

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**2024-2025 УЧЕБНЫЙ ГОД**  
**9 КЛАСС**

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.

Максимально возможное количество баллов: 130

**ОТВЕТЫ**

**Задача 1. Крылатый металл**

A – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

B – Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>

C – CO (M(CO) = D(He) M(He) = 7·4 г/моль = 28 г/моль)

D – CH<sub>4</sub> (M(CO)/M(CH<sub>4</sub>) = 28 г/моль / 16 г/моль = 1,75)

Реакция 1: 4Al + 3O<sub>2</sub> = 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Реакция 2: 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 9C = Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> + 6CO

Реакция 3: Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> + 12H<sub>2</sub>O = 3CH<sub>4</sub> + 4Al(OH)<sub>3</sub>

Реакция 4: Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub> + 6H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 2Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 3CH<sub>4</sub>

Количества и массы веществ

Масса исходной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: m<sub>в-ва</sub> = ω · m<sub>р-ра</sub> = 0,24 · 300 = 72 г

Количество и масса CH<sub>4</sub>:

n = V/V<sub>м</sub>; n(CH<sub>4</sub>) = 6,72 л / 22,4 л/моль = 0,3 моль

M(CH<sub>4</sub>) = 16 г/моль, m(CH<sub>4</sub>) = n · M = 0,3 моль · 16 г/моль = 4,8 г

По уравнению реакции:

n(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>): n(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): n(CH<sub>4</sub>) = 1:6:3

n(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) = n(CH<sub>4</sub>)/3 = 0,3/3 = 0,1 моль

M(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) = 144 г/моль, m(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) = n(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) · M(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) = 0,1 моль · 144 г/моль = 14,4 г

n(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 2n(CH<sub>4</sub>) = 2 · 0,3 моль = 0,6 моль

M(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 98 г/моль, m(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)<sub>прореагир.</sub> = n(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) · M(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 0,6 моль · 98 г/моль = 58,8 г

m<sub>р-ра 2</sub> (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = (m(Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>) + m<sub>р-ра 1</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) – m(CH<sub>4</sub>)) = 14,4 г + 300 г – 4,8 г = 309,6 г

m<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = (m(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)<sub>начальная</sub> – m(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)<sub>прореагир.</sub>) = 72 г – 58,8 г = 13,2 г

ω<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = m<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)/m<sub>р-ра 2</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 13,2/309,6 = 0,0426 = 4,26 % ≈ 4,3%

**Задача 2. weisse Masse**

Реакция 1: 4Bi + 3O<sub>2</sub> → 2Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (**B** – Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Реакция 2: 6Bi + 5O<sub>3</sub> → 3Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (**C** – Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Реакция 3: Bi + 4HNO<sub>3</sub> → Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + NO↑ + 2H<sub>2</sub>O (**D** – Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, **E** – NO)

Реакция 4: 2 Bi + 6H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.) → Bi<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 3SO<sub>2</sub>↑ + 6H<sub>2</sub>O (**F** – Bi<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)

При растворении металла A в азотной кислоте образуется раствор нитрата X(NO<sub>3</sub>)<sub>a</sub>

Установим неизвестный металл:

ω(X) = M(X)/(M(X) + (14 + 48)a) = 0,5291

ω(X) = M(X)/(M(X) + 62a) = 0,5291

M(X) = 0,5291M(X) + 32,8042a

M(X) - 0,5291M(X) = 32,83a

0,4709M(X) = 32,83a

M(X) = 69,717a, где a – степень окисления металла.

Если a = 1, то M(X) – 69,717 г/моль – металл Ga, однако образование GaNO<sub>3</sub> маловероятно

Если a = 2, то M(X) – 139,434 г/моль – металла с такой молярной массой нет

Если a = 3, то M(X) – 209,151 г/моль – металл **A** – Bi, X – Bi, **D** – Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

При растворении металла A в серной кислоте образуется раствор сульфата X<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>a</sub>

Установим неизвестный металл:

ω(X) = 2M(X)/(2M(X) + 96a) = 0,5921

$$2M(X) = 1,1842M(X) + 56,8416a$$

$$2M(X) - 1,1842M(X) = 56,8416a$$

$$0,8158M(X) = 56,841a$$

$M(X) = 69,675a$ , где  $a$  – степень окисления металла.

