

Всероссийская олимпиада школьников 2025-2026 учебный год
Муниципальный этап
Химия
11 класс

Теоретический тур
Продолжительность – 240 минут
Максимальный балл – 100

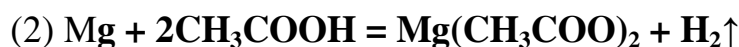
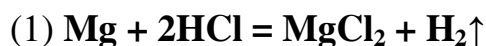
Ключи, критерии оценивания заданий

Задача 1.

В 100 г раствора, в котором массовые доли хлороводорода и уксусной кислоты равны по 5,00%, растворили магний, при этом выделился водород объемом 1,792 л (н.у.). Вычислите массовые доли солей в образовавшемся растворе.

20 баллов

Решение



После реакции в растворе будут находиться соли **MgCl₂** и **Mg(CH₃COO)₂**

(2б.)

Так как массовые доли хлороводорода и уксусной кислоты равны, то и массы их будут равны

$$m(\text{HCl}) = m(\text{CH}_3\text{COOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ г}$$

$$\nu(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}) = 5 / 36,5 = 0,137 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{CH}_3\text{COOH}) / M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 5 / 60 = 0,0685 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2)_{\text{общее}} = V / V_{\text{M}} = 1,792 / 22,4 = 0,08 \text{ моль} \quad \textbf{(4б.)}$$

По 1-ой реакции

$$\nu(\text{H}_2)_1 = 0,5 \cdot \nu(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 0,137 = 0,0685 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Mg})_1 = 0,5 \cdot \nu(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 0,137 = 0,0685 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{MgCl}_2) = 0,5 \cdot \nu(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 0,137 = 0,0685 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = \nu(\text{MgCl}_2) \cdot M(\text{MgCl}_2) = 0,0685 \cdot 95 = 6,5075 \approx 6,5 \text{ г}$$

(46.)

По 2-ой реакции

$$\nu(\text{H}_2)_2 = \nu(\text{H}_2)_{\text{общее}} - \nu(\text{H}_2)_1 = 0,08 - 0,0685 = 0,0115 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Mg})_2 = \nu(\text{H}_2)_2 = 0,0115 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = \nu(\text{H}_2)_2 = 0,0115 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = \nu(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) \cdot M(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = 0,0115 \cdot 142 = 1,633 \text{ г}$$

(46.)

Масса образовавшегося раствора

$$m_{\text{р-ра образ.}} = m_{\text{р-ра исх.}} + m(\text{Mg}) - m(\text{H}_2)$$

$$\nu(\text{Mg})_{\text{общ}} = \nu(\text{Mg})_1 + \nu(\text{Mg})_2 = 0,0685 + 0,0115 = 0,08 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}) = \nu(\text{Mg})_{\text{общ}} \cdot M(\text{Mg}) = 0,08 \cdot 24 = 1,92 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2)_{\text{общее}} \cdot M(\text{H}_2) = 0,08 \cdot 2 = 0,16 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра образ.}} = 100 + 1,92 - 0,16 = 101,76 \text{ г}$$

$$\omega(\text{MgCl}_2) = m(\text{MgCl}_2) / m_{\text{р-ра образ.}} = 6,5 / 101,76 = 0,0639 \text{ или } 6,39\%$$

$$\omega(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = m(\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2) / m_{\text{р-ра образ.}} = 1,633 / 101,76 = 0,0160 \text{ или } 1,60\%$$

(66.)

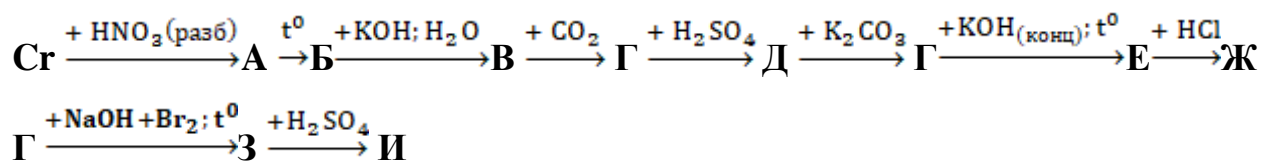
20 баллов

Задача 2.

Хром – металл голубовато-белого цвета, в переводе с греческого означает «краска, цвет» из-за разнообразия окраски его соединений.

Определите реагенты А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К в приведенной схеме и подтвердите все переходы уравнениями химических реакций.

