

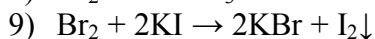
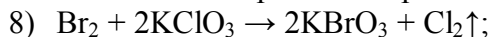
4.2.2. Задания 10 класса

Задача № 10-1

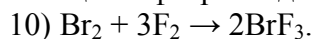
Образующееся по реакциям 1 – 7 вещество является бромом

- 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

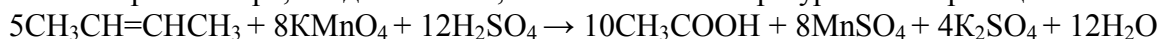
Находим количества веществ:

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

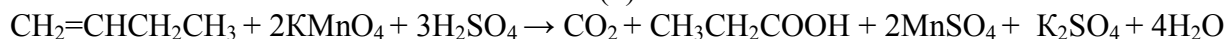
$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = m/M = 0,74 \text{ г} / 74 \text{ г/моль} = 0,01 \text{ моль};$$

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

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:

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

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

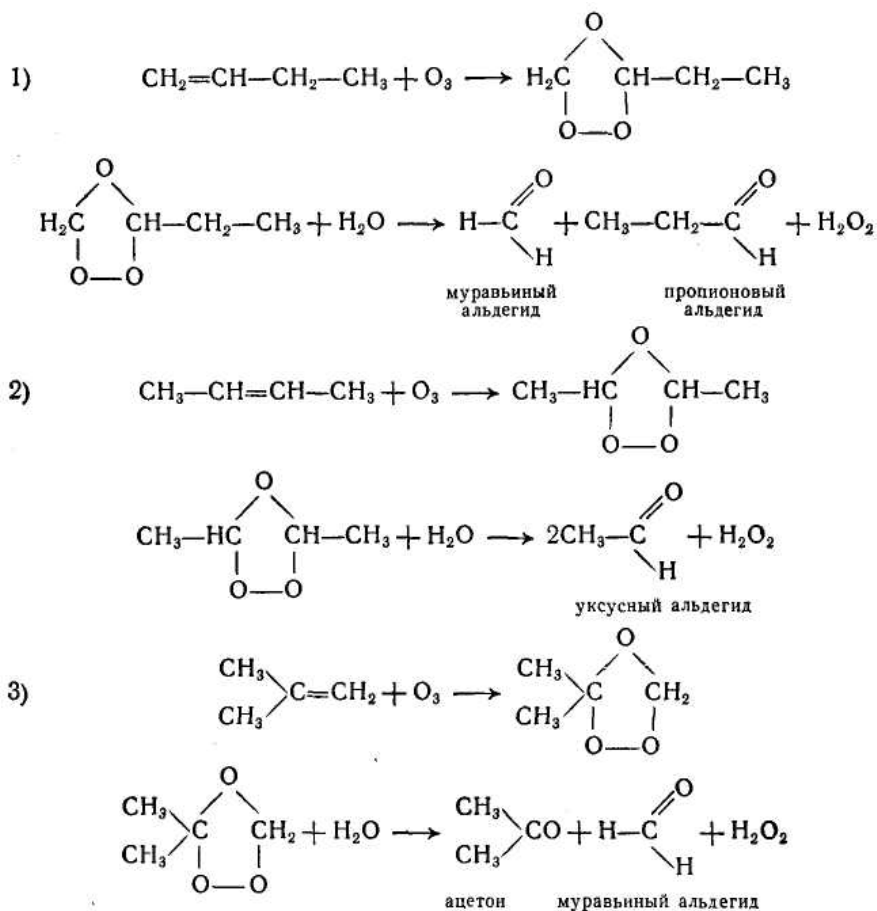
Из реакции (1):

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

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

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:



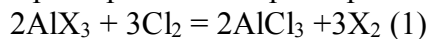
Разбалловка

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.
ИТОГО	10 б.

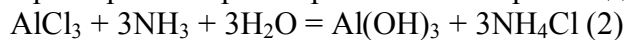
Задача № 10-3

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

В первом растворе находится соль AlCl₃, во втором - AlBr₃.

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

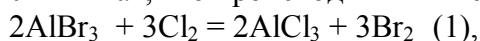
$$v(\text{AlCl}_3) = 5/133,5 = 0,0374 \text{ (моль)}$$

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

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

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

Учитывая, что происходит химическая реакция:



можно утверждать, что Cl₂ 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.

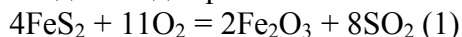
ИТОГО

10 б.

