

# Критерии оценивания заданий Теоретического тура

## Задания 10 класса

### Задача №10-1

1. Так как вещество **A** окрашивает пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет, то речь идет о соли натрия. Изменение окраски с желтой на оранжевую свидетельствует о том, что мы имеем дело с хроматом натрия  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ , который хорошо растворим в воде и при подкислении превращается в оранжевый дихромат.

Газом **X** с резким запахом может быть сернистый газ  $\text{SO}_2$  – он обладает выраженными восстановительными свойствами, поэтому восстанавливает оранжевый дихромат до соли хрома (III) зеленого цвета. Тогда желтый порошок **B**, нерастворимый в воде – это сера **S**, при сжигании которой и образуется сернистый газ.

Желтый осадок **Г** – это какой-то хромат; из таблицы растворимости можно заметить, что нерастворимые хроматы образуют, как правило, металлы в степени окисления +2, тогда формула искомого хромата  $\text{MCrO}_4$ . Составим уравнение:

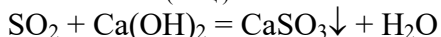
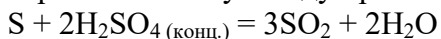
$\omega(\text{M}) = x / (x + 116) = 0.6409$ , откуда  $x = 207$ , что соответствует свинцу.

Следовательно, **Г** – хромат свинца, а **В** – вероятнее всего, галогенид свинца, так как именно галогениды свинца плохо растворимы в холодной воде, но растворяются при нагревании. Из них только иодид свинца имеет желтую окраску и используется для демонстрации «золотого дождя», значит, **В** – иодид свинца  $\text{PbI}_2$ .

Таким образом,

**A** –  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$     **B** – **S**    **В** –  $\text{PbI}_2$     **Г** –  $\text{PbCrO}_4$

2. Ранее мы предположили, что газ **X** – это сернистый газ  $\text{SO}_2$ . Подтвердим это расчетом. При окислении серы концентрированной серной кислотой и пропускании выделяющегося газа через известковую воду протекают реакции:



Из уравнений следует, что

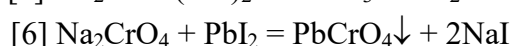
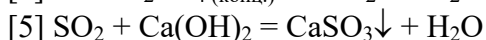
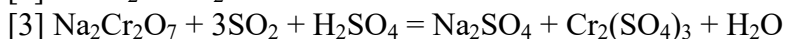
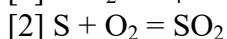
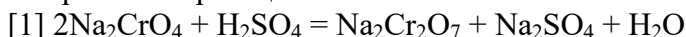
$$n(\text{SO}_2) = 3n(\text{S}) = 3 \cdot 1.6 / 32 = 0.15 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaSO}_3) = n(\text{SO}_2) = 0.15 \text{ моль}$$

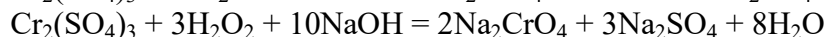
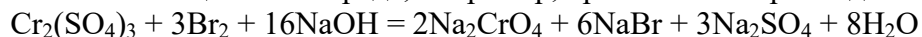
$$m(\text{CaSO}_3) = 0.15 \cdot 120 = 18 \text{ г} - \text{согласуется с условием}$$

Таким образом, **X** –  $\text{SO}_2$

3. Уравнения реакций:



4. Чтобы превратить зеленую соль хрома (III) в желтый хромат, следует провести ее окисление в щелочной среде, например, бромом или пероксидом водорода:

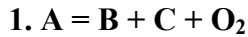


*Примечание:* в качестве верной реакции следует засчитывать реакцию с любым подходящим окислителем в щелочной среде

### Разбалловка

| №  | Элемент ответа  | Баллы                        |
|----|---|------------------------------|
| 1. | Формулы веществ   | $4 \times 1 = 4 \text{ б}$   |
| 2  | Газ <b>X</b>  | <b>1 б</b>                   |
| 3. | Уравнения реакций                                       | $6 \times 0,5 = 3 \text{ б}$ |
| 4. | Способ превращения раствора <b>3</b> в раствор <b>1</b> | <b>2 б</b>                   |
|    | <b>Итого</b>  | <b>10 баллов</b>             |

## Задача №10-2



Из условия задачи можно предположить, что соль **A** состоит из калия, кислорода и неизвестного металла.

