



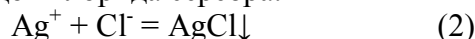
4.2.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1

Соль **A1**, обладающая окислительными свойствами при существовании соединений с двумя степенями окисления FeCl_3 .



Анионы у всех солей – хлорид ионы, поскольку при взаимодействии с нитратом серебра образуется творожистый осадок хлорида серебра:



Металл **B**, имеющий также две степени окисления в обычных соединениях, с неокрашенной солью в низшей степени солями – медь

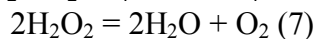
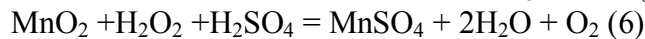
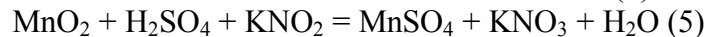
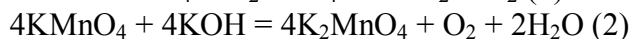
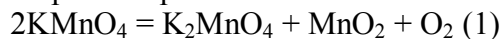


Разбалловка

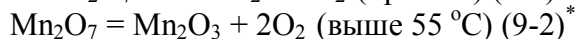
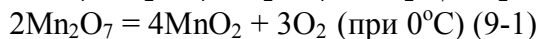
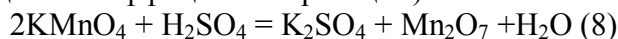
Определение металлов А и В	2·1 б. = 2 б.
Уравнения реакций (1), (2), (4)	3·1 б. = 3 б.
Уравнения реакций (3), (5)	2·1,5 б. = 3 б.
Уравнение реакции (6)	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-2

Веществом **A** является перманганат калия, именно он обладает данным окрашиванием и вступает в большое количество разнообразных окислительно-восстановительных реакций.



MnO_2 в реакции (7) является катализатором. Больше кислорода выделяется при подкислении пероксида водорода (судя по коэффициентам реакции).



Выделение газа наблюдается в реакциях (1), (2) и (4). Этот газ – кислород.

Используем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = nRT$$

При $n = 1$ моль получим:

$$pV_M = RT$$

$$V_M = RT/p$$

Приведем температуру и давление к термодинамическим единицам измерения:

$$T = 40 + 273 = 313 \text{ К}$$

$$p = 800 \cdot 101325 / 760 = 106658 \text{ Па}$$

$$V_M = 8,314 \cdot 313 / 106658 = 0,0244 \text{ м}^3 = 24,4 \text{ л}$$

Найдем количество перманганата калия вступившего в реакцию:

$$n(KMnO_4) = 39,5 / 158 = 0,25 \text{ моль}$$

В уравнении (1):

$$n(O_2) = n(KMnO_4) / 2 = 0,125 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = 0,125 \cdot 24,4 = 3,05 \text{ л}$$

В уравнении (2):

$$n(O_2) = n(KMnO_4) / 4 = 0,063 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = 0,063 \cdot 24,4 = 1,54 \text{ л}$$

В уравнении (4):

$$n(O_2) = 3 \cdot n(KMnO_4) / 4 = 0,19 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = 0,19 \cdot 24,4 = 4,64 \text{ л}$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (6)	6 · 0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений (7) – (9)	3 · 1 б. = 3 б.
Расчет объема кислорода в реакциях (1), (2), (3)	3 · 1 б. = 3 б.
Оптимизация процесса расчета**	1 б.
ИТОГО	10 б.

* В 1 балл оценивается любое из двух приведенных уравнений.

** Под оптимизацией понимается ход решения, который сокращает количество повторяющихся действий. В приведенном решении использование молярного объема кислорода при заданных условиях позволяет сократить вычисления, связанные с переводом объема кислорода из нормальных условий в заданные.

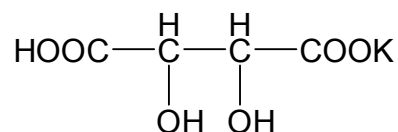
Возможны варианты путей оптимизации.

