

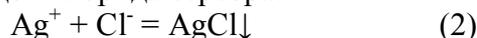
### 4.2.3. Задания 11 класса

#### Задача № 11-1

Соль **A1**, обладающая окислительными свойствами при существовании соединений с двумя степенями окисления  $\text{FeCl}_3$ .



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)

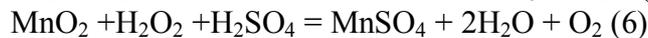
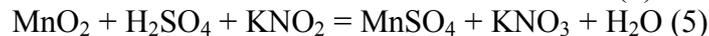
2 б.

ИТОГО

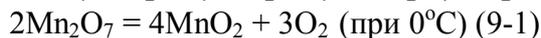
10 б.

#### 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.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\* 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.

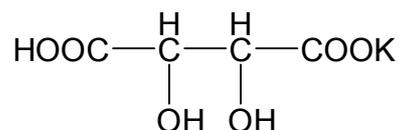
Возможны варианты путей оптимизации.

### 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 **A** – гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$ .

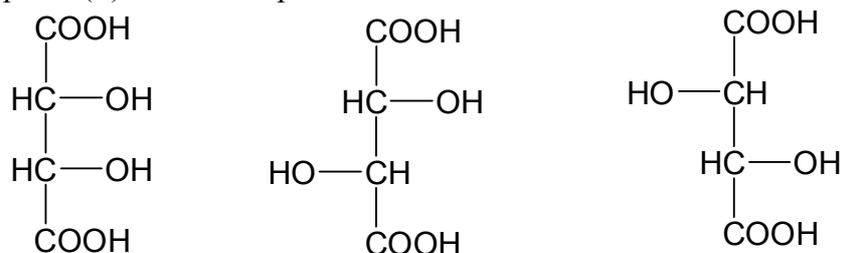
6. Определим соль **B**. Название соли «винный камень» соответствует кислой калиевой соли винной кислоты.



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

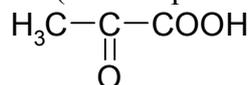
7. Вещество **D** – винная кислота (2,3-дигидроксипутандиовая кислота)

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

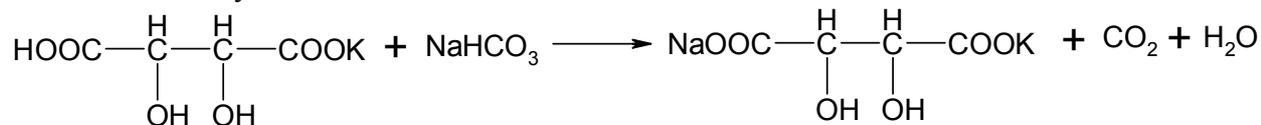


Мезовинная кислота      L-(+)-энантиомер      D-(-)-энантиомер

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



9. Реакция между солями **A** и **B**



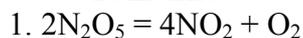
$m(\text{безводной соли G}) = 5,64 \text{ г} \times (1 - 0,2553) = 4,2 \text{ г}$ , тогда  $M(\text{соли G}) = 4,2 \text{ г} / 0,02 \text{ моль} = 210$  г/моль, что соответствует тартрату калия-натрия

### 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.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача № 11-4

