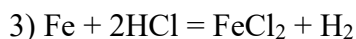
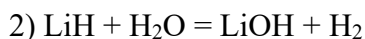
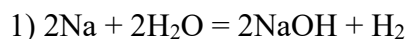


**Решения к комплекту задач для 9 классов
муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников
в 2025/26 учебном году
по общеобразовательному предмету: ХИМИЯ**

Задание 1. (автор Гаркуль И.А.)

1. Запишем уравнения реакций:



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

1) $n(\text{H}_2) = n(\text{Na})/2 = [m(\text{Na})/M(\text{Na})]/2 = [m/23]/2 = m/46$

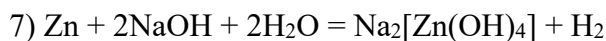
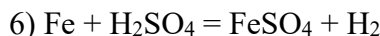
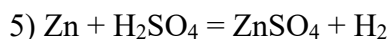
2) $n(\text{H}_2) = n(\text{LiH}) = m/8$

3) $n(\text{H}_2) = n(\text{Al}) \cdot 3/2 = m/18$

4) $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = m/65$

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):



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

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

По 7 уравнению можно вычислить количество цинка и его массу:

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

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

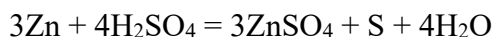
$$\text{Откуда количество железа } n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}+\text{Zn}) - n(\text{Zn}) = 0,085 \text{ моль} - 0,031 \text{ моль} = 0,054 \text{ моль}$$

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

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 (H_2S , S , 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

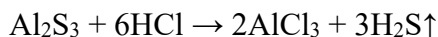
ИТОГО

25 баллов

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

1. Бинарный газ **В** 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 **В** как H_nY , тогда $1 \cdot n / M(\mathbf{B}) = (100 - 94,1) / 100$, откуда $M(\mathbf{B}) / n = 17$. При $n=2$ получаем, что **Y** – сера, а **В** – H_2S . Значит **А** – какой-то сульфид с брутто-формулой 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 .

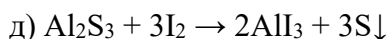
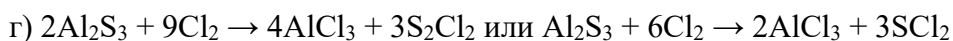
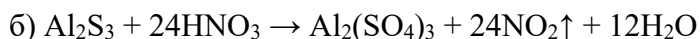
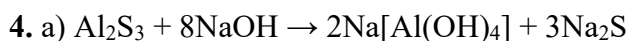


$2Al + 3S = Al_2S_3$ (из-за гидролиза Al_2S_3 будет разлагаться, поэтому в водных растворах его получить нельзя).

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 реактива, 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	$1 \cdot 4 + 2 \cdot 2 = 8$ баллов
2. Уравнение реакции 2 балла, указание на запах тухлых яиц 2 балла	$2 + 2 = 4$ балла
3. Указание на скорость разложения 2 балла	2 балла
4. 5 уравнений по 2 баллу	$2 \cdot 5 = 10$ 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 °С 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°С. 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°С растворе составляет 7/100. Решая уравнение $(88,5 - 0,37x)/(300 - x) = 0,07$, получаем $x = 225$ г.

3. Сода питьевая (пищевая) – NaHCO_3 – гидрокарбонат натрия. Сода каустическая – 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