Задача №11-3

1. Так как соль **A** окрашивает пламя в желтый цвет, можно предположить, что это натриевая соль
2. Газ **B** является углекислым газом CO_2 , что соответствует приведённой в условии его молярной массе 44 г/моль.
3. Количество углекислого газа равно $v(CO_2) = 0,448 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,02 \text{ моль}$ ($448 \text{ см}^3 = 0,448 \text{ л}$).
4. Так соли **A** и **B** взяты в эквимолекулярном количестве предположим, что количество CO_2 равно количеству каждой соли. $v(CO_2) = v(A) = v(B)$.
5. Таким образом, одной из солей будет являться соль угольной кислоты (карбонат или гидрокарбонат). Если соль карбонат натрия, $M(Na_2CO_3) = 106 \text{ г/моль}$, тогда $m(Na_2CO_3) = 106$

г/моль · 0,02 моль = 2,12 г. Если соль гидрокарбонатом натрия, $M(\text{NaHCO}_3) = 84$ г/моль, $m(\text{NaHCO}_3) = 84$ г/моль · 0,02 моль = 1,68 г, что соответствует условию задачи. Соль **А** – гидрокарбонат натрия NaHCO_3 .

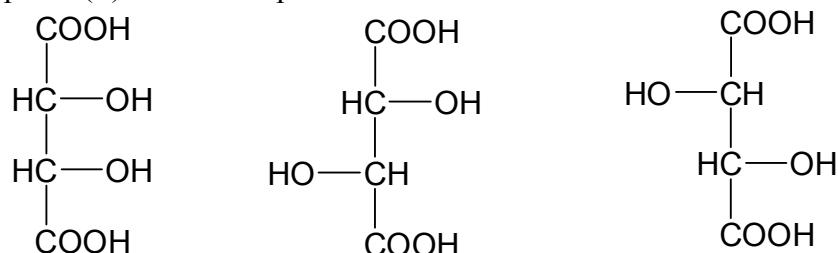
6. Определим соль **Б**. Название соли «винный камень» соответствует кислой калиевой соли винной кислоты.



$M(\text{соли Б}) = 3,76 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 188 \text{ г/моль}$, то есть удовлетворяет условию задачи.

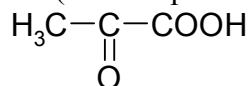
7. Вещество **Д** – винная кислота (2,3-дигидроксипропановая кислота)

Известны три стереоизомерные формы винной кислоты: *мезо*-форма (мезовинная кислота), D-(-)-энантиомер и L-(+)-энантиомер:

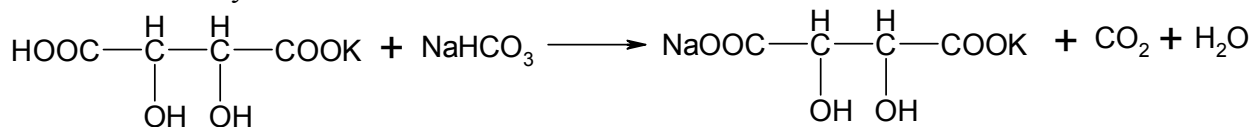


Мезовинная кислота L-(+)-энантиомер D-(-)-энантиомер

8. Кислота **Е** – пировиноградная кислота (2-оксопропановая кислота).



9. Реакция между солями **А** и **Б**



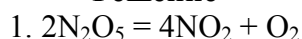
$m(\text{безводной соли Г}) = 5,64 \text{ г} \times (1 - 0,2553) = 4,2 \text{ г}$, тогда $M(\text{соли Г}) = 4,2 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 210$ г/моль, что соответствует тартрату калия-натрия

Разбалловка

Установление соединений А – Е	1·1 б. = 6 б.
Реакция между А и Б	1 б.
Сtereoизомеры соединения Д	3·1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-4

