

**Решения и критерии оценивания районного этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2025/26 учебном году**

Теоретическая часть

9 Класс

№1

I вариант

1. Определение элемента X:

Общая формула оксида M_xO_y .

Его молярная масса может быть выражена как $(x \cdot A + y \cdot 16)$, где A – молярная масса неизвестного элемента X .

Выразим содержание кислорода в оксиде как $16 \cdot y / (x \cdot A + 16 \cdot y) = 0,2227$

Откуда получаем, что $A \cdot x / y = 0,7773 \cdot 16 / 0,2227 = 55,845$ г/моль

Проанализируем возможные варианты:

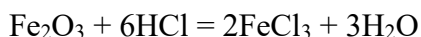
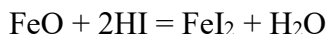
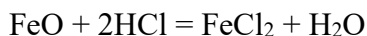
x/y	Оксид	A	Э	
2:1	Э ₂ O	27,92	26,982(Al) 28,086(Si)	Не подходят по валентным состояниям
2:2	ЭO	55,845	55,845– Fe	Подходит
2:3	Э ₂ O ₃	83,77	83,8 (Kr)	Инертный газ
2:4	ЭO ₂	111,69	112,41(Cd)	Кадмий не образует диоксида
2:5	Э ₂ O ₅	139,61	138,91(La)	Единственная положительная степень окисления лантана равна +3
2:6	ЭO ₃	167,54	167,26(Er)	Единственная положительная степень окисления эрбия равна +3
2:7	Э ₂ O ₇	195,46	195,08 (Pt)	Платина не образует такого оксида
2:8	ЭO ₄	223,38	223(Fr)	Единственная положительная степень окисления франция +1

Таким образом, X – железо.

2. Железо также образует оксид Fe_2O_3 - оксид железа (III), железный сурик, гематит, крокус, колькотар. Кроме того, железо образует оксид – Fe_3O_4 - оксид железа (II,III), оксид дижелеза (III) - железа(II), закись-окись железа, железная окалина, магнетит, магнитный железняк.

3. Состав Fe_2O_3 рассчитывается из следующих данных: $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 55,847 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 159,69$ г/моль $w(\text{Fe}) = 69,94\%$ $w(\text{O}) = 30,06\%$. Состав Fe_3O_4 рассчитывается из следующих данных: $M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 55,847 \cdot 3 + 16 \cdot 4 = 231,54$ г/моль $w(\text{Fe}) = 72,36\%$ $w(\text{O}) = 27,64\%$

4. Уравнения реакций:



II вариант

1. Определение элемента X:

Общая формула оксида M_xO_y .

Его молярная масса может быть выражена как $(x \cdot A + y \cdot 16)$, где A – молярная масса неизвестного элемента X.

Выразим содержание кислорода в оксиде как $16 \cdot y / (x \cdot A + 16 \cdot y) = 0,3006$

Откуда получаем, что $A \cdot x / y = 0,6994 \cdot 16 / 0,3006 = 37,227$

Проанализируем возможные варианты:

x/y	Оксид	A	Э	
2:1	$\text{Э}_2\text{O}$	18,614	18,998 (F)	
2:2	ЭO	37,227	Cl-Ar	Не подходит
2:3	$\text{Э}_2\text{O}_3$	55,84	55,845 (Fe)	Подходит
2:4	ЭO_2	74,45	74,992 (As)	Мышьяк не образует диоксида
2:5	$\text{Э}_2\text{O}_5$	93,07	92,906 (Nb)	Пептизируется разб. HCl, но не растворяется, поскольку является кислотным оксидом
2:6	ЭO_3	111,68	112,41 (Cd)	Степени окисления +6 у кадмия не бывает
2:7	$\text{Э}_2\text{O}_7$	130,29	131,29 (Dy)	Не образует такой формы оксида
2:8	ЭO_4	148,91	PЗЭ	Не достигают степени окисления +8

Таким образом, X – железо.

2. Железо образует оксид FeO - оксид железа (II), закись железа, вюстит (в технике).
Кроме того, железо образует оксид – Fe₃O₄ - оксид железа (II,III), оксид дижелеза (III) - железа(II), закись-окись железа, железная окалина, магнетит, магнитный железняк.
3. Состав FeO рассчитывается из следующих данных: M(FeO) = 55,847 + 16 = 71,845 г/моль w(Fe) = 77,73% w(O) = 22,27%. Состав Fe₃O₄ рассчитывается из следующих данных: M(Fe₃O₄) = 55,847*3 + 16*4 = 231,54 г/моль w(Fe) = 72,36% w(O) = 27,64%
4. Уравнения реакций:

$$\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{FeO} + 2\text{HI} = \text{FeI}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HI} = 3\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$

Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | Определение X (с расчетом и анализом) | 2,25 балла |
| 2. | Второй и третий оксид: формула и состав
состав | По 0,25 балла для каждого
оксида = 0,5 балла |
| 3. | Названия (6 названий – по одному тривиальному и
по одному ИЮПАК – по 0,1 балла) | По 0,25 балла для каждого
оксида = 0,75 балла |
| 4. | Реакции с HCl и с HI (всего 6 реакций, каждая по 0,25
балла) | 1,5 балла |

ИТОГО: 5 баллов

I вариант

Неизвестный элемент Э легко найти по данным о его содержании в оксиде. Согласно условию, массовая доля кислорода составляет 60%. Пусть валентность элемента Э равна n .

Тогда формула оксида $\text{ЭO}_{n/2}$.

$$8n/(M(\text{Э}) + 8n) = 0.6;$$

$$M(\text{Э}) = 5.33n$$

При $n = 6$, $M(\text{Э}) = 32$ г/моль, что соответствует сере.

Тогда вещества **2** и **3** – оксиды серы SO_2 и SO_3 , соответственно

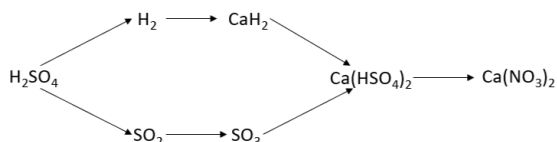
Простое вещество **1**, образующее гидрид – водород. Веществом **X**, из которого можно получить как водород, так и сернистый газ, является серная кислота; массовая доля серы в ней составляет $w(\text{S}) = 32/98 = 32.65\%$, что соответствует условию.

Взаимодействие гидрида металла с кислотным оксидом должно приводить к образованию соли. Металл двухвалентный, соль – MSO_4 или $\text{M}(\text{HSO}_4)_2$. Обозначим атомную массу металла за x . Тогда в случае средней соли получаем:

$$w(\text{S}) = 32/(x + 96) = 0.2735 \quad x = 21 \text{ г/моль} \text{ – такого металла нет}$$

В случае кислой соли

$$w(\text{S}) = 64/(x + 194) = 0.2735 \quad x = 40 \text{ г/моль, что соответствует кальцию}$$



Уравнения реакций:

- 1) H_2SO_4 (разб) + $\text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ (можно другой металл)
- 2) $\text{H}_2 + \text{Ca} = \text{CaH}_2$ (нагревание)
- 3) $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ca}(\text{HSO}_4)_2 + 2\text{H}_2\uparrow$
- 4) $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 5) $2\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц) + $\text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (можно другой малоактивный металл)
- 6) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ (V_2O_5 , нагревание)
- 7) SO_3 (изб) + $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$

II вариант

Неизвестный элемент Э легко найти по данным о его содержании в оксиде. Согласно условию массовая доля кислорода составляет 61.2%. Пусть валентность элемента Э равна n . Тогда формула оксида $\text{ЭO}_{n/2}$.