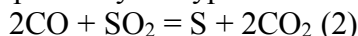
Задача № 10-4

1. Углерод образует два оксида: CO и CO₂. 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 $Q(\text{CO}_2) = 393,5 \text{ кДж/моль}$

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:

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

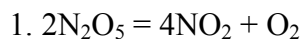


$$\text{Соответственно } Q = Q_2 + Q_4 + Q_5/2 - Q_6/2 = 566,0 + 41,8 + 113/2 - 790,4/2 = 269,1$$

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

Разбалловка

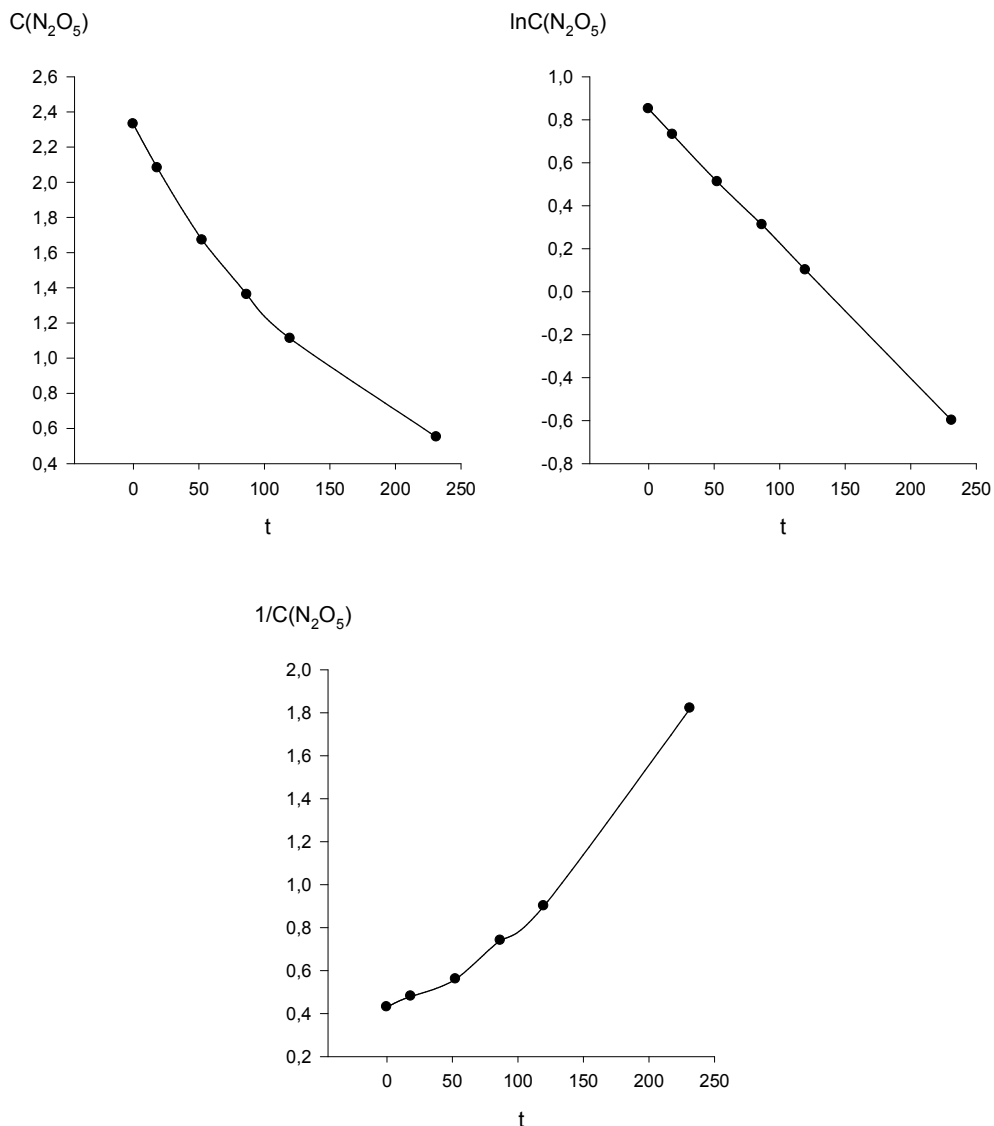
Написание уравнений (1) и (2)	2·1 б. = 2 б.
Вычисление Q реакции <i>способом 1</i> (за вычисление $Q(\text{CO}_2)$, $Q(\text{CO})$, $Q(\text{SO}_2)$, Q реакции по 1 баллу)	4 б.
Вычисление Q реакции по <i>способу 2</i> (либо другому, не требующему вычисления теплот образования веществ)	7 б.
Написание уравнения получения CO	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-5**Решение**

2. Удобно, в данном случае, использовать графический метод. Так, реакция имеет нулевой порядок при условии, что концентрация N_2O_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 N_2O_5

τ , час	0	18,4	52,6	86,7	119,8	231,5
$C(\text{N}_2\text{O}_5)$	2,33	2,08	1,67	1,36	1,11	0,55
$\ln C(\text{N}_2\text{O}_5)$	0,85	0,73	0,51	0,31	0,10	-0,60
$1/C(\text{N}_2\text{O}_5)$	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.
ИТОГО	10 б.