

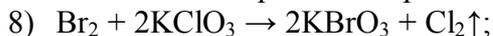
#### 4.2.2. Задания 10 класса

##### Задача № 10-1

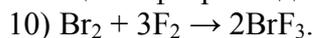
Образующееся по реакциям 1 – 7 вещество является бромом

- 1)  $2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Br}_2 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- 2)  $2\text{KBr} + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Br}_2$ ;
- 3)  $2\text{KBr} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{KOH} + \text{Br}_2$ ;
- 4)  $10\text{KBr} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ ;
- 5)  $2\text{KBrO}_3 + 6\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2\uparrow$ ;
- 6)  $2\text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{KOH} + \text{Br}_2 + 3\text{O}_2\uparrow$ ;
- 7)  $\text{KBrO}_3 + 5\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{KOH} + 3\text{Br}_2$ .

Взаимодействие брома с хлоратом и йодидом калия описывается уравнениями



Реакция с фтором идёт по уравнению



### Разбалловка

Уравнения реакций (1) – (10)

1 · 10 = 10 б.

ИТОГО

10 б.

### Задача № 10-2

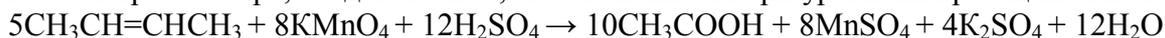
Находим количества веществ:

$$v(\text{C}_4\text{H}_8) = m/M = 2,8 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль};$$

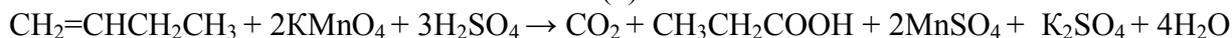
$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = m/M = 0,74 \text{ г} / 74 \text{ г/моль} = 0,01 \text{ моль};$$

$$v(\text{CO}_2) = V/V_m = 0,896 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,04 \text{ моль}.$$

Бутен имеет три изомера, следовательно, можно написать три уравнения реакции окисления:



(1)



(2)



(3)

Из реакции (2):

$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}): v(\text{бутена-1}) = 1:1, v(\text{бутена-1})_{(\text{прореаг.})} = 0,01 \text{ моль};$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}): v(\text{CO}_2) = 1:1, v(\text{CO}_2) = 0,01 \text{ моль};$$

Следовательно,  $v(\text{CO}_2)_{(\text{остав.})} = 0,04 - 0,01 = 0,03 \text{ моль}.$

Из реакции (3):

$$v(\text{CO}_2)_{(\text{остав.})}: v(\text{изобутена}) = 1:1, v(\text{изобутена}) = 0,03 \text{ моль},$$

Следовательно,  $v(\text{бутена})$  на реакцию (1) осталось:

$$0,05 - 0,03 - 0,01 = 0,01 \text{ моль},$$

$$v(\text{CO}_2)_{(\text{остав.})}: v(\text{кетона}) = 1:1, v(\text{кетона}) = 0,03 \text{ моль}.$$

