

Пермский край  
2022-2023 учебный год  
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**7-8 КЛАСС**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

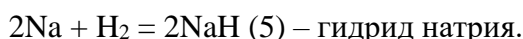
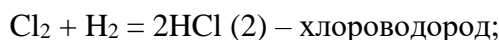
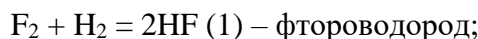
**Решения и критерии оценивания**

*Представлен один из возможных вариантов решения задач*

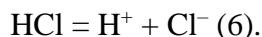
**Общее максимальное количество баллов за задания олимпиады – 50 баллов.**

**Задача № 1**

Запишем уравнения взаимодействия водорода со фтором, хлором, азотом, углеродом и натрием:



Фтороводород и хлороводород – это хорошо растворимые в воде газы. В водных растворах они диссоциируют с образованием ионов водорода, то есть в растворах фтороводород и хлороводород проявляют свойства кислот:



Аммиак также хорошо растворим в воде, в водных растворах он является основанием:



Метан плохо растворим в воде и не взаимодействует с водой, так как его молекула является не полярной.

Гидрид натрия при взаимодействии с водой нацело гидролизуетсся с образованием гидроксида натрия и водорода:



**Разбалловка**

Написание уравнений (1)–(5)	5 x 0,5 б. = 2,5 б.
Название продуктов реакций (1)–(5)	5 x 0,5 б. = 2,5 б.
Указание на растворимость водородных соединений в воде и свойств их водных растворов	5 x 1 б. = 5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача № 2

Начнем с соединения **A**. Поведем расчеты по количеству атомов:

$$n(X):n(H):n(C):n(O) = \frac{4,2154 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23}} : \frac{8,4308 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23}} : \frac{8,4308 \cdot 10^{22}}{6,022 \cdot 10^{23}} : \frac{2,5292 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} =$$

$$= 0,07 : 0,14 : 0,14 : 0,42 = 1 : 2 : 2 : 6$$

Таким образом, формула соединения **A** – это  $[XН_2С_2O_6]_n$  или  $[X(НСO_3)_2]_n$ . То есть скорее всего **A** – это гидрокарбонат металла. Следуя данным из условия задачи 11,34 г вещества **A** будет соответствовать его количеству в 0,07 моль, то есть:

$$M(A) = \frac{11,34}{0,07n} = [A(X) + 122]n.$$

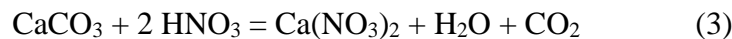
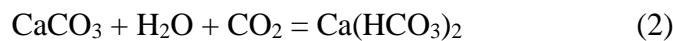
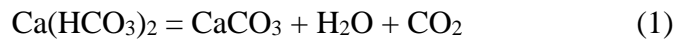
При  $n = 1$  получим:

$$\frac{11,34}{0,07} = A(X) + 122$$

$A(X) = 40$ , что соответствует кальцию, **X** – Ca.

Таким образом, соединение **A** – гидрокарбонат кальция  $Ca(НСO_3)_2$ .

Напишем уравнения реакций:



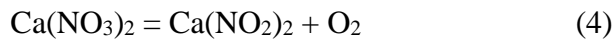
Таким образом, вещество **B** – карбонат кальция  $CaCO_3$ , соль **B** – нитрат кальция  $Ca(NO_3)_2$ .

Установим молярную массу соединения **Г**, если нам известна массовая доля кальция:

$$M(\Gamma) = \frac{M(Ca)}{\omega(Ca)} = \frac{40}{0,303} = 132 \text{ г/моль}$$

Молярная масса нитрата кальция равна 164 г/моль, и при разложении уменьшается  $164 - 132 = 32$  г/моль, то есть при разложении 1 моль нитрата кальция выделяется 1 моль кислорода.

Можно предположить, что соединение **Г** – нитрит кальция  $Ca(NO_2)_2$ .



### Разбалловка

Установление формул соединений <b>A–Г</b>	4 x 16. = 4 б.
Установление металла <b>X</b>	16.
Написание уравнений реакций (1)–(3)	3 x 16. = 3 б.
Написание уравнения реакции (4)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>106.</b>

### Задача № 3

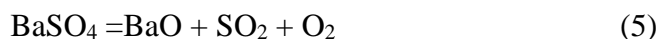
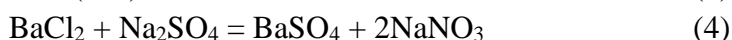
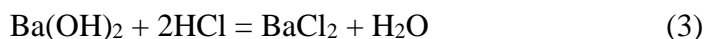
При превращении металла **A** в оксид **B** образуется оксид вида **AO**, поскольку металл **A** двухвалентный. Рассчитаем атомную массу металла

$$M(A) = M(\text{оксида}) - M(O) = \frac{M(O)}{1 - \omega(O)} - M(O) = \frac{16}{1 - 0,8956} - 16 = 137,3 \text{ г/моль},$$