Если  $\omega(O) = 40,51\%$ , то  $\omega(\text{металлов}) = 100 - 40,51 = 59,49\%$ .

Вещество **C** – это оксид неизвестного металла.

В оксиде **C**  $\omega(Me) = 59,49 + 8,02 - 4,29 = 63,22\%$ ,

учитывая изменение массовой доли металлов, массовая доля кислорода будет равна  $100 - \omega(\text{металлов})$ .  $\omega(O) = 36,78\%$

**C** -  $Me_xO_y$

$$x:y = \frac{63,22}{A(Me)} : \frac{36,78}{16} = \frac{63,22}{A(Me)} : 2,299$$

$$A(Me) = \frac{63,22x}{2,299} = 27,5y$$

$y = 1$ ,  $A(Me) = 27,5$  – Алюминий – не подходит;

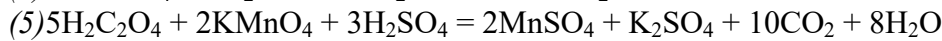
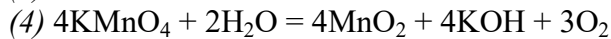
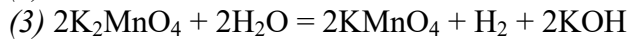
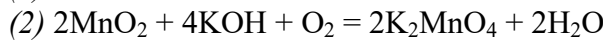
$y = 2$ ,  $A(Me) = 55$  – Марганец – **C** – **MnO<sub>2</sub>**

Соединения **A**, **B**, **C** – соединения марганца.

В соединении **A** – **KMnO<sub>4</sub>**;  $\omega(\text{металлов}) = 59,49\%$

**B** – **K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>**;  $\omega(\text{металлов}) = 67,51\%$  (больше **A** на  $8,02\%$ ).

**2. Уравнения реакций:**



**3.  $n(O_2) = \frac{10}{22,4} = 0,446$  моль;**

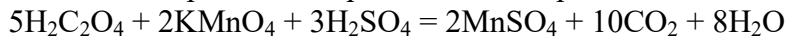
Согласно уравнению (1), количество вещества  $n(KMnO_4) = 0,446 \cdot 2 = 0,892$  моль.

С учетом потерь,  $n(KMnO_4) = 0,892/0,9 = 0,992$  моль;

$m(KMnO_4) = 0,992 \cdot 158 = 156,74$  г;

Масса чистого вещества:  $m_{\text{соли}} = 156,74/0,97 = 161,6$  г.

**4. В основе процесса титрования лежит реакция:**



$n(H_2C_2O_4) = C \cdot V = 0,1 \cdot 0,01 = 0,001$  моль;

$n(KMnO_4) = 0,001 \cdot 2/5 = 0,0004$  моль;

$m(KMnO_4) = n \cdot M = 0,004 \cdot 158 = 0,0632$  г;

$C(KMnO_4) = m/V = 0,0632/0,0044 = 14,36$  г/л.

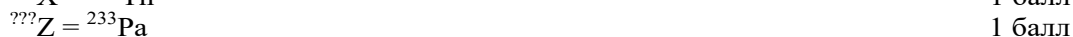
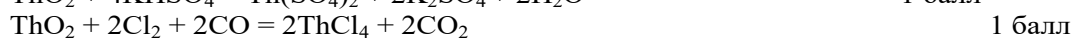
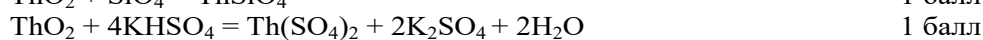
### Разбалловка

| №  | Элемент ответа  | Баллы               |
|----|---|---------------------|
| 1. | Формулы веществ <b>A</b> , <b>B</b> , <b>C</b>                | <b>1 × 3 = 3 б.</b> |
| 2  | Уравнения реакции (1)-(5)                                     | <b>1 × 5 = 5 б.</b> |
| 3. | Расчет массы <b>KMnO<sub>4</sub></b> с учетом выхода продукта | <b>0,5 б.</b>       |
|    | Расчет массы <b>KMnO<sub>4</sub></b> с учетом примесей        | <b>0,5 б.</b>       |
| 4. | Количество вещества <b>KMnO<sub>4</sub></b>                   | <b>0,5 б.</b>       |
|    | Концентрация <b>KMnO<sub>4</sub></b>                          | <b>0,5 б.</b>       |
|    | <b>Итого</b>  | <b>10 баллов</b>    |