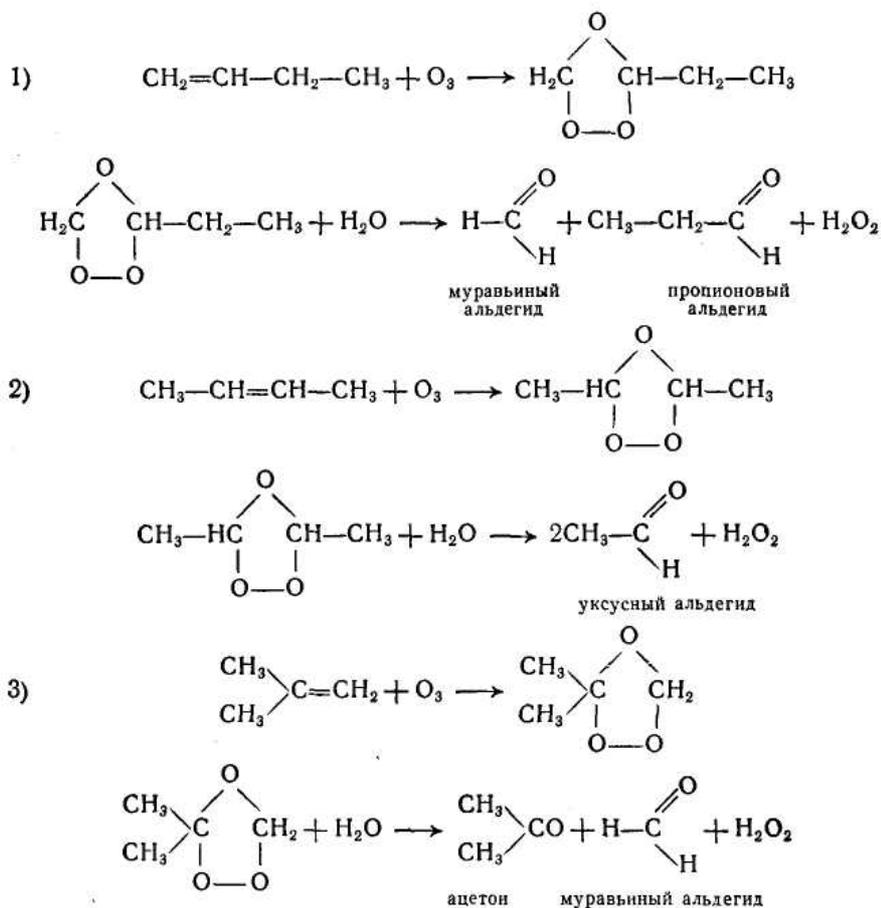
Из реакции (1):

$$v(\text{бутена-2}):v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1:2,$$

$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,02 \text{ моль}.$$

**Ответ:**  $v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,02 \text{ моль}; v(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 0,03 \text{ моль};$  состав смеси: бутен-1-0,01 моль; бутен-2-0,01 моль; изобутен-0,03 моль.

Озонирование изомерных бутенов:



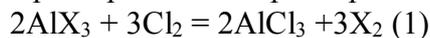
### Разбалловка

Уравнения (1) – (3)	3·1 б. = 3 б.
Определение качественного состава исходной смеси	3·0,5 б. = 1,5 б.
Определение количественного состава исходной смеси	3·0,5 б. = 1,5 б.
Определение качественного состава и количества продуктов окисления бутенов	2·0,5 б. = 1 б.
Продукты гидролиза озонированных производных бутенов (формула и название для каждого изомерного бутена)	3·1 б. = 3 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

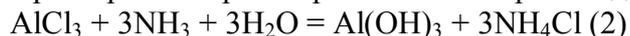
### Задача № 10-3

Так как после обработки обоих растворов хлором и упаривания раствора получился один и тот же кристаллогидрат, то это соединение является гексагидратом хлорида алюминия, а растворы исходных солей могут быть только галогенидами.

При обработке хлором протекает реакция:



При обработке раствором аммиака происходит реакция:



При нагревании  $\text{Al}(\text{OH})_3$  разлагается в соответствии с уравнением:



$$v(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5 v(\text{AlX}_3)$$

$$v_1(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5m/M_1$$

$$v_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5m/M_2$$

$$m_1(\text{Al}_2\text{O}_3)/m_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = v_1(\text{Al}_2\text{O}_3)/v_2(\text{Al}_2\text{O}_3) = M_2/M_1 = 2$$

Галогенид	AlCl <sub>3</sub>	AlBr <sub>3</sub>	AlI <sub>3</sub>	1	2	M <sub>2</sub> / M <sub>1</sub>
Мол. масса	133,5	266,7	408	AlCl <sub>3</sub>	AlBr <sub>3</sub>	2
				AlBr <sub>3</sub>	AlI <sub>3</sub>	1,52
				AlCl <sub>3</sub>	AlI <sub>3</sub>	3

В первом растворе находится соль AlCl<sub>3</sub>, во втором - AlBr<sub>3</sub>.

