

**Решения к комплекту задач для 9 классов  
муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников  
в 2025/26 учебном году  
по общеобразовательному предмету: ХИМИЯ**

**Задание 1. (автор Гаркуль И.А.)**

1. Запишем уравнения реакций:

- 1)  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- 2)  $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2$
- 3)  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- 4)  $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

Обозначим исходную массу всех твердых веществ, которая была одинаковая, за «*m*». Тогда:

- 1)  $n(\text{H}_2) = n(\text{Na})/2 = [\text{m}(\text{Na})/\text{M}(\text{Na})]/2 = [\text{m}/23]/2 = \text{m}/46$
- 2)  $n(\text{H}_2) = n(\text{LiH}) = \text{m}/8$
- 3)  $n(\text{H}_2) = n(\text{Al}) \cdot 3/2 = \text{m}/18$
- 4)  $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = \text{m}/65$

Откуда следует, что больше всего водорода выделится в реакции 2, то есть LiH даст больше водорода.

2. При растворении цинка и железа в разбавленной серной кислоте, а также при растворении цинка в щелочи протекают следующие процессы (отметим, что железо в щелочи не растворяется):

- 5)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
- 6)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
- 7)  $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$

Оба металла дают 1 эквивалент водорода по уравнению. Тогда количество моль металлов по уравнениям 5–6 составит:

$$n(\text{Fe+Zn}) = n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2)/V_{\text{молярн.}} = (1,9 \text{ л})/(22,4 \text{ моль/л}) = 0,085 \text{ моль}$$

По 7 уравнению можно вычислить количество цинка и его массу:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2)/V_{\text{молярн.}} = (0,7 \text{ л})/(22,4 \text{ моль/л}) = 0,031 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,031 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 2,02 \text{ г}$$

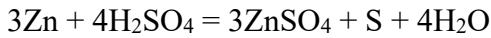
Откуда количество железа  $n(\text{Fe}) = n(\text{Fe+Zn}) - n(\text{Zn}) = 0,085 \text{ моль} - 0,031 \text{ моль} = 0,054 \text{ моль}$

А его масса  $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,054 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 3,02 \text{ г}$

Массовая доля цинка составит  $\omega(\text{Zn}) = m(\text{Zn})/[m(\text{Zn}) + m(\text{Fe})] = 2,02 \text{ г}/(2,02 \text{ г} + 3,02 \text{ г}) = 0,4$  или 40%. Тогда массовая доля железа составит 60%.

Если вместо разбавленной серной кислоты использовать концентрированную, то железо пассивируется, а цинк даст в продуктах не водород, а продукты восстановления серы ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ). Подходит любая из приведенных реакций:





3. Железо покрывают слоем цинка (оцинковывают) для того, чтобы предотвратить образование ржавчины. Примеров в быту существует много, в качестве одного из них – оцинкованное ведро.

**Система оценивания:**

1. Уравнения реакций 1–4 по 2 балла, выбор LiH и обоснование по 2 балла  
 $2 \cdot 4 + 2 \cdot 2 = 12$  баллов
2. Уравнения 5–7 по 2 балла, массовые доли металлов по 2 балла, указание пассивации 1 балл, реакция с цинком 2 балла  
 $2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 1 + 2 = 13$  баллов
3. Указание коррозирования и любой пример изделия по 2 балла  
 $2 \cdot 2 = 4$  балла

**ИТОГО**

**29 баллов**

**Задание 2. (автор Гаркуль И.А.)**

1. Возможны различные варианты, ниже приведены некоторые из них:

1.  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$  или  $2\text{KH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{KOH}$
2.  $\text{PH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$  или  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$  или  $\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4$
3.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{HI} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
4.  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$
5.  $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{BaCl}_2 + \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{NaCl} + \text{HCl}$
7.  $\text{CaO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$  или  $\text{CaO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$
8.  $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
9.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
10.  $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4\text{HCl}$
11.  $\text{CuCl}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$

2. ОВР являются все процессы, где меняется степень окисления.

**Система оценивания:**

1. Уравнения реакций 1–11 по 2 балла  
 $2 \cdot 11 = 22$  балла
2. Выбор трех любых ОВР по 1 баллу, ошибочный выбор минус 1 балл, но в сумме не меньше нуля за этот пункт  
 $1 \cdot 3 = 3$  балла

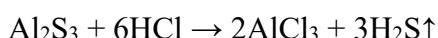
**ИТОГО**

**25 баллов**

### **Задание 3. (авторы Емельянов В.А., Гаркуль И.А.)**

**1.** Бинарный газ **B** обладает кислыми свойствами, получается при реакции с кислотой и содержит очень легкий элемент (94,1 мас.% **Y**) – все к тому, что один элемент в его составе – водород. Запишем формулу **B** как  $H_nE$ , тогда  $1 \cdot n/M(B) = (100 - 94,1)/100$ , откуда  $M(B)/n = 17$ . При  $n=2$  получаем, что **Y** – сера, а **B** –  $H_2S$ . Значит **A** – какой-то сульфид с бруттоформулой  $M_2S_n$ . Мольная доля равна  $3/5$ , что указывает на формулу  $M_2S_3$ . Тогда по массовой доле получается сульфид алюминия  $Al_2S_3$ .

