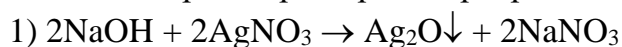


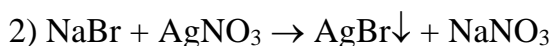
Решения заданий отборочного тура олимпиады «Ломоносов» по химии 10 – 11 классы

Задание 1 (8 баллов)

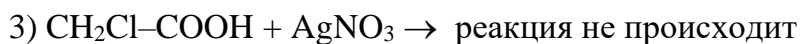
1.1. Реактив – раствор нитрата серебра.



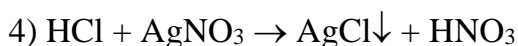
Выпадает коричнево-бурый осадок оксида серебра.



Выпадает светло-желтый творожистый осадок бромида серебра.



Видимых изменений нет.

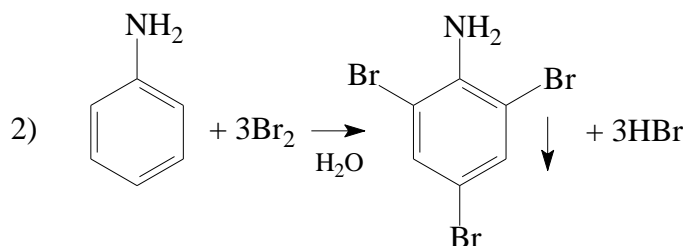


Выпадает белый творожистый осадок хлорида серебра.

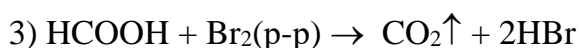
Ответ: AgNO_3 .

1.2. Реактив – бромная вода.

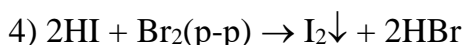
1) $\text{NaF} + \text{Br}_2(\text{p-p}) \rightarrow$ реакция не происходит, видимых изменений нет.



Выпадает белый хлопьевидный осадок 2,4,6-триброманилина.



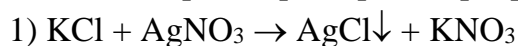
Бромная вода обесцвечивается, выделяются пузырьки газа.



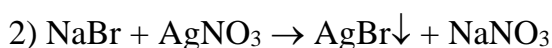
Раствор темнеет из-за выделения иода.

Ответ: бромная вода.

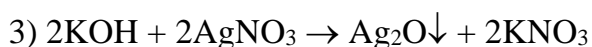
1.3. Реактив – раствор нитрата серебра.



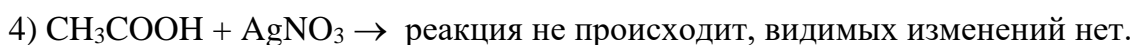
Выпадает белый творожистый осадок хлорида серебра.



Выпадает светло-желтый творожистый осадок бромида серебра.

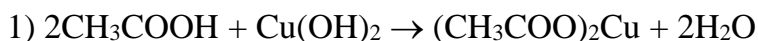


Выпадает коричнево-бурый осадок оксида серебра

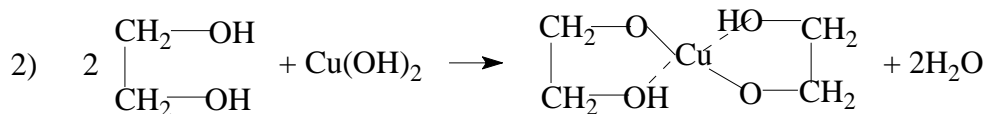


Ответ: AgNO_3 .

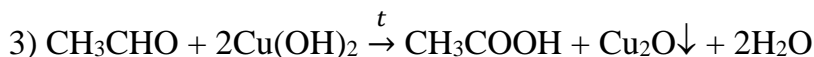
1.4. Реактив – свежесажженный гидроксид меди(II).



Осадок растворяется и образуется голубой раствор.



Осадок растворяется и образуется ярко-синий раствор.



Образуется коричнево-красный осадок.



Ответ: свежесажженный $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Задание 2 (8 баллов)

2.1. Магнитные свойства частиц зависят от наличия неспаренных электронов.