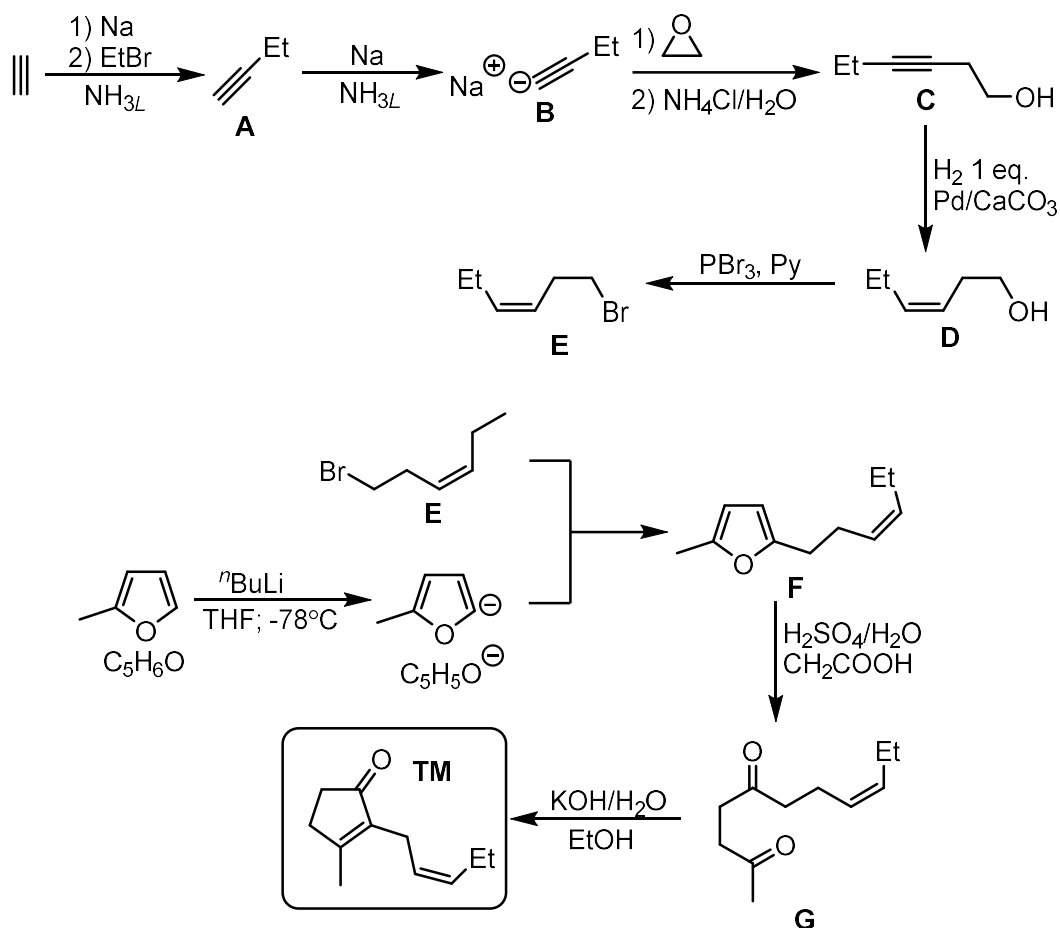
### Задача №10-3

По рисунку – оксид **XO<sub>2</sub>**,  $M = 264$  г/моль, следовательно **X = Th**. 1 балл

(Формулу, см. 11-2)