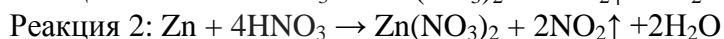
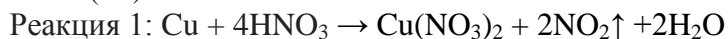
Если  $a = 1$ , то  $M(X) = 69,675$  г/моль – металл Ga, однако образование  $Ga_2SO_4$  маловероятно

Если  $a = 2$ , то  $M(X) = 139,434$  г/моль – металла с такой молярной массой нет

Если  $a = 3$ , то  $M(X) = 209,025$  г/моль – металл **A** – Bi, **X** – Bi, **F** –  $Bi_2(SO_4)_3$

### Задача 3. Золотистый сплав

Очевидно, что металлы **A** – Zn, а **B** – Cu реагируют с концентрированной  $HNO_3$  с образованием оксида азота (IV):



Сплав X – латунь.

$Y = NO_2$ , поскольку  $M(NO_2) = D(He) \cdot M(He) = 11,5 \cdot 4$  г/моль = 46 г/моль

С разбавленной HCl реагирует только цинк



Исходя из уравнения реакции  $n(Zn) = n(H_2) = V/V_m = 1,12/22,4 = 0,05$  моль, тогда  $m(Zn) = M(Zn) \cdot n(Zn) = 65$  г/моль  $\cdot$  0,05 моль = 3,25 г

Рассчитаем общее количество выделившегося  $NO_2$  по реакциям 1 и 2:

$$n(NO_2) = m(NO_2)/M(NO_2) = 6,9/46 = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(NO_2) = 2n(Zn) + 2n(Cu) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(Cu) = (n(NO_2) - 2n(Zn))/2 = (0,15 - 2 \cdot 0,05)/2 = 0,025 \text{ моль}$$

$$m(Cu) = M(Cu) \cdot n(Cu) = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,025 \text{ моль} = 1,6 \text{ г}$$

$$\text{Масса образца: } 1,6 + 3,25 = 4,85 \text{ г}$$

$$\omega(Cu) = 1,6/4,85 = 0,329 = 32,9 \%$$

$$\omega(Zn) = 1 - 0,329 = 0,671 = 67,1 \%$$

### Задача 4. Едкий барит

1. Металл A – Ba. Составим уравнение реакции:



$$M(Ba(OH)_2) = 171 \text{ г/моль}$$

$$M(Ba) = 137 \text{ г/моль}$$

Если было взято  $x$  г бария, то образуется  $171x/137 = 1,25x$  гидроксида бария (баритовой воды) и  $2x/137 = 0,015x$  г водорода.

$$m_{\text{в-ва}}(Ba(OH)_2) = 1,25x + 200 \cdot 0,3 = 1,25x + 60$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200 + x - 0,015x = 200 + 0,985x$$

$$\omega(Ba(OH)_2) = 0,37 = m_{\text{в-ва}}/m_{\text{р-ра}} = (1,25x + 60)/(200 + 0,985x)$$

$$(1,25x + 60)/(200 + 0,985x) = 0,37$$

$$1,25x + 60 = 0,37 \cdot (200 + 0,985x)$$

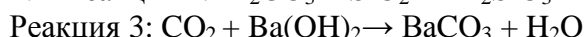
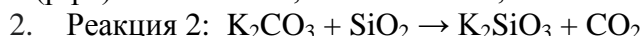
$$1,25x + 60 = 74 + 0,364x$$

$$1,25x - 0,364x = 74 - 60$$

$$0,886x = 14$$

$$x = 15,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200 + x - 0,015x = 200 + 0,985x = 200 + 0,985 \cdot 15,8 = 201,3 \text{ г}$$



$$n(BaCO_3) = m/M = 5/197 = 0,025 \text{ моль}$$

$$n(Ba(OH)_2) = n(BaCO_3) = 0,025 \text{ моль}$$

$$m(Ba(OH)_2) = n \cdot M = 0,025 \text{ моль} \cdot 171 \text{ г/моль} = 4,275 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(Ba(OH)_2) = V\rho = 1,13 \text{ г/см}^3 \cdot 150 \text{ мл} = 169,5 \text{ г}$$