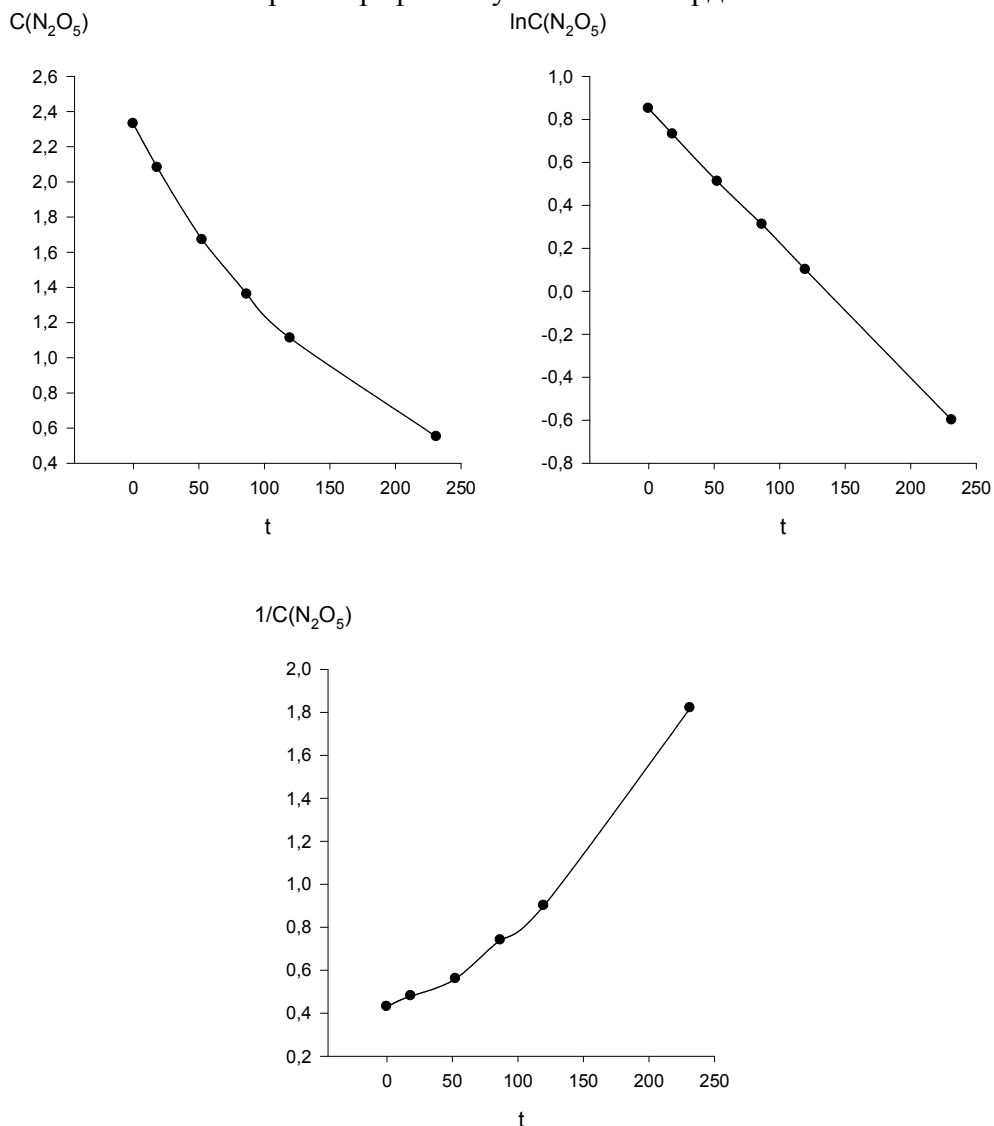
Решение



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

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

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 *кДж* в *Дж*.

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

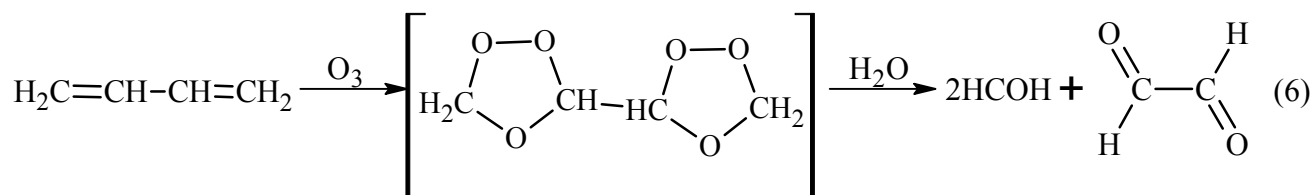
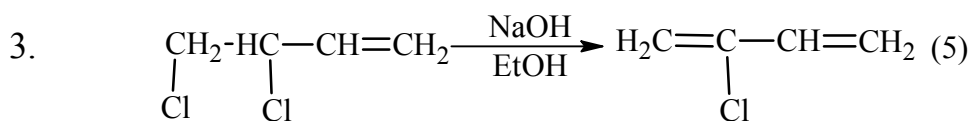
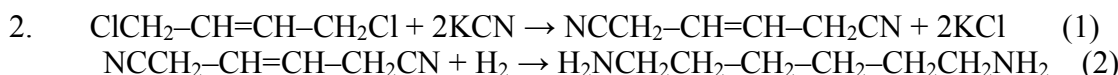
$$k_2 = e^{-4,75} = 8,66 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$$

Разбалловка

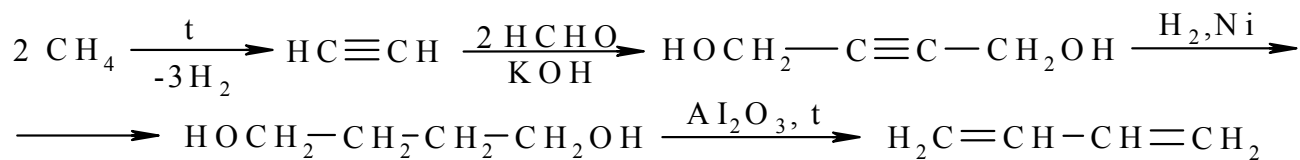
Написание уравнения реакции (п.1)	1 б.
Определение порядка реакции (п.2)	3 б.
Расчет периода полураспада (п.3)	2 б.
Расчет степени превращения (п.4)	2 б.
Вычисление константы скорости реакции (п.5)	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

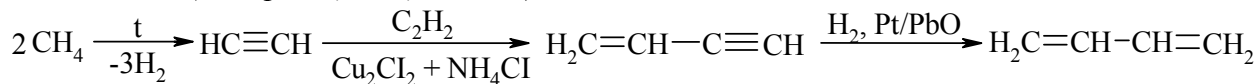
- | | | |
|----|--|----------------------|
| 1. | А: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ | бутадиен-1,3 |
| | Б: $\text{ClCH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ | 1,4-дихлорбутен-2 |
| | В: $\text{ClCH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$ | 3,4-дихлорбутен-1 |
| | Г: $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ | гександиовая кислота |
| | Д: $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ | 1,6-гександиамин |
| | Е: $\text{H}_2\text{C}=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$ | 2-хлорбутадиен-1,3 |



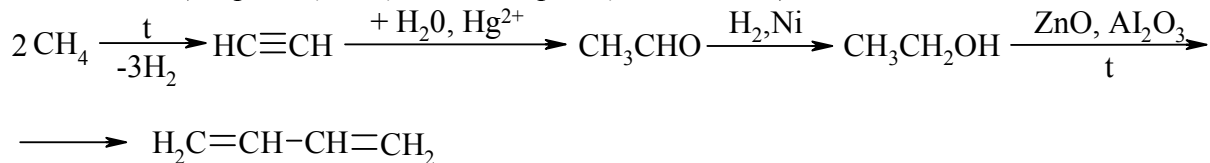
4. Способ 1 (формулирование ацетилена)



Способ 2 (димеризация ацетилена)



Способ 3 (гидратация ацетилена и реакция Лебедева)



Разбалловка

Структурные формулы соединений А – Е	6·0,5 б. = 3 б.
Структурные формулы соединений А – Е	6·0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений (1) – (6)	6·0,5 б. = 3 б.
Способ получения А	1 б.
ИТОГО	10 б.