Взяли 100 г раствора обеих солей, следовательно,  $m(\text{AlCl}_3) = m(\text{AlBr}_3) = 5(\text{г})$ .

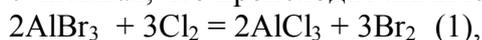
$$v(\text{AlCl}_3) = 5/133,5 = 0,0374 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{AlBr}_3) = 5/266,7 = 0,0187 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{Cl}_2)_{\text{н.у.}} = 1 \cdot 293/273 = 1,073 \text{ (л)}$$

$$v(\text{Cl}_2) = 1,073/22,4 = 0,0479 \text{ (моль)}$$

Учитывая, что происходит химическая реакция:



можно утверждать, что Cl<sub>2</sub> находится в избытке.

$$v(\text{AlCl}_3) = v_1(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,0374 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{AlBr}_3) = v_2(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,0187 \text{ (моль)}$$

$$m_1(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 9,03 \text{ г}$$

$$m_2(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 4,52 \text{ г}$$

### Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (3)

3·1 б. = 3 б.

Вывод о том, что исходные соли – галогениды

0,5 б.

Расчет соотношения молярных масс исходных солей

2 б.

Определение исходных солей

2·1 б. = 2 б.

Расчет количества хлора при н.у.

0,5 б.

Расчет массы полученных кристаллогидратов

2·1 б. = 2 б.

ИТОГО

10 б.

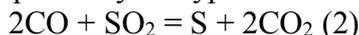
### Задача № 10-4

1. Углерод образует два оксида: CO и CO<sub>2</sub>. Несолеобразующим является оксид углерода (II).

При сжигании пирита образуется диоксид серы:



Желтый порошок, скорее всего, сера. Получим уравнение:



#### 2. Способ 1

Теплота заданной реакции вычисляется по формуле:

$$Q = 2Q(\text{CO}_2) - Q(\text{SO}_2) - 2Q(\text{CO})$$

Из уравнения реакции (1) мы знаем  $Q(\text{CO}_2) = 393,5$  кДж/моль

Из уравнения реакции (2) вычисляем теплоту образования CO:

$$Q(\text{CO}) = (2Q(\text{CO}_2) - 566,0)/2 = (2 \cdot 393,5 - 566,0)/2 = 110,5 \text{ кДж/моль}$$

Из уравнения (3) находим теплоту образования NO:

$$Q(\text{NO}) = -180,8/2 = -90,4 \text{ кДж/моль}$$

Из уравнения реакции (5) вычисляем  $Q(\text{NO}_2)$ :

$$Q(\text{NO}_2) = (113 + 2Q(\text{NO}))/2 = (113 - 2 \cdot 90,4)/2 = -33,9 \text{ кДж/моль}$$

Из реакции (6) находим:

$$Q(\text{SO}_3) = 790,4/2 = 395,2 \text{ кДж/моль}$$

Используя реакцию (4) вычисляем  $Q(\text{SO}_2)$ :

$$Q(\text{SO}_2) = Q(\text{SO}_3) + Q(\text{NO}) - Q(\text{NO}_2) - 41,8 = 395,2 - 90,4 + 33,9 - 41,8 = 296,9 \text{ кДж/моль}$$

Теперь вычисляем тепловой эффект заданной реакции:

$$Q = 2 \cdot 393,5 - 296,9 - 2 \cdot 110,5 = 269,1 \text{ кДж}$$

*Способ 2*

Комбинируем реакции. Суммарную реакцию  $2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S} + 2\text{CO}_2$  получаем как:

$$(2)+(4) + 1/2 (5) - 1/2(6):$$

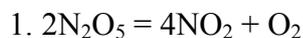


$$\text{Соответственно } Q = Q_2 + Q_4 + Q_5/2 - Q_6/2 = 566,0 + 41,8 + 113/2 - 790,4/2 = 269,1$$