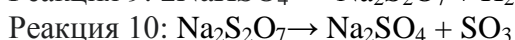
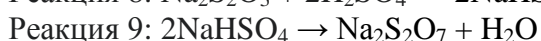
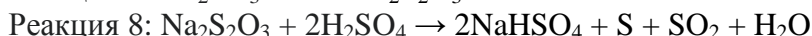
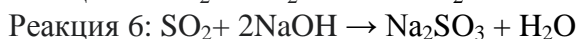
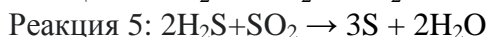
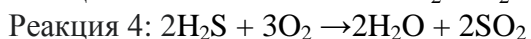
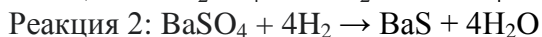
$$\omega(Ba(OH)_2) = m_{\text{в-ва}}(Ba(OH)_2)/m_{\text{р-ра}}(Ba(OH)_2) = 4,275/169,5 = 0,0252 = 2,52\%$$

$$C(Ba(OH)_2) = n/V = 0,025 \text{ моль} / 0,150 \text{ л} = 0,17 \text{ моль/л}$$



**Задача 5. Один на всех**

|                                 |   |                      |   |                      |                      |
|---------------------------------|---|----------------------|---|----------------------|----------------------|
| <b>X<sub>1</sub></b>            | <b>X<sub>2</sub></b>                          | <b>X<sub>3</sub></b> | <b>X<sub>4</sub></b>                          | <b>X<sub>5</sub></b> | <b>X<sub>6</sub></b> |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | BaSO <sub>4</sub>                             | BaS                  | H <sub>2</sub> S                              | SO <sub>2</sub>      | S                    |
| <b>X<sub>7</sub></b>            | <b>X<sub>8</sub></b>                          | <b>X<sub>9</sub></b> | <b>X<sub>10</sub></b>                         |                      |                      |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | NaHSO <sub>4</sub>   | Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |                      |                      |

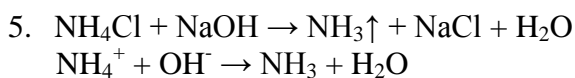
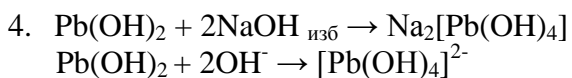
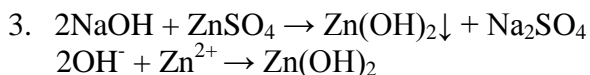
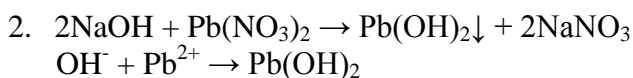
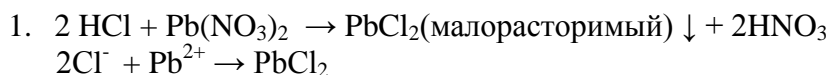


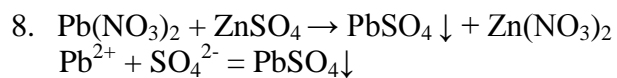
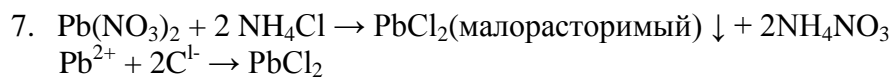
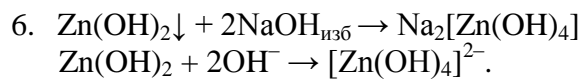
**Задача 6. Мысленный эксперимент**

**РЕШЕНИЕ:**

| № пробирки                        | 1   | 2                       | 3                                 | 4                  | 5                       |
|-----------------------------------|-----|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Вещество                          | HCl | NaOH                    | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | NH <sub>4</sub> Cl | ZnSO <sub>4</sub>       |
| HCl                               |     | -                       | ↓                                 | -                  | -                       |
| NaOH                              | -   |                         | ↓ Раств. в избытке NaOH           | ↑                  | ↓ Раств. в избытке NaOH |
| Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | ↓   | ↓ Раств. в избытке NaOH |                                   | ↓                  | ↓                       |
| NH <sub>4</sub> Cl                | -   | ↑                       | ↓                                 |                    | -                       |
| ZnSO <sub>4</sub>                 | -   | ↓ Раств. в избытке NaOH | ↓                                 | -                  |                         |

Уравнения химических реакций:





Четыре осадка образуются в строке, соответствующей нитрату свинца. Т.о. содержимое пробирки №3 –  $\text{Pb(NO}_3)_2$