Укажите цвет соединений или растворов соединений хрома.

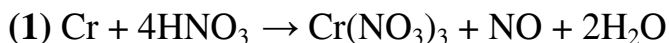


20 баллов

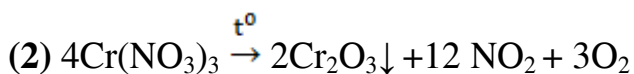
Решение.

Для большинства соединений, содержащих хром со степенью окисления (+3) характерна окраска зеленых оттенков.

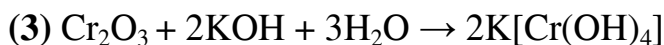
Для соединений, содержащих хром со степенью окисления (+6) характерна разная окраска: хроматы имеют желтую окраску, а дихроматы имеют оранжевую окраску.



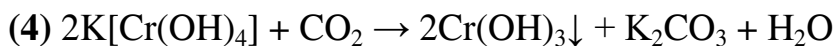
A – $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, твердый –зеленого цвета, в растворе либо зеленого, либо фиолетового цвета, либо зелено-фиолетовый (26.)



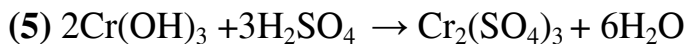
B – Cr_2O_3 , зеленого цвета (иногда серо-зеленого) (26.)



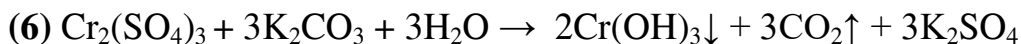
B – $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$, раствор зеленого цвета (26.)



Г – $\text{Cr}(\text{OH})_3$, серо-зеленого цвета (26.)



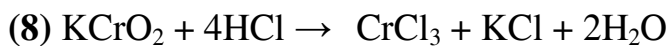
Д – $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, твердый – фиолетово-красного цвета, в растворе либо зеленого, либо фиолетового цвета, либо зелено-фиолетовый (26.)



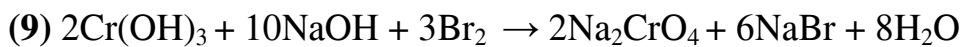
Г – $\text{Cr}(\text{OH})_3$, серо-зеленого цвета (26.)



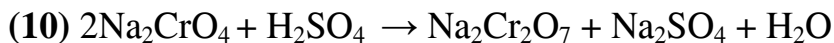
Е – KCrO_2 , твердое вещество зеленого цвета (иногда темно-коричневое) (26.)



Ж – CrCl_3 , твердый – фиолетового цвета, в растворе темно-зеленого цвета (26.)



З – Na_2CrO_4 , желтого цвета (26.)



И – $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, оранжевого цвета

(26.)

20 баллов

Задача 3.

Органическое вещество **A** содержит по массе 4,46% водорода, 42,86% кислорода и 20,54% натрия.

Вещество **A** образуется при действии раствора щелочи на вещество **B**.

1 моль вещества **B** может прореагировать с 2 моль натрия, но с 1 моль гидроксида натрия и 1 моль гидрокарбоната натрия.

Вещество **B** участвует в процессе жизнедеятельности.

Установите молекулярную формулу вещества **A**.

Составьте структурные формулы веществ **A** и **B**.

Напишите уравнения реакций (используйте структурные формулы органических веществ):

- а) получения вещества **A** при действии щелочи на вещество **B**;
- б) взаимодействие вещества **B** с натрием;
- в) взаимодействие вещества **B** с гидрокарбонатом натрия.

20 баллов

Решение

1) Масса элемента в веществе: $m(\text{элемента}) = m(\text{вещества}) \cdot \omega(\text{элемента})$.

Пусть масса образца вещества **A** равна 100 г, тогда

$$m(\text{H}) = 100 \cdot 0,0446 = 4,46 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 100 \cdot 0,4286 = 42,86 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}) = 100 \cdot 0,2054 = 20,52 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = m(\text{образца}) - m(\text{H}) - m(\text{O}) - m(\text{Na}) = 100 - 4,46 - 42,86 - 20,52 = 32,14 \text{ г}$$

(36.)