Частица, обладающая неспаренными электронами, парамагнитна. Если все электроны спарены, частица диамагнитна. Конфигурации атома и иона:

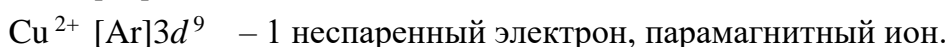


Пример иона, обладающего диамагнитными свойствами:

$\text{Cu}^+ \quad [\text{Ar}]3d^{10}$ – все электроны спарены, диамагнитный ион (такую же конфигурацию $[\text{Ar}]3d^{10}$ имеет ион Zn^{2+}).

2.2. Магнитные свойства частиц зависят от наличия неспаренных электронов.

Частица, обладающая неспаренными электронами, парамагнитна. Если все электроны спарены, частица диамагнитна. Конфигурации атома и иона:

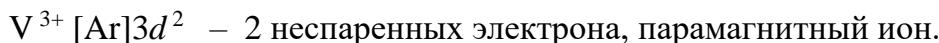
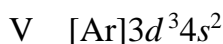


Пример иона, обладающего диамагнитными свойствами:

$\text{Cu}^+ \quad [\text{Ar}]3d^{10}$ – все электроны спарены, диамагнитный ион (такую же конфигурацию $[\text{Ar}]3d^{10}$ имеет ион Zn^{2+}).

2.3. Магнитные свойства частиц зависят от наличия неспаренных электронов.

Частица, обладающая неспаренными электронами, парамагнитна. Если все электроны спарены, частица диамагнитна. Конфигурации атома и иона:



Пример иона, обладающего диамагнитными свойствами:

$\text{Cu}^+ \quad [\text{Ar}]3d^{10}$ – все электроны спарены, диамагнитный ион (такую же конфигурацию $[\text{Ar}]3d^{10}$ имеет ион Zn^{2+}).

2.4. Магнитные свойства частиц зависят от наличия неспаренных электронов. Частица, обладающая неспаренными электронами, парамагнитна. Если все электроны спарены, частица диамагнитна. Конфигурации атома и иона:



$\text{Cr}^{3+} \quad [\text{Ar}]3d^3$ – 3 неспаренных электрона, парамагнитный ион.

Пример иона, обладающего диамагнитными свойствами:

$\text{Cu}^+ \quad [\text{Ar}]3d^{10}$ – все электроны спарены, диамагнитный ион (такую же конфигурацию $[\text{Ar}]3d^{10}$ имеет ион Zn^{2+}).

Задание 3 (12 баллов)

3.1. Определим молярную массу **A** по данным о его плотности по воздуху:

$$M(\mathbf{A}) = D_{\text{возд.}} \cdot M(\text{возд.}) = 0.552 \cdot 29 = 16 \text{ г/моль.}$$

По условию, **A** – углеводород, следовательно, это метан CH_4 . В результате разложения гидрата метана выделяется

$$v(\text{CH}_4) = \frac{pV}{RT} = \frac{101.3 \cdot 0.543}{8.314 \cdot 280} = 0.024 \text{ моль.}$$

На воду приходится

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2.86 - 0.024 \cdot 16 = 2.48 \text{ г,}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0.138 \text{ моль.}$$

Тогда

$$x = 0.138 / 0.024 = 5.75.$$

Ответ: $\text{CH}_4 \cdot 5.75 \text{ H}_2\text{O}$.

3.2. Определим молярную массу **Z** по данным о его плотности по гелию:

$$M(\mathbf{Z}) = D_{\text{He}} \cdot M(\text{He}) = 7.5 \cdot 4 = 30 \text{ г/моль.}$$

По условию, **Z** – углеводород, следовательно, это этан C_2H_6 . В результате разложения гидрата выделяется этана

$$v(\text{CH}_4) = \frac{pV}{RT} = \frac{101.3 \cdot 0.570}{8.314 \cdot 285} = 0.024 \text{ моль.}$$

На воду приходится

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4.05 - 0.024 \cdot 30 = 3.33 \text{ г,}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0.185 \text{ моль.}$$

Тогда

$$x = 0.185 / 0.024 = 7.7.$$

Ответ: $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 7.7 \text{ H}_2\text{O}$.