$$8n/(M(\text{Э}) + 8n) = 0.612;$$

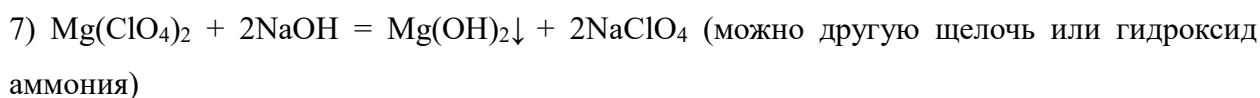
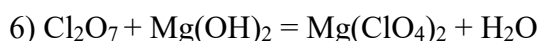
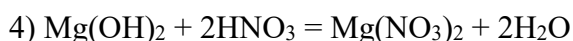
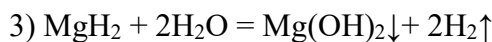
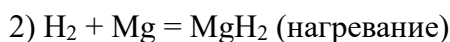
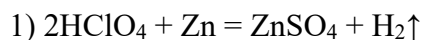
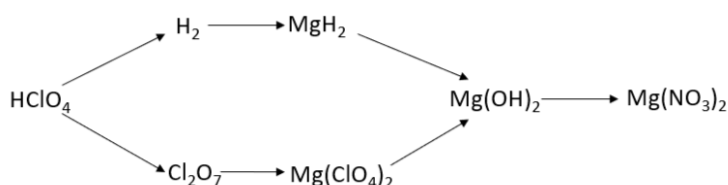
$$M(\text{Э}) = 5.07n$$

При $n = 7$ $M(\text{Э}) = 35,5$ г/моль, что соответствует хлору. Вещество 2 – оксид Cl_2O_7 .

Простое вещество 1, образующее гидрид – водород. Веществом X, из которого можно получить как водород, так и оксид хлора(VII), является хлорная кислота; массовая доля хлора в ней составляет $w(\text{Cl}) = 35,5/100,5 = 35,32\%$, что соответствует условию.

Металл М относится к двухвалентным металлам, т.к. образует дигидрид. Тогда основание 4 является гидроксидом двухвалентного металла. Справедливо соотношение:

$$M(\text{M})/(M(\text{M}) + 34) = 0.4138 \quad M(\text{M}) = 24 \text{ г/моль, искомый металл – магний.}$$



Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--------------------------------|-----------|
| 1. | Определение элемента Э | 1 балл |
| 2. | Определение вещества X | 0.5 балла |
| 3. | Уравнения реакций по 0.5 балла | 3.5 балл |

При отсутствии коэффициентов уравнение реакции оценивается в 0.25 балла

ИТОГО: 5 баллов

I вариант

Решение:

1. Запишем уравнение протекающей реакции:



2. Масса хлороводорода в растворе:

$$m(HCl) = 146,0 \cdot 0,1 = 14,6 \text{ (г)}.$$

3. Массы выделившегося водорода и кислотного остатка:

$$m(H_2) = 14,6 \cdot (1/36,5) = 0,4 \text{ г};$$

$$m(Cl^-) = 14,6 - 0,4 = 14,2 \text{ (г)}.$$

4. Пусть a г – масса навески металла. Тогда масса раствора после реакции:

$$m(p\text{-ра}) = 146,0 + a - 0,4 = (145,6 + a) \text{ (г)}.$$

Массу навески находим из соотношения:

$$(a + 14,2)/(a + 145,6) = 0,1517.$$

Откуда $a = 9,3$ г.

5. Из уравнения реакции можем утверждать, что

при реакции 9,3 г металла выделяется 0,4 г водорода,

а при реакции A г x г водорода.

6. Откуда $A = 23,25 x$

7. Для $x = 1$ ($A = 23,25$ г/моль – ближайший Na (22,99 г/моль), отличие от действительной массы более 1%, да и с кислотой он реагирует бурно); при $x = 2$ ($A = 46,5$ г/моль – ближайший Ti (47,87 г/моль – в реакции с хлороводородной кислотой образует трихлорид, а не дихлорид, раствор фиолетовый; отличие 2,9%)
Для $x = 3$ ($A = 69,75$ г/моль – ближайший металл – Ga (69,724 г/моль; отличие 0,3%)

8. ОТВЕТ: галлий; $m(Ga) = 9,3$ г

9. Электронная конфигурация атома: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2 4p^1$; иона: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10}$

10. Атом галлия содержит 31 протон, 31 электрон.

11. Реакция $2Ga + 6HCl \rightarrow 2GaCl_3 + 3H_2\uparrow$ возможна запись реакции с дробными коэффициентами

II вариант

Решение:

1. Запишем уравнение протекающей реакции:



2. Масса хлороводорода в растворе:

$$m(\text{HCl}) = 182,5 \cdot 0,1 = 18,25 \text{ (г)}.$$

3. Массы выделившегося водорода и кислотного остатка:

$$m(\text{H}_2) = 18,25 \cdot (1/36,5) = 0,5 \text{ г};$$

$$m(\text{Cl}^-) = 18,25 - 0,5 = 17,75 \text{ (г)}.$$

4. Пусть a г – масса навески металла. Тогда масса раствора после реакции:

$$m(\text{р-ра}) = 182,5 + a - 0,5 = (182,0 + a) \text{ (г)}.$$

Массу навески находим из соотношения:

$$(a + 17,75)/(a + 182,0) = 0,2543$$

Откуда $a = 38,26$.

5. Из уравнения реакции можем утверждать, что

при реакции 38,26 г металла выделяется 0,5 г водорода,

а при реакции A г x г водорода.

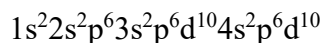
6. Откуда $A = 38,26 x$

7. Для $x = 1$ ($A = 38,26$ г/моль) ближайший металл К – 39,098 г/моль; отличие от действительной массы более 2%, кроме того, калий бурно реагирует с водой) $x = 2$

($A = 76,52$ г/моль)- такого металла нет; Для $x = 3$ ($A = 114,78$ г/моль) металл – индий 114,82 г/моль отличие в 0,05%)

8. ОТВЕТ: индий (In); масса 38,26 г

9. Электронная конфигурация атома: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2 p^6 d^{10} 5s^2 5p^1$; иона:



10. Атом индия содержит 49 протонов, 49 электронов

11. Реакция $2\text{In} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{InCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ возможна запись реакции с дробными коэффициентами

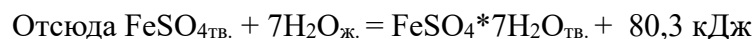
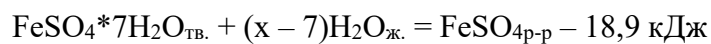
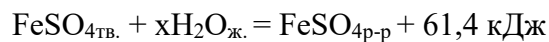
Рекомендации к оцениванию:

1. Уравнение реакции	0,5 балла
2. Определение металла	1,5 балла
3. Определение массы взятого металла	1,5 балла
4. Содержание протонов, электронов в атоме металла	0,5 балла
5. Электронная конфигурация металла и иона (по 0,5 балла)	1 балл
ИТОГО:	5 баллов

I вариант

Решение:

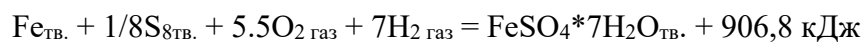
Пересчитаем тепловые эффекты на 1 моль растворенного вещества. Термохимические уравнения процессов растворения можно записать следующим образом:



Тогда теплота образования кристаллогидрата из простых веществ Q составит:

$$Q = 825,5 + 80,3 = 905,8 \text{ кДж/моль}$$

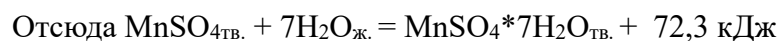
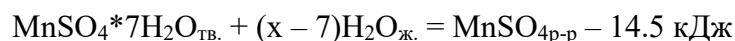
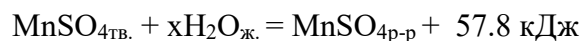
Термохимическое уравнение образования



II вариант

Решение:

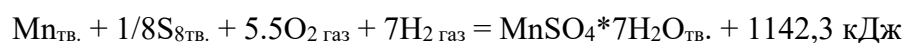
Пересчитаем тепловые эффекты на 1 моль растворенного вещества. Термохимические уравнения процессов растворения можно записать следующим образом:



Тогда теплота образования кристаллогидрата из простых веществ Q составит:

$$Q = 1070 + 72,3 = 1142,3 \text{ кДж/моль}$$

Термохимическое уравнение образования



Рекомендации к оцениванию:

- | | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Методика расчета теплоты образования | 2,5 балла |
| 2. | Значение теплоты образования | 0.5 балла |
| 3. | Термохимическое уравнение реакции образования Допустимо указание одноатомной серы вместо 8-атомных молекул. При отсутствии указаний на агрегатное состояние веществ – штраф 1 балл | 2 балла |

ИТОГО: 5 баллов