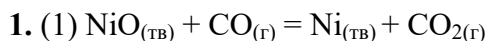
### Задача № 10-4



#### Разбалловка

| №            | Элемент ответа   | Баллы                |
|--------------|--|----------------------|
| 1            | Правильные структурные формулы соединений <b>A, B, C</b> , стартового углеводорода, 2-метилфурана и карбаниона | $0.6 \times 6 = 3.6$ |
| 2            | Правильные структурные формулы ( <i>Z</i> )-изомеров соединений <b>D, E, F, G</b>                              | $0.6 \times 4 = 2.4$ |
|              | Правильные структурные формулы ( <i>E</i> )-изомеров соединений <b>D, E, F, G</b>                              | $0.3 \times 4 = 1.2$ |
| 3            | Структура ( <i>Z</i> )-изомера жасмона   | 3                    |
|              | Структура ( <i>E</i> )-изомера жасмона   | 1.5                  |
| 4            | Указана конфигурация изомера жасмона «( <i>Z</i> )-, допустимо <i>цис</i> -»                                   | 0.5                  |
| 5            | Указан способ осуществления селективного гидрирования<br>«катализатор, допустимо – условия реакции»            | 0.5                  |
| <b>Итого</b> |  | <b>10 баллов</b>     |

### Задача №10-5

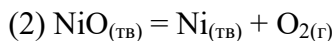


В реакции (1) участвуют 2 газа, тогда выражение для константы равновесия будет иметь вид:

$$K_1 = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}}$$

Если парциальное давление углекислого газа равно 63,2 кПа, то парциальное давление CO будет равно:  $P(\text{CO}) = 101,3 - 63,2 = 38,1$  кПа.

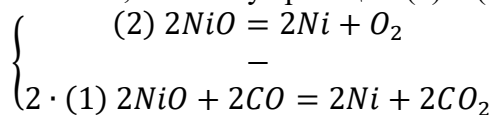
$$K_1 = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{63,2}{38,1} = 1,659$$



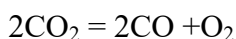
В реакции (2) участвует 1 газ, тогда выражение для константы равновесия будет иметь вид:

$$K_2 = P_{O_2} = 5 \cdot 10^{-1} \text{ кПа}$$

2. Реакцию (3) можно составить, используя реакции (1) и (2):



=



Для расчета константы реакции (3) можно использовать  $K_1$  и  $K_2$ :

$$K_3 = \frac{K_2}{K_1^2} = \frac{5 \cdot 10^{-10}}{1,659^2} = 1,82 \cdot 10^{-1} \text{ кПа}$$

3. Для решения задачи необходимо составить таблицу:

| Давление, кПа                    | CO <sub>2</sub> | CO | O <sub>2</sub> |
|----------------------------------|-----------------|----|----------------|
| $t = 0 \text{ с}$                | 90              | 0  | 0              |
| $t_{\text{в}}$ момент равновесия | 90-3p           | 2p | p              |

$$K_3 = \frac{P_{CO}^2 \cdot P_{O_2}}{P_{CO_2}^2} = \frac{(2p)^2 \cdot p}{(90 - 3p)^2} = 1,82 \cdot 10^{-10}$$

Константа имеет очень низкое значение, значит:  $p \ll 90$  кПа.

$$K_3 = \frac{4p^3}{90^2} = 1,82 \cdot 10^{-10}$$

$$p^3 = 3,69 \cdot 10^{-7} \rightarrow p = 7,17 \cdot 10^{-3} \text{ кПа.}$$

Равновесные значения составят:

$$P(CO_2) = 90 - 3 \cdot 7,17 \cdot 10^{-3} = 89,98 \text{ кПа;}$$

$$P(O_2) = 7,17 \cdot 10^{-3} \text{ кПа;}$$

$$P(CO) = 2 \cdot 7,17 \cdot 10^{-3} = 1,43 \cdot 10^{-2} \text{ кПа.}$$

#### Разбалловка

| №  | Элемент ответа   | Баллы                 |
|----|--|-----------------------|
| 1. | Уравнения реакции (1), (2)                               | <b>0,5 × 2 = 1 б.</b> |
|    | Значение константы реакций (1), (2)                      | <b>1 × 2 = 2 б.</b>   |
| 2  | Выражение константы реакций (3)                          | <b>2 б.</b>           |
|    | Значение константы реакций                               | <b>1 б.</b>           |
| 3. | Составление таблицы равновесного состава для реакции (3) | <b>1 б.</b>           |
|    | Расчет давления продуктов реакции (3)                    | <b>2 б.</b>           |
|    | Равновесный состав реакции (3)                           | <b>1 б.</b>           |
|    | <b>Итого</b>   | <b>10 баллов</b>      |