3.3. Определим молярную массу **A** по данным о его плотности по воздуху:

$$M(\mathbf{A}) = D_{\text{возд.}} \cdot M(\text{возд.}) = 4.52 \cdot 29 = 131 \text{ г/моль.}$$

Значит, **A** – инертный газ ксенон Xe . В результате разложения клатрата выделяется ксенона

$$v(\text{Xe}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101.3 \cdot 0.330}{8.314 \cdot 284} = 0.014 \text{ моль.}$$

Тогда на воду приходится

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3.62 - 0.014 \cdot 131 = 1.79 \text{ г,}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0.099 \text{ моль.}$$

Тогда

$$x = 0.099 / 0.014 = 7.1.$$

Ответ: Xe · 7.1 H₂O.

3.4. Определим молярную массу **Z** через данные о его плотности по воздуху:

$$M(\mathbf{Z}) = D_{\text{возд.}} \cdot M(\text{возд.}) = 1.379 \cdot 29 \text{ г/моль} = 40.0 \text{ г/моль.}$$

Значит, **Z** – инертный газ аргон Ar. В результате разложения клатрата выделяется аргона

$$v(\text{Ar}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101.3 \cdot 0.200}{8.314 \cdot 281} = 8.67 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

Тогда на воду приходится

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1.63 - 8.67 \cdot 10^{-3} \cdot 40 = 1.283 \text{ г или}$$

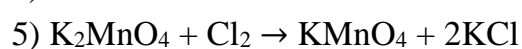
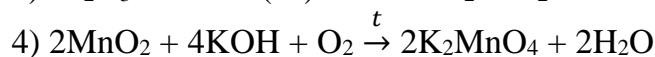
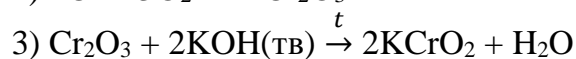
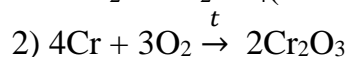
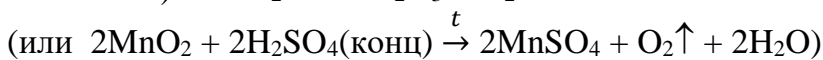
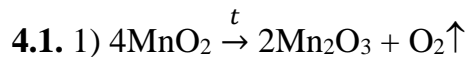
$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0.0713 \text{ моль.}$$

Тогда

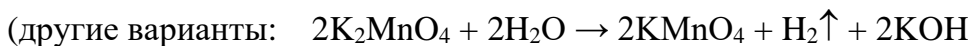
$$x = 0.0713 / 8.67 \cdot 10^{-3} = 8.22.$$

Ответ: Ar · 8.22 H₂O.

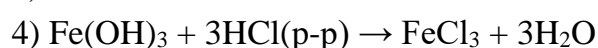
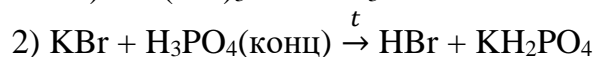
Задание 4 (12 баллов)

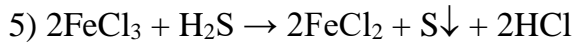


≠

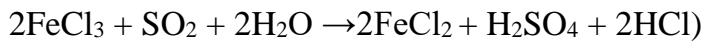


Ответ: **X**₁ – Cr₂O₃, **X**₂ – KCrO₂, **Y**₁ – K₂MnO₄, **Y**₂ – MnSO₄.

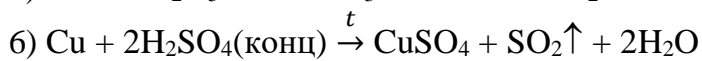
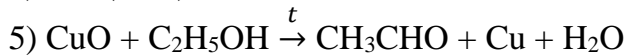
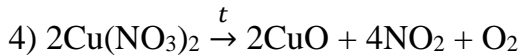
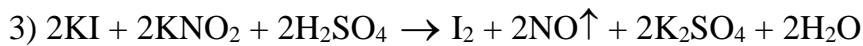
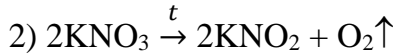




