

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап

9 класс

Решение задач

Задача 1.

1.1. $X_1 = \text{HNO}_3$; $X_2 = \text{N}_2\text{O}$; $X_3 = \text{NO}$; $X_4 = \text{NO}_2$; $X_5 = \text{NH}_4\text{NO}_3$.

1.2. Уравнения реакций:

- 1) 8HNO_3 (разб.) + $3\text{Cu} \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;
- 2) 4HNO_3 (конц.) + $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 3) 10HNO_3 (оч.разб.) + $4\text{Zn} \rightarrow 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$;
- 4) 10HNO_3 (разб.) + $4\text{Mg} \rightarrow 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$;
- 5) $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) $\rightarrow 2\text{NO} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- 6) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$;
- 7) $2\text{NO}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$;
- 8) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

Для уравнений 1 – 4 допускается запись с использованием других восстановителей, обеспечивающих восстановление азотной кислоты до указанных в схеме соединений.

3. Основные области применения азотной кислоты:

- производство азотных удобрений;
- получение взрывчатых веществ;
- производство органических красителей;
- производство пластмасс;
- металлургия (травление металлов);
- органический синтез.

За определение природы веществ по 1 баллу	5 баллов
За уравнения реакций по 2 балла	16 баллов
За перечисление областей применения азотной кислоты	4 балла
Всего	25 баллов

Задача 2

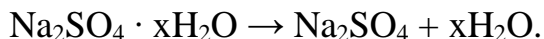
2.1. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

2.2. Выпадение белого осадка при взаимодействии с ионами Ba^{2+} свидетельствует о наличии сульфат-ионов:

$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$ (допускается запись уравнения в молекулярном виде).

Жёлтая окраска пламени свидетельствует о наличии ионов Na^+ .

Уменьшение массы при нагревании свидетельствует об отщеплении кристаллизационной воды:



Установление состава кристаллогидрата возможно по уменьшению массы:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4) / M(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$20.125 / (142 + 18x) = 8.875 / 142$$

$$x = 10.$$

2.3. Названия соли:

систематическое – декагидрат сульфата натрия;

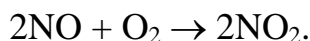
тривиальные – глауберова соль, мирабилит.

Области применения – стекольная промышленность, производство соды, слабительное в медицине.

За определение формулы соли	5 баллов
За уравнение реакции с хлоридом бария	2 балла
За определение иона натрия по окраске пламени	2 балла
За уравнение дегидратации соли	2 балла
За расчет состава кристаллогидрата	8 баллов
За названия соли по 1 баллу	3 балла
За указание областей применения	3 балла
Всего	25 баллов

Задача 3.

3.1. Уравнение реакции:



3.2. Поскольку соотношение исходных газов не определено, необходимо рассмотреть три возможных варианта:

- 1) исходные вещества взяты в стехиометрическом соотношении;
- 2) в избытке взят кислород;
- 3) в избытке взят оксид азота.

3.3. Стехиометрическое соотношение исходных реагентов:

$$p(\text{O}_2) = p(\text{смеси}) / 3 = 4 / 3 = 1.33 \text{ атм}; p(\text{NO}) = 1.33 \cdot 2 = 2.67 \text{ атм}.$$

	2NO	+	O₂	→	2NO₂
было	2.67 атм		1.33 атм		0
реагировало	- 2.67 атм		- 1.33 атм		+ 2.67 атм
стало	0		0		2.67 атм

Таким образом, давление после эксперимента составляет 2.67 атмосфер, что не соответствует условию задачи.

3.4. В избытке кислород:

Пусть $p(\text{NO}) = x$ атм; $p(\text{O}_2) = (4 - x)$ атм.

	2NO	+	O₂	→	2NO₂
было	x атм		(4 - x) атм		0
реагировало	- x атм		- x/2 атм		+ x атм
стало	0		4 - x - x/2 атм		x атм

Давление после эксперимента:

$$4 - x - x/2 + x = 3$$

$$x = 2.$$

Значит, $p(\text{NO}) = 2$ атм; $p(\text{O}_2) = 4 - 2 = 2$ атм.

$$\varphi(\text{NO}) = X(\text{NO}) = 2 / 4 = 0.5 (50 \%).$$

3.5. В избытке оксид азота:

	2NO	+	O₂	→	2NO₂
было	x атм		(4 - x) атм		0
реагировало	- 2·(4 - x)		- (4 - x) атм		+ 2·(4 - x) атм
стало	x - 2·(4 - x)		0 атм		2·(4 - x) атм

Давление после эксперимента:

$$x - 2·(4 - x) + 2·(4 - x) = 3$$

$$x = 3.$$

Значит, $p(\text{NO}) = 3$ атм; $p(\text{O}_2) = 4 - 3 = 1$ атм.

$$\varphi(\text{NO}) = X(\text{NO}) = 3 / 4 = 0.75 (75 \%).$$

За запись уравнения реакции	1 балл
За указание возможности трех решений	1 балл
За расчет и вывод о невозможности стехиометрического соотношения исходных реагентов	5 баллов
За каждый из расчетов, приводящий к определению состава смеси, по 9 баллов	18 баллов
Всего	25 баллов

Задача 4

1. Расчёт массы хлорида натрия для приготовления горячего насыщенного раствора:

100 г воды – 39.18 г соли;

120 г воды – x г соли;

$$x = 47.02 \text{ г.}$$

2. При охлаждении растворимость хлорида натрия в воде снижается. Также уменьшается и общее количество воды. Следовательно, не все

растворённое вещество сможет остаться в растворе, избыток выпадет в осадок.

Масса соли, которая сможет остаться в растворе:

100 г воды – 35.64 г соли;

120:2 = 60 г воды – x г соли;

x = 21.38 г.

Масса осадка:

$m(\text{осадка}) = m(\text{исходной соли}) - m(\text{соли в растворе после охлаждения})$
 $= 47.02 - 21.38 = 25.64 \text{ г.}$

3. Название метода – перекристаллизация. Используется для очистки твердых растворимых веществ от растворимых примесей. Необходимость выпаривания воды обусловлена малой зависимостью растворимости соли от температуры, удаление воды помогает существенно увеличить выход очищенного продукта.

За расчет массы соли для приготовления насыщенного раствора	4 балла
За пояснение причины выпадения соли в осадок	4 балла
За расчет массы осадка	7 баллов
За название метода и характеристику примесей по 3 балла	6 баллов
За объяснение необходимости выпаривания воды	4 балла
Всего	25 баллов