2) Количество моль каждого элемента: $\nu(\text{эл.}) = m(\text{эл.})/M(\text{эл.})$

$$\nu(\text{H}) = 4,46/1 = 4,46 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{O}) = 42,86/16 = 2,679 \approx 2,68 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}) = 20,54/23 = 0,8930 \approx 0,89 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}) = 32,14/12 = 2,678 \approx 2,68 \text{ моль} \quad (36.)$$

3) Находим молекулярную формулу вещества **A**: $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Na}_f$

$$\begin{aligned} x : y : z : f &= \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{Na}) = 2,68 : 4,46 : 2,68 : 0,89 = \\ &= (2,68/0,89) : (4,46/0,89) : (2,68/0,89) : (0,89/0,89) = \\ &= 3 : 5 : 3 : 1 \end{aligned}$$

$$\text{Молекулярная формула} - \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3\text{Na} \quad (36.)$$

4) Так как вещество **A** образуется при взаимодействии вещества **B** со щелочью, то вещество **B** – кислота.

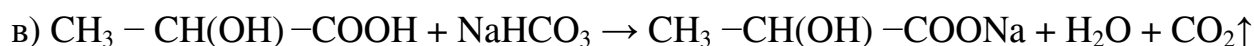
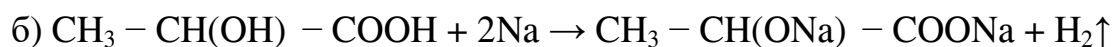
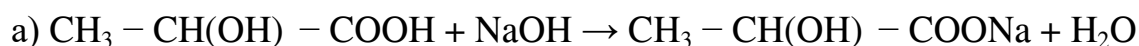
Так как **B** реагирует с 2 моль натрия, то **B** – гидроксикислота.

Так как **B** участвует в процессе жизнедеятельности, то **B** – молочная кислота (2-гидроксипропановая кислота).

Структурная формула вещества **B**: $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$

$$\text{A: } \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COONa} \quad (56.)$$

5) Уравнения реакций:

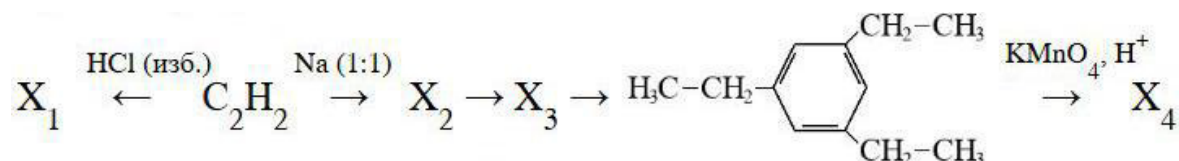


(66.)

20 баллов

Задача 4.

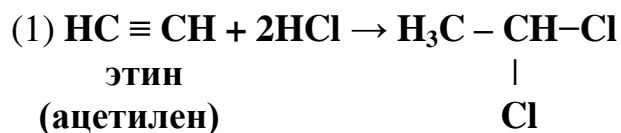
Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