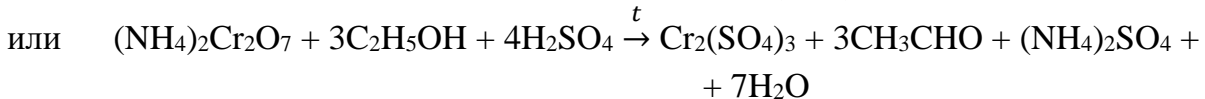
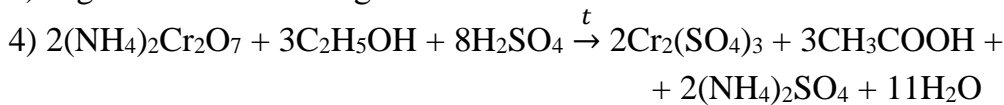
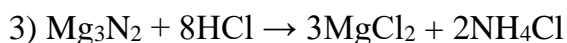
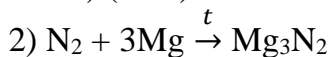
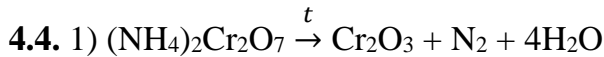
(другие варианты: $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeCl}_2$



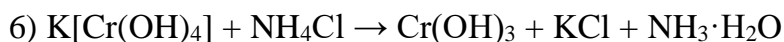
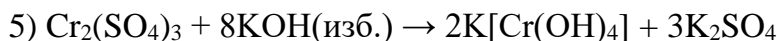
Ответ: $\text{X}_1 - \text{KBr}$, $\text{X}_2 - \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{COOH}$, $\text{Y}_1 - \text{FeCl}_3$, $\text{Y}_2 - \text{Fe}(\text{OH})_3$.



Ответ: $\text{X}_1 - \text{KNO}_3$, $\text{X}_2 - \text{KNO}_2$, $\text{Y}_1 - \text{CuO}$, $\text{Y}_2 - \text{Cu}$.



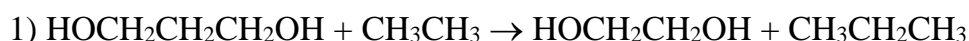
Выбор продукта окисления спирта обусловлен условиями проведения реакции. Если альдегид может улетучиться из реакционной смеси, то он и будет конечным продуктом реакции. Если же условий для улетучивания альдегида нет, то он окислится до кислоты.



Ответ: $\text{X}_1 - \text{N}_2$, $\text{X}_2 - \text{Mg}_3\text{N}_2$, $\text{Y}_1 - \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Y}_2 - \text{Cr}(\text{OH})_3$.

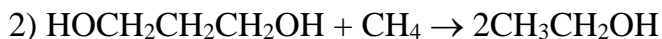
Задание 5 (12 баллов)

5.1. Тепловой эффект близок к нулю (термонеутральная реакция), если реагенты и продукты максимально структурно близки. В наибольшей степени этому условию отвечают следующие две реакции:



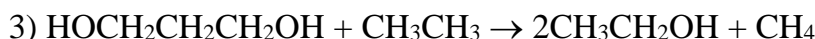
$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) - \\ - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = \\ = 389.4 + 105.0 - 84.0 = \mathbf{410.4 \text{ кДж/моль}};$$



$$\begin{aligned} Q &= 2 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) - Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = 0, \\ Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) &= 2 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = \\ &= 2 \cdot 235.0 - 74.5 = \mathbf{395.5 \text{ кДж/моль}}. \end{aligned}$$

Первая реакция выглядит предпочтительнее, поскольку и в молекулах реагентов, и в продуктах одинаковое количество первичных и вторичных атомов углерода (по сути, реакция сводится к перенесению метиленовой группы из молекулы пропандиола в молекулу этана). Во второй реакции атом углерода молекулы метана претерпевает заметное изменение окружения, кроме того, в продуктах отсутствуют вторичные атомы углерода. Если записать еще одну реакцию и рассчитать из нее теплоту образования пропандиола:

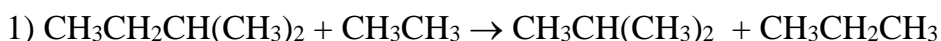


$$\begin{aligned} Q &= 2 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) - Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 0, \\ Q_{\text{обр}}(\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) &= 2 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = \\ &= 2 \cdot 235.0 + 74.5 - 84.0 = \mathbf{460.5 \text{ кДж/моль}}, \end{aligned}$$

то величина заметно отклоняется в большую сторону. Очевидно, что реакция 3 наименее удачная (менее сбалансированная) и далека от термонеutrальности.

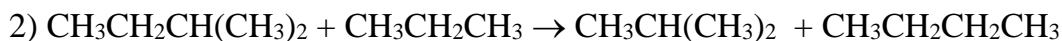
На основе реакции 1 можно предположить для теплоты образования 1,3-пропандиола значение порядка 410 кДж/моль (экспериментальное значение теплоты образования газообразного 1,3-пропандиола равно 410.6 ± 2.2 кДж/моль).

