим порошкообразным простым веществом красного цвета. Красное вещество окисляется при нагревании в избытке кислорода с образованием черного вещества. При взаимодействии красного вещества с концентрированной азотной кислотой образуется соль, разложение которой при нагревании приводит к образованию черного вещества. Вещество красного цвета не

реагирует с разбавленной серной кислотой, но взаимодействует с ней в присутствии кислорода при нагревании или перекиси водорода с образованием раствора синего цвета, при выпаривании которого образуется кристаллогидрат.

Напишите уравнения реакций (молекулярные, сокращенные (краткие) ионные и окислительно-восстановительные), проведенных для распознавания веществ. Напишите формулу кристаллогидрата и назовите его. (10 баллов)

Красное кристаллическое простое вещество – медь 2 балла

$2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO} (t^\circ\text{C})$  (ОБР) ( $\text{CuO}$  – вещество черного цвета) 1 балл

$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3_{\text{конц.}} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  (ОБР) 1 балл

$$\begin{array}{ccccccc}
 +5 & -2 & & -2 & +4 & -2 & 0 \\
 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 & = & 2\text{CuO} & + & 4\text{NO}_2\uparrow & + & \text{O}_2\uparrow & (t^\circ\text{C}) \text{ (ОБР)} \\
 \swarrow & & & & & & & \\
 1e \cdot 2/2 & & 2e \cdot 2/1 & & & & & \text{ок-е, вос-ль} \\
 \text{вос-е, ок-ль} & & & & & & & 
 \end{array}$$
 2 балла

$2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} + \text{O}_2 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} (t^\circ\text{C})$  (ОБР) 1 балл

$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (ОБР) 1 балл

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – медный купорос, пентагидрат сульфата меди (II) 2 балла  
**10 баллов**

5. Газ, выделившийся при взаимодействии 50 мл 20%-го раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл) с 11 г сульфида железа (II), пропустили через 100 мл 18%-го раствора сульфата меди (II) ( $\rho = 1,206$  г/мл). Вычислите массу образовавшегося осадка. (6 баллов)

$$\begin{array}{ccccccc}
 0,125 \text{ моль} & 0,25 \text{ моль} & & 0,125 \text{ моль} & & & \\
 \text{FeS} & + & 2\text{HCl} & = & \text{FeCl}_2 & + & \text{H}_2\text{S}\uparrow \\
 1 \text{ моль} & & 2 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & \\
 88 \text{ г/моль} & & 36,5 \text{ г/моль} & & & & 
 \end{array}$$
 1 балл

$v(\text{HCl}) = 50 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} \cdot 0,2 / 36,5 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$  1 балл

$v(\text{FeS}) = 11 \text{ г} / 88 \text{ г/моль} = 0,125 \text{ моль}$  1 балл

$0,125 / 1 < 0,3 / 2$ , соляная кислота в избытке, расчет производим по сульфиду железа (II)

$$\begin{array}{ccccccc}
 0,125 \text{ моль} & 0,125 \text{ моль} & & 0,125 \text{ моль} & & & \\
 \text{CuSO}_4 & + & \text{H}_2\text{S} & = & \text{CuS}\downarrow & + & \text{H}_2\text{SO}_4 \\
 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & \\
 160 \text{ г/моль} & & & & 96 \text{ г/моль} & & 
 \end{array}$$
 1 балл

$v(\text{CuSO}_4) = 100 \text{ мл} \cdot 1,206 \text{ г/мл} \cdot 0,18 / 160 \text{ г/моль} = 0,136 \text{ моль}$  1 балл

$0,125 / 1 < 0,136 / 1$ , сульфат меди (II) в избытке, расчет производим по сероводороду

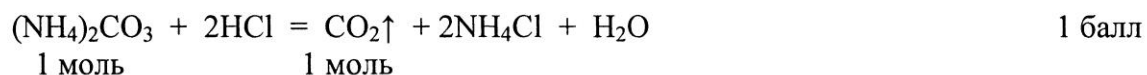
$m(\text{CuS}) = 0,125 \text{ моль} \cdot 96 \text{ г/моль} = 12 \text{ г}$  1 балл

**6 баллов**

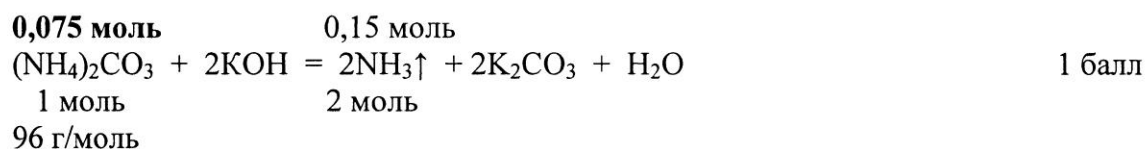
Растворимые соли серебра (I), меди (II), ртути (II), свинца (II), висмута (III) реагируют с сероводородом, так как образующиеся сульфиды данных металлов не растворимы в воде и не реагируют с разбавленными серной, соляной, азотной и другими кислотами.

6. При взаимодействии смеси хлорида и карбоната аммония с концентрированным раствором гидроксида калия выделяется 6,048 л (н.у.) газа. При взаимодействии такой же навески смеси с соляной кислотой выделяется 1,68 л (н.у.) газа. Вычислите массовые доли компонентов в исходной смеси. (10 баллов)

По количеству вещества углекислого газа находим количество вещества карбоната аммония. Хлорид аммония с соляной кислотой не взаимодействует.

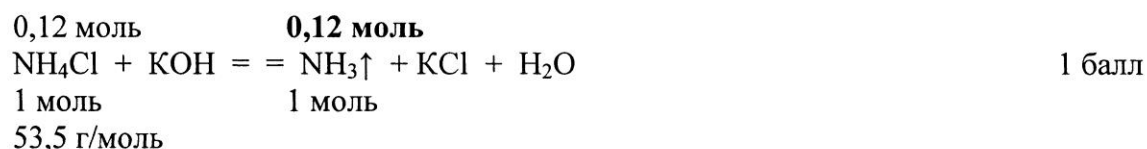


$$v((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = v(\text{CO}_2) = 1,68 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = \mathbf{0,075 \text{ моль}} \quad 1 \text{ балл}$$



$$v(\text{NH}_3) = 6,048 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = \mathbf{0,27 \text{ моль}} \quad 1 \text{ балл}$$

При взаимодействии хлорида аммония с концентрированным раствором гидроксида калия выделилось  $(0,27 \text{ моль} - 0,15 \text{ моль}) = \mathbf{0,12 \text{ моль}}$  аммиака. 1 балл



$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,075 \text{ моль} \cdot 96 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г} \quad 0,5 \text{ балла}$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,12 \text{ моль} \cdot 53,5 \text{ г/моль} = 6,42 \text{ г} \quad 0,5 \text{ балла}$$

$$m(\text{смеси}) = 7,2 \text{ г} + 6,42 \text{ г} = 13,62 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = (7,2 \text{ г} / 13,62 \text{ г}) \cdot 100\% = 52,86\% \quad 1 \text{ балл}$$

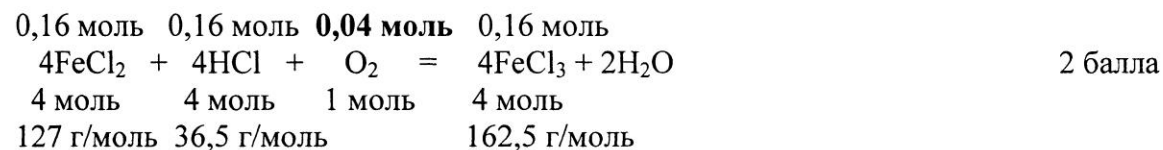
$$\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = (6,42 \text{ г} / 13,62 \text{ г}) \cdot 100\% = 47,14\% \quad 1 \text{ балл}$$

**10 баллов**

7. К смеси хлоридов железа (II) и (III) прилили 175,2 г 5%-го раствора соляной кислоты и пропустили кислород. Масса раствора после окончания реакции увеличилась на 1,28 г и стала равной 203,3 г. Вычислите массовые доли хлоридов железа (II) и (III) и массовую долю соли в растворе. (10 баллов)

Масса раствора увеличилась за счет кислорода, вступившего в реакцию окисления хлорида железа (II) в присутствии соляной кислоты. По количеству вещества кислорода находим количество вещества хлорида железа (II).

$$v(\text{O}_2) = 1,28 \text{ г} / 32 \text{ г/моль} = \mathbf{0,04 \text{ моль}} \quad 1 \text{ балл}$$



По разнице масс конечного раствора и раствора соляной кислоты и кислорода находим массу смеси хлоридов железа (II) и (III).

$$m(\text{смеси хлоридов железа}) = m(\text{конечного р-ра}) - (m(\text{р-ра HCl}) + m(\text{O}_2))$$

$$m(\text{смеси хлоридов железа (II) и (III)}) = 203,3 \text{ г} - (175,2 + 1,28) = 26,82 \text{ г} \quad 2 \text{ балл}$$

По разнице масс смеси хлоридов железа (II) и (III) и хлорида железа (II) находим количество вещества хлорида железа (III).

$$v(\text{FeCl}_3) = (26,82 \text{ г} - 0,16 \text{ моль} \cdot 127 \text{ г/моль}) / 162,5 \text{ г/моль} = \mathbf{0,04 \text{ моль}} \quad 1 \text{ балл}$$

Находим количество вещества прилитой соляной кислоты:

$$v(\text{HCl}) = (175,2 \text{ г} \cdot 0,05) / 36,5 \text{ г/моль} = 0,24 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

В реакцию вступило 0,16 моль соляной кислоты,

а  $(0,24 - 0,16) = 0,08$  моль соляной кислоты в избытке.

Находим массовые доли хлоридов железа (II) и (III) в смеси:

$$\omega\%(\text{FeCl}_2) = (0,16 \text{ моль} \cdot 127 \text{ г/моль} / 26,82 \text{ г}) \cdot 100\% = 75,76\% \quad 1 \text{ балл}$$

$$\omega\%(\text{FeCl}_3) = (0,04 \text{ моль} \cdot 162,5 \text{ г/моль} / 26,82 \text{ г}) \cdot 100\% = 24,24\% \quad 1 \text{ балл}$$

Находим массовую долю хлорида железа (III) в растворе:

$$\omega\%(\text{FeCl}_3) = ((0,16 + 0,04) \text{ моль} \cdot 162,5 \text{ г/моль} / 203,3 \text{ г}) \cdot 100\% = 16\% \quad 1 \text{ балл}$$

**10 баллов**

Задача 6 или 7 на выбор. В зачет идут 6 задач. Для набора баллов можно решать обе.

**Всего 61 балл (50% → 30,5 баллов)**