3. Оксид углерода (II) образуется при неполном сгорании угля, например при недостатке воздуха:  $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$

**Разбалловка**

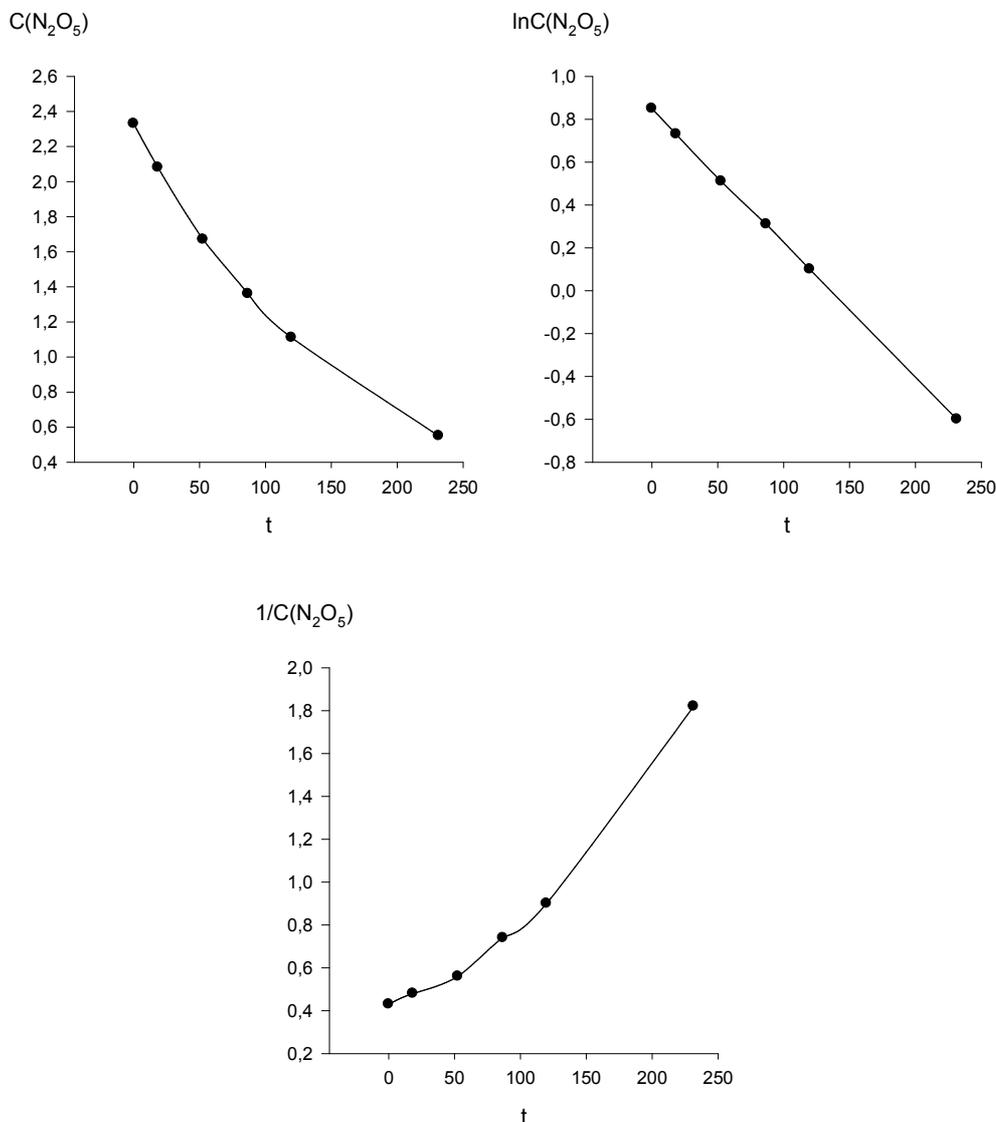
Написание уравнений (1) и (2)	2·1 б. = 2 б.
Вычисление Q реакции <i>способом 1</i> (за вычисление Q(CO <sub>2</sub> ), Q(CO), Q(SO <sub>2</sub> ), Q реакции по 1 баллу)	4 б.
Вычисление Q реакции по <i>способу 2</i> (либо другому, не требующему вычисления теплот образования веществ)	7 б.
Написание уравнения получения CO	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

**Задача № 10-5****Решение**

2. Удобно, в данном случае, использовать графический метод. Так, реакция имеет нулевой порядок при условии, что концентрация  $\text{N}_2\text{O}_5$  не зависит от времени. Первый порядок соответствует линейной зависимости в координатах  $\ln C(\text{N}_2\text{O}_5) = f(t)$ , второй порядок –  $1/C(\text{N}_2\text{O}_5) = f(t)$ . Для построения графиков дополняем таблицу логарифмическими значениями концентрации  $\text{N}_2\text{O}_5$

τ, час	0	18,4	52,6	86,7	119,8	231,5
C (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,33	2,08	1,67	1,36	1,11	0,55
lnC (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,85	0,73	0,51	0,31	0,10	-0,60
1/C(N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,43	0,48	0,56	0,74	0,9	1,82

и строим графики в указанных координатах:



Из графика видно, что прямолинейная зависимость наблюдается в координатах  $\ln C(N_2O_5) = f(t)$ , что соответствует первому порядку. Значит, реакция разложения азотного ангидрида является реакцией первого порядка.

3. Периодом полураспада (полупревращения) называют время  $t_{1/2}$ , за которое в ходе реакции реагирует половина вещества. Для реакции первого порядка оно не зависит от концентрации исходного вещества и вычисляется как

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1}.$$

Для нахождения периода полураспада необходимо найти константу скорости реакции первого порядка ( $k_1$ ), которая равна

$$k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}.$$

Подставим данные, указанные в условии задачи, в формулы. Получаем:

$$k_1 = \frac{1}{18.4} \ln \frac{2.88}{2.08} = 6.168 \cdot 10^{-3} \text{ час}^{-1},$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{6.168 \cdot 10^{-3}} = 112.3 \text{ часа}.$$

4. Степень превращения ( $x$ ) – это доля прореагировавшего вещества в %. Т.к. реакция первого порядка, то  $k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C_0 - x}$ . Нам надо найти  $x$ .  $C_0$  – это концентрация в начальный момент времени и составляет 100%. По условию задачи (п.3) известны  $k_1 = 0,002 \text{ мин}^{-1}$  и  $t = 2$  часа или 120 мин. Подставляем все данные в формулу

$0,002 = \frac{1}{120} \ln \frac{1}{1-x}$ , выражаем  $x$  и получаем, что  $x=0,213$  или  $21,3\%$ .

5. Имеющиеся данные подставляем в формулу из приложения  $E_a = \frac{R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_2}{k_1}$ , предварительно выразив  $k_2$ :

$$\ln k_2 = \ln k_1 + \frac{E_a \cdot (T_2 - T_1)}{R \cdot T_1 \cdot T_2}$$

Главное перевести  $kJ/mol$  в  $J/mol$ .

$$\ln k_2 = \ln(2,03 \cdot 10^{-3}) + \frac{103,5 \cdot 10^3 \cdot (288 - 298)}{8,314 \cdot 298 \cdot 288}$$

$$k_2 = e^{-4,75} = 8,66 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$$

#### Разбалловка

Написание уравнения реакции (п.1)	1 б.
Определение порядка реакции (п.2)	3 б.
Расчет периода полураспада (п.3)	2 б.
Расчет степени превращения (п.4)	2 б.
Вычисление константы скорости реакции (п.5)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>