что соответствует барии, значит металл **A** – барий. Приведем формулы оставшихся соединений:

Шифр	Формула соединения
<b>A</b>	Ba
<b>B</b>	BaO

<b>В</b>	Ba(OH) <sub>2</sub>
<b>Г</b>	BaCl <sub>2</sub>
<b>Д</b>	BaSO <sub>4</sub>
<b>Е</b>	SO <sub>2</sub>



Сульфат бария применяется в качестве рентгенконтрастного вещества в медицине при исследовании органов желудочно-кишечного тракта.

#### Разбалловка

Установлен металл <b>А</b> , приведены формулы соединений <b>Б–Е</b> .	6 x 0,5б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1)–(5)	5 x 1б. = 5б.
Приведен пример использования соединения <b>Г</b>	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10б.</b>

#### Задача № 4

Запишем уравнение взаимодействия хлорида магния с нитратом серебра:



Согласно уравнению реакции (1)

$$n(\text{MgCl}_2) = \frac{1}{2} n(\text{AgCl}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,76}{143,5} = 0,006 \text{ моль.}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = n(\text{MgCl}_2) \cdot M(\text{MgCl}_2) \cdot 0,006 \cdot 95 = 0,57 \text{ г}$$

Тогда массовая доля воды в кристаллогидрате равна:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{навески}) - m(\text{MgCl}_2) = 1,22 - 0,57 = 0,65 \text{ г}$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{навески})} \cdot 100 = \frac{0,65}{1,22} \cdot 100 = 53,3\%$$

Выведем формулу кристаллогидрата  $\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ :

$$1 : x = \frac{0,57}{95} : \frac{0,65}{18} = 0,006 : 0,036 = 1 : 6$$

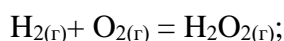
То есть формула кристаллогидрата  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

#### Разбалловка

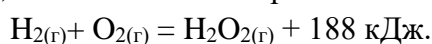
Написание уравнения (1)	2 б.
Расчет массовой доли воды в кристаллогидрате (любым способом)	5 б.
Вывод формулы кристаллогидрата (любым способом)	3 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

#### Задача № 5

Запишем уравнение образования пероксида водорода из простых веществ – водорода и кислорода



так как в реакции образуется 1 моль пероксида водорода, то тепловой эффект этой реакции равен 188 кДж. Следовательно, можем записать термохимическое уравнение:



Образование молекулы  $\text{H}_2\text{O}_2$  представить, как последовательный процесс разрыва связей Н–Н в молекуле  $\text{H}_2$ , связей О–О в молекуле  $\text{O}_2$  и процесс образования двух связей О–Н и одной связи О–О, поэтому тепловой эффект реакции образования пероксида водорода можно представить следующим образом

$$Q = 2E(\text{O–H}) + E(\text{O–O}) - E(\text{H–H}) - E(\text{O–O})_{\text{кисл}},$$

следовательно,

$$E(\text{O–O}) = Q + E(\text{H–H}) + E(\text{O–O})_{\text{кисл}} - 2E(\text{O–H}).$$

Чтобы вычислить энергию связи О–О в пероксиде водорода вычислим энергию связи О–Н в воде:

$$Q_{\text{реак}} = 4E(\text{O–H}) - 2E(\text{H–H}) - E(\text{O–O})_{\text{кисл}}.$$

$$E(\text{O–H}) = \frac{1}{4} [Q + 2E(\text{H–H}) + E(\text{O–O})_{\text{кисл}}] = \frac{1}{4} [484 + 2 \cdot (436) + 498] = 463,5 \text{ кДж/моль}.$$

В итоге получим, что

$$\begin{aligned} E(\text{O–O}) &= Q + E(\text{H–H}) + E(\text{O–O})_{\text{кисл}} - 2E(\text{O–H}) = 188 + 436 + 498 - 2 \cdot 463,5 = \\ &= 249 \text{ кДж/моль} \end{aligned}$$

#### Разбалловка

Написание термохимического уравнение реакции образования $\text{H}_2\text{O}_2$ <i>Без указания агрегатного состояния вещества – 0,5 б.</i>	2 б.
Определение энергии связи О–Н в воде	4 б.
Определение энергии связи О–О в перекиси водорода	4 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>