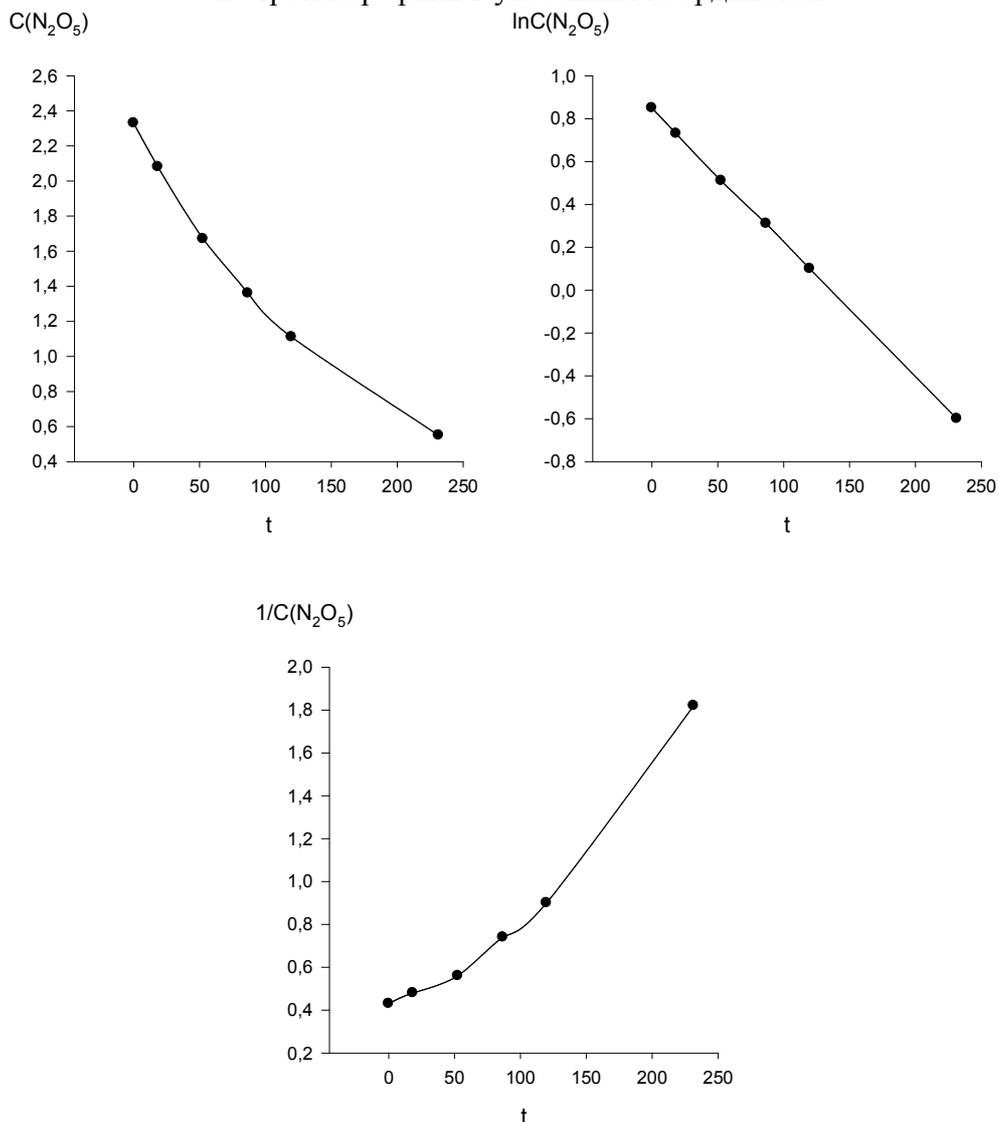
#### Решение



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  $\text{N}_2\text{O}_5$

$\tau$ , 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*.

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

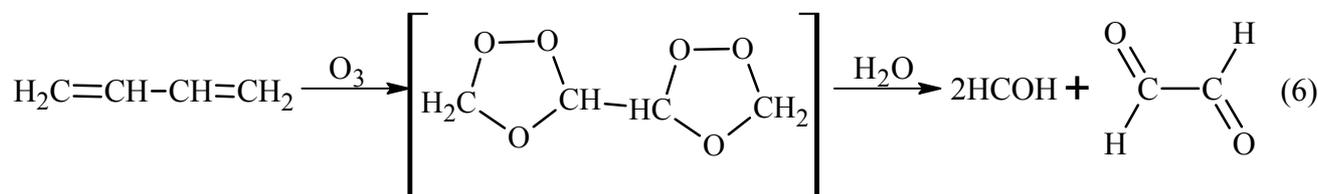
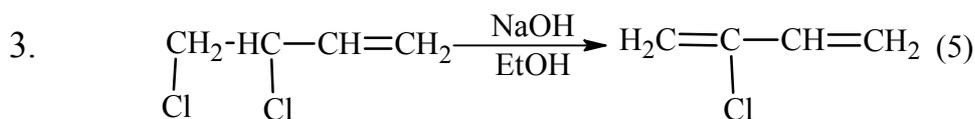
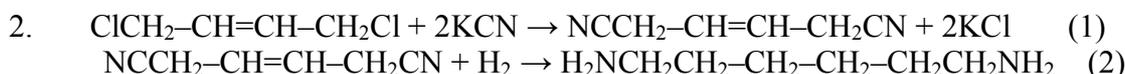
$$k_2 = e^{-4,75} = 8,66 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$$

### Разбалловка

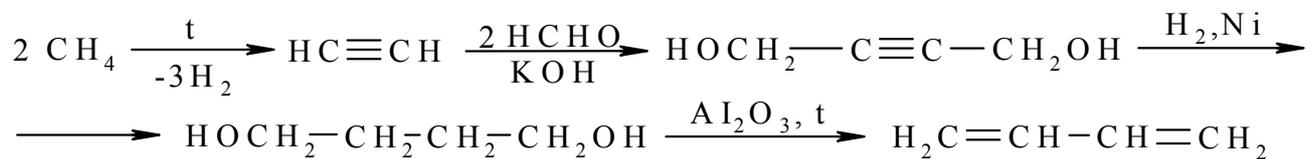
Написание уравнения реакции (п.1)	1 б.
Определение порядка реакции (п.2)	3 б.
Расчет периода полураспада (п.3)	2 б.
Расчет степени превращения (п.4)	2 б.
Вычисление константы скорости реакции (п.5)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №11-5

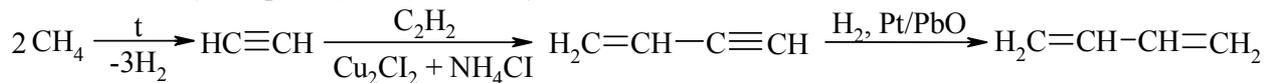
- |    |  |                      |
|----|--|----------------------|
| 1. | <b>А:</b> $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$     | бутадиен-1,3         |
|    | <b>Б:</b> $\text{ClCH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ | 1,4-дихлорбутен-2    |
|    | <b>В:</b> $\text{ClCH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$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



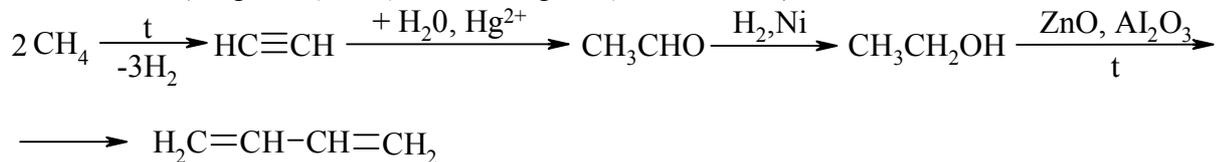
4. Способ 1 (формулирование ацетилена)



*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.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>