5.2. Тепловой эффект близок к нулю (термонеutrальная реакция), если реагенты и продукты максимально структурно близки. В наибольшей степени этому условию отвечают следующие две реакции:



$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) \\ &= 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) &= Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = \\ &= 134.6 + 105.0 - 84.0 = \mathbf{155.6 \text{ кДж/моль}}. \end{aligned}$$



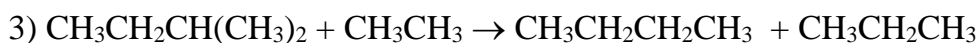
$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) - \\ &\quad - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) &= Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) - \\ &\quad - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = \end{aligned}$$

$$= 134.6 + 125.8 - 105.0 = \mathbf{155.4 \text{ кДж/моль}}.$$

Обе реакции близки к термонеutralности, поскольку в их правых и левых частях сохраняется число первичных, вторичных и третичных атомов углерода (по сути реакции сводятся к перемещению метиленовой группы). Поэтому для теплоты образования метилбутана можно предположить значение порядка 155.5 кДж/моль (экспериментальное значение теплоты образования газообразного метилбутана 153.2 кДж/моль).

Следующую реакцию:

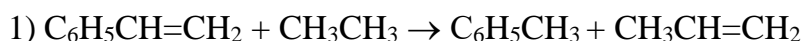


$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2) = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = \\ = 125.8 + 105.0 - 84.0 = \mathbf{146.8 \text{ кДж/моль}},$$

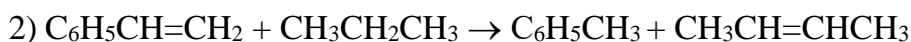
нельзя считать полностью сбалансированной, поскольку в правой части отсутствует третичный атом углерода, имеющийся в левой. Значение теплоты образования, полученное из нее, отличается от первых двух значений.

5.3. Тепловой эффект близок к нулю (термонеutralная реакция), если реагенты и продукты максимально структурно близки. В наибольшей степени этому условию отвечают следующие две реакции:



$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = \\ = -50.0 - 19.9 - 84.0 = \mathbf{-153.9 \text{ кДж/моль}}.$$

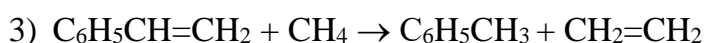


$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = \\ = -50 + 11.2 - 105.0 = \mathbf{-143.8 \text{ кДж/моль}}.$$

Обе реакции – сбалансированные, однако первая реакция предпочтительнее, поскольку в ней сохраняется терминальное положение двойной связи. Из нее можно получить значение теплоты образования стирола –154 кДж/моль (экспериментальное значение теплоты образования газообразного стирола равно –148.3 кДж/моль).

Если записать третью реакцию и оценить из нее теплоту образования стирола:

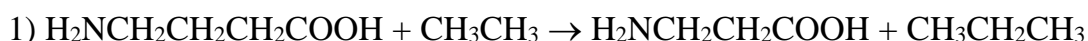


$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_2=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2) = Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_2=\text{CH}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = -50 - 52.4 - 74.5 = -176.9 \text{ кДж/моль},$$

то полученное значение будет сильно отклоняться от теплот образования, полученных в первых двух реакциях. Реакция 3 наиболее далека от термонеutrальности.

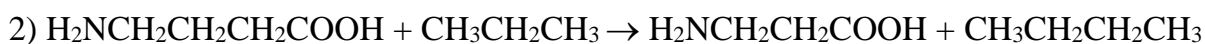
5.4. Тепловой эффект близок к нулю (термонеutrальная реакция), если реагенты и продукты максимально структурно близки. В наибольшей степени этому условию отвечают следующие две реакции:



$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) =$$

$$= 105.0 + 421.2 - 84.0 = 442.2 \text{ кДж/моль}.$$

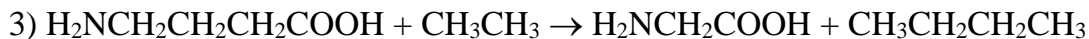


$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3) = 125.8 + 421.2 - 105.0 = 442.0 \text{ кДж/моль}$$

На основе этих двух реакций можно предсказать значение теплