

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2024-2025 УЧЕБНЫЙ ГОД
8 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.

Максимально возможное количество баллов: 130

ОТВЕТЫ

Задача 1. Неизвестный оксид

1) Определим вещество X:

Поскольку X имеет кристаллическую решетку NaCl, то общая формула X оксида может быть выражена как **MO**:

$$\omega(\text{O}) = \frac{\text{Ar}(\text{O})}{\text{Ar}(\text{O}) + \text{Ar}(\text{M})}$$

$$0,2388 = 16/(16+M)$$

$$3,8208 + 0,2388M = 16$$

$$0,2388M = 12,1792$$

$M = 51 \rightarrow$ металл – V, ванадий, что удовлетворяет условиям задачи.

X – VO – оксид ванадия (II)

$$M(\text{VO}) = 66,9 \text{ г/моль} \quad (Mr(\text{VO}) = 66,9 \text{ а.е.м})$$

2) Определим плотность X – VO

$$\text{Рассчитаем объем элементарной ячейки: } V_{\text{яч}} = a^3 = (4,0930 \cdot 10^{-8} \text{ см})^3 = 6,856 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3.$$

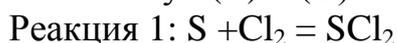
$$\text{Рассчитаем плотность X: } \rho = m/V = (4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \cdot 66,9) / 6,856 \cdot 10^{-23} = 6,48 \text{ г/см}^3$$

3) Оксиды ванадия: VO, V₂O₃, VO₂, V₂O₅.

Задача 2. Токсичное вещество

Очевидно, что A – продукт взаимодействия хлора (изжелта-зелёного газа-галогена) с серой (светло-жёлтый порошкообразный неметалл, который относится к халькогенам)

Поскольку n(B): n(C) = 1:1, то



A – SCl₂



Газ D – SO₂, поскольку $\omega(\text{O}) = \frac{2 \cdot \text{Ar}(\text{O})}{(\text{Ar}(\text{S}) + 2\text{Ar}(\text{O}))} = \frac{16 \cdot 2}{(16 \cdot 2 + 32)} = 50 \%$

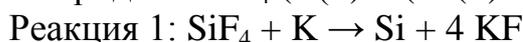
$$n(\text{S}) = n(\text{SCl}_2) / 2 = 5 / 2 = 2,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{S}) = M(\text{S}) \cdot n(\text{S}) = 32 \text{ г/моль} \cdot 2,5 \text{ моль} = 80 \text{ г}$$

Задача 3. Элемент Земли

X – Si (кремний). Y – Si.

Фторид X – SiF₄ ($\omega(\text{F}) = \frac{\text{Ar}(\text{F}) \cdot 4}{\text{Ar}(\text{Si}) + (\text{Ar}(\text{F}) \cdot 4)} = 73,08 \%$)



Установим химическую формулу бинарного соединения Z:

Допустим, что его формула A₂O_n, тогда

$$\omega(\text{O}) = \frac{n \cdot M(\text{O})}{2 \cdot M(\text{A}) + n \cdot M(\text{O})}$$

$$2M(\text{A}) \cdot 0,533 + 0,533 \cdot n \cdot M(\text{O}) = n \cdot M(\text{O})$$

$$2M(\text{A}) \cdot 0,533 = n \cdot M(\text{O}) - 0,533 \cdot n \cdot M(\text{O})$$

$$2M(\text{A}) \cdot 0,533 = 0,467 \cdot n \cdot M(\text{O})$$

$$2M(\text{A}) \cdot 0,533 = 0,467 \cdot n \cdot M(\text{O})$$

$$2M(A) \cdot 0,533 = 0,467 \cdot n \cdot 16$$

$$1,006M(A) = 7,472n$$

$$M(A) = 7,427n$$

n	M(A)	A ₂ O _n
1	7,4	Li ₂ O
2	14,8	N ₂ O
3	21,0	-
4	28	SiO ₂

Z – SiO₂

Реакция 2: $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$

Реакция 3: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Реакция 4: $\text{SiO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 5: $\text{Si} + \text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{SiO}$

Задача 4. Истина или ложь?

1. KO₂ – это оксид калия - **Ложь**
2. O₃ и O₂ – изотопы- **Ложь**
3. Электрон тяжелее протона примерно в 1840 раз- **Ложь**
4. Литий не реагирует с водой-**Ложь**
5. Малахит – это простое вещество- **Ложь**
6. Оксиды – это бинарное соединение химического элемента с кислородом в степени окисления –2- **Истина**
7. Фтор является самым химически активным металлом и сильнейшим восстановителем - **Ложь**
8. Соли плавиковой кислоты – фториды-**Истина**
9. Степень окисления кислорода в соединении O₂F₂ равна +1-**Истина**
10. Каждый кислотный оксид вступает в реакцию с водой-**Ложь**
11. P₂O₅ – кислотный оксид- **Истина**
12. Концентрированные HNO₃ и H₂SO₄ – кислоты-восстановители-**Ложь**
13. Cu + H₂SO₄ (разб.) ≠ - **Истина**
14. Рубидий крайне неустойчив на воздухе, реагирует с воздухом в присутствии следов воды с воспламенением - **Истина**
15. В атоме не может быть двух электронов, у которых квантовые числа были бы одинаковы - **Истина**
16. В изолированной системе энергия может переходить из одной формы в другую, но ее общее количество остается постоянным - **Истина**
17. В превращениях $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{X} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{X} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2\text{O}_5$ X – это HIO₃ - **Истина**
18. Соли калия, особенно хлориды и нитраты, окрашивают бесцветное пламя горелки в зеленый цвет - **Ложь**
19. Масса протона близка к массе нейтрона - **Истина**
20. Амфотерные оксиды могут реагировать с кислотами - **Истина**

Задача 5

1. Рассчитаем число моль фосфат-ионов в 5700 л мочи:

$$n(\text{PO}_4^{3-}) = 20 \text{ ммоль} / 1,5 \text{ л} * 5700 \text{ л} = 76000 \text{ ммоль} = 76 \text{ моль},$$

отсюда $n(\text{P}) = 76 \text{ моль}$, т.к. число моль фосфора равно числу моль фосфат-ионов.

Рассчитаем теоретическую массу фосфора в 5700 л мочи:

$$m(P_{\text{теор}}) = 76 \cdot 31 = 2356 \text{ г}$$

2. Определим выход фосфора по способу Бранда:

$$\eta = 120 / 2356 \cdot 100 \% = 5,1 \%$$

3. Фосфор содержится в костях, зубах человека, а также в крови, клетках, ДНК, РНК.

4. Бранд назвал новый элемент фосфором из-за его способности светиться. Фосфор означает светоносец (от греческих слов "фос" – свет и "фор" – нести).

Задача 6. Мысленный эксперимент

1. По графику видно, что при 10 °С растворимость KCl равна 30 г (г/100 г воды)

В 150 г воды может раствориться $30 \cdot 150 / 100 = 46,5 \text{ г}$

$$\omega (\text{KCl}) = 46,5 / (150 + 46,5) = 23,66 \%$$

Для растворения 60 г хлорида калия потребуется $100 \cdot 60 / 30 = 200 \text{ г}$ воды. Значит Антону необходимо взять еще 50 г воды для полного растворения KCl при 10 °С

2. Растворимость $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ при 50°С равна 48,6 г (г/100 г воды)

m(в-ва), г	m(H ₂ O), г	m(р-ра),г	ω,%
48,6	100	148,6	32,7
x	40-x	40	32,7

$$0,32705 = x/40 \rightarrow x = 13,1 \text{ г FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 40 - 23,9 = 16,1 \text{ г}; V(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) = 16,1 \text{ мл.}$$

3. $n(\text{FeSO}_4) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) = 0,38 \cdot 530 = 201,4 \text{ г}$

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = m/M = 278/278 = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeSO}_4) = m/M = 201,4/152 = 1,32 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeSO}_4) - n(\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,325 - 1 = 0,32 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = M \cdot n = 0,32 \text{ моль} \cdot 152 \text{ г/моль} = 49,4 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 530 - 278 = 252 \text{ г}$$

X г вещества – в 100 г воды

49,4 г вещества – в (252-49,4) г воды

$$X = 24,38 \text{ г в } 100 \text{ г H}_2\text{O} \rightarrow T \sim 20 \text{ °С}$$