Итак, **X** –  $Al$ , **A** –  $Al_2S_3$ .

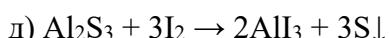
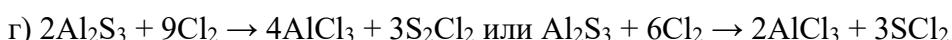
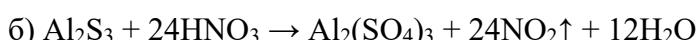
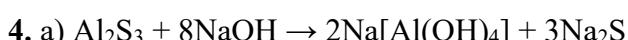


$2Al + 3S = Al_2S_3$  (из-за гидролиза  $Al_2S_3$  будет разлагаться, поэтому в водных растворах его получить нельзя).

**2.** Сульфид алюминия – соль очень слабых кислоты и основания, на воздухе гидролизуется содержащимися в нем парами воды с выделением газа, имеющего запах тухлых яиц:



**3.** Чем больше комки, т.е. меньше поверхность реагента, тем меньше скорость процесса, описанного в п.2; в порошке сульфид алюминия будет портиться значительно быстрее.



#### **Система оценивания:**

1. Элементы **X** и **Y**, соединения **A** и **B** по 1 баллу, уравнения реакций по 2 балла

$$1 \cdot 4 + 2 \cdot 2 = 8 \text{ баллов}$$

2. Уравнение реакции 2 балла, указание на запах тухлых яиц 2 балла  $2 + 2 = 4 \text{ балла}$

3. Указание на скорость разложения 2 балла  $2 \text{ балла}$

4. 5 уравнений по 2 баллу  $2 \cdot 5 = 10 \text{ баллов}$

**ИТОГО**

**24 балла**

#### **Задание 4. (авторы Емельянов В.А., Гаркуль И.А.)**

1. Пусть формула натрона  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Массовая доля воды в нем 0,63 (63%). Составим уравнение  $18x/(18x+106) = 0,63$ , решив которое получаем  $x = 10$ . Таким образом, натрон -  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – декагидрат карбоната натрия.

Если 63% массы натрона отвечают 180 а.е.м. или 10 молекулам воды, то 31,5% будет соответствовать  $180 \cdot 31,5/63 = 90$  а.е.м. или 5 молекулам воды. То есть точный состав гидрата А –  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Для термонатрита с формулой  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$  содержание натрия 37,1%, что соответствует  $2 \cdot 23 = 46$  а.е.м. Следовательно, молекулярная масса термонатрита (100%) будет равна  $46/0,371 \approx 124$ , откуда  $z = 1$ . Можно посчитать и по уравнению  $2 \cdot 23/(106+18z) = 0,371$ . Итак, точный состав термонатрита –  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

2. В 300 г насыщенного при 25 °C раствора содержится  $29,5 \cdot 3 = 88,5$  г безводной соды. Натрон содержит такой соды 37%, следовательно, его понадобится  $88,5/0,37 = 239,2$  г. При этом воды надо будет взять  $300 - 239,2 = 60,8$  г.

Пусть  $x$  – масса натрона, выделяющегося при охлаждении этого раствора до 0°C. Тогда  $0,37 \cdot x$  – масса выделяющейся безводной соды. В растворе останется  $88,5 - 0,37x$  безводной соды при массе раствора  $300 - x$ . Отношение этих величин в насыщенном при 0°C растворе составляет 7/100. Решая уравнение  $(88,5 - 0,37x)/(300 - x) = 0,07$ , получаем  $x = 225$  г.

3. Сода питьевая (пищевая) –  $\text{NaHCO}_3$  – гидрокарбонат натрия. Сода каустическая –  $\text{NaOH}$  – гидроксид натрия.

#### **Система оценивания:**

1. Формулы натрона, гидрата А и термонатрита по 1 баллу, подтверждение расчетом по 2 балла  $1 \cdot 3 + 2 \cdot 3 = 9$  баллов

2. Масса натрона, масса воды, масса осадка по 3 балла  $3 \cdot 3 = 9$  баллов

3. Формулы и названия по 1 баллу  $1 \cdot 4 = 4$  балла

**ИТОГО**

**22 балла**