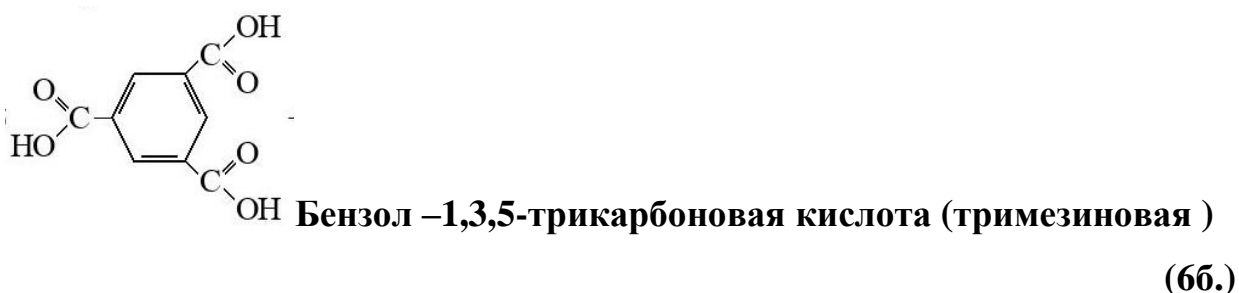
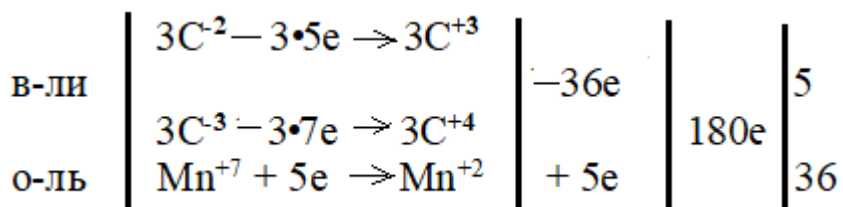
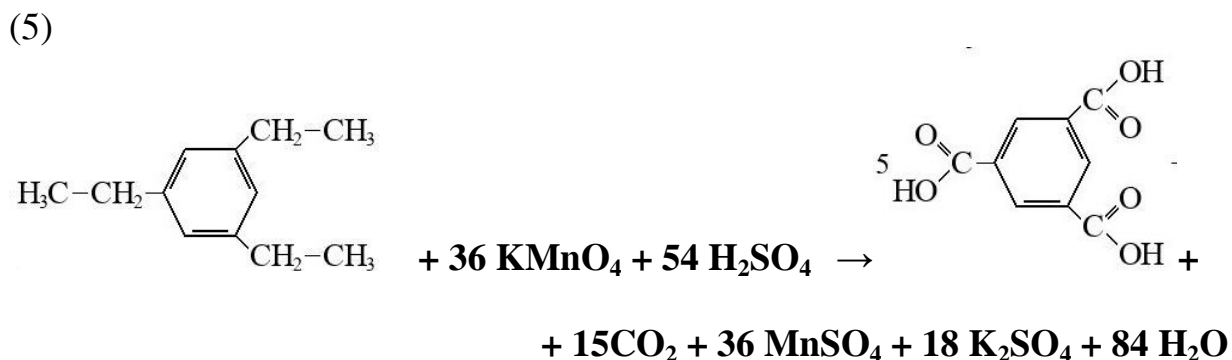
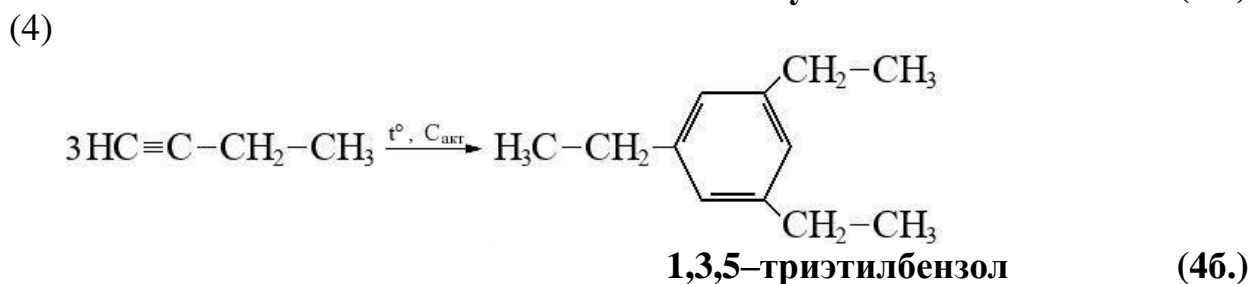
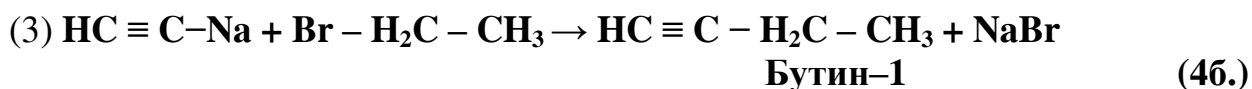
В уравнениях укажите структурные формулы органических веществ, их названия и условия протекания реакций.

20 баллов

Решение.



1,1-дихлорэтан (36.)



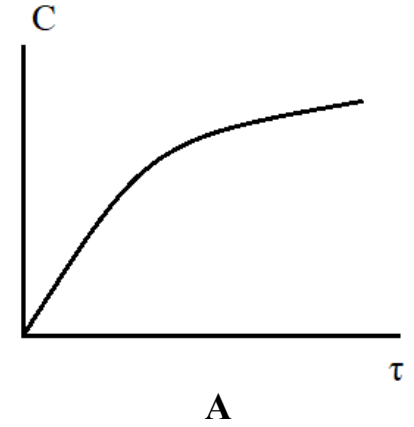
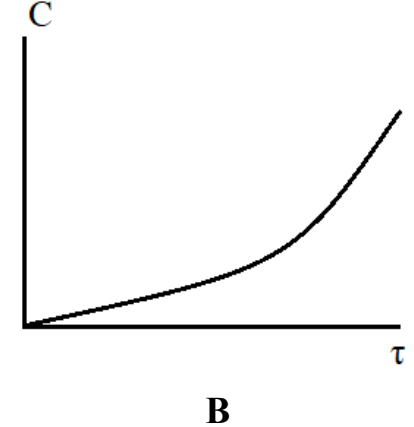
20 баллов

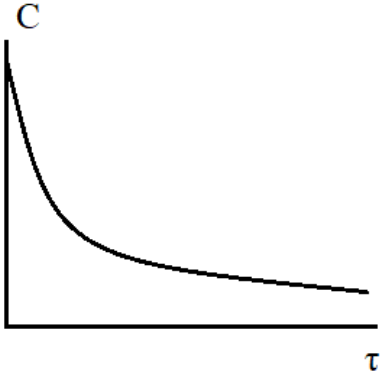
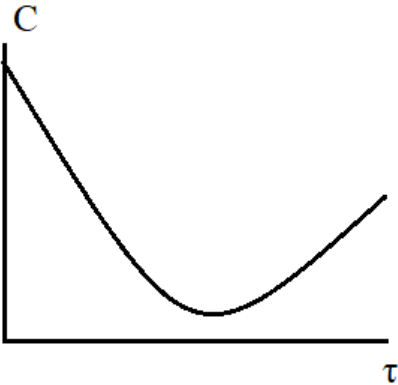
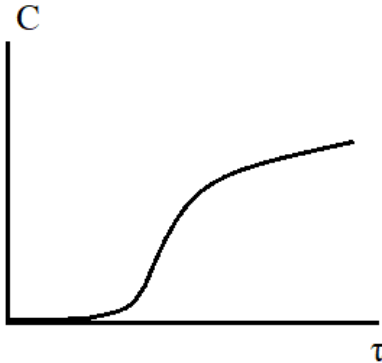
Задача 5.

Этанол окисляют подкисленным раствором дихромата калия. Установите соответствие между веществом и графиком зависимости его

концентрации в реакционной смеси от времени. Напишите обоснование для каждого выбранного ответа.

Изобразите на одной координатной плоскости три кинетических кривых (три графика зависимостей концентраций от времени) для этанола, этаналь и уксусной кислоты.

Вещество	Зависимость концентрации от времени
Этанол, этаналь, этановая (уксусная) кислота	 А
	 Б
	 В

Вещество	Зависимость концентрации от времени
Этанол, этаналь, этановая (уксусная) кислота	 Г
	 Д
	 Е

Решение.

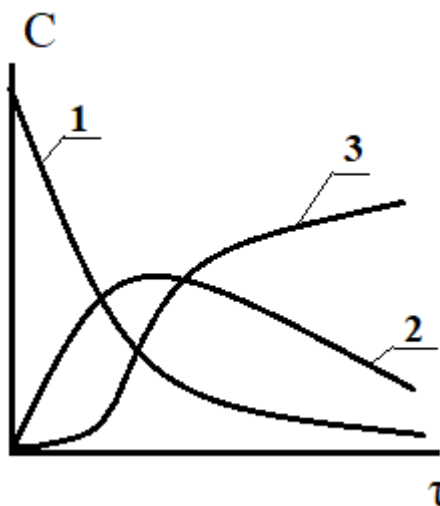
Этанол в ходе реакции расходуется, при этом по мере его расходования скорость реакции будет снижаться, поэтому для него зависимость концентрации от времени будет описываться вогнутой убывающей кривой (Г).

(36.)

Этаналь является промежуточным продуктом окисления, поэтому его концентрация сначала будет расти, а затем падать (Б). (46.)

Уксусная кислота является конечным продуктом окисления. Сначала с ростом концентрации ацетальдегида, её концентрация будет с расти с увеличивающейся скоростью, однако затем, по мере расходования реагентов, скорость роста будет замедляться, поэтому для неё зависимость концентрации от времени будет описываться возрастающей кривой с перегибом (Е). (56.)

Три кинетических кривых на одной координатной плоскости будут выглядеть следующим образом.



Кривая 1 отвечает изменению концентрации этанола, кривая 2 показывает, как изменяется концентрация альдегида — промежуточного продукта, кривая 3 — как изменяется концентрация кислоты. Сумма концентраций веществ в любой момент времени должна быть равна исходной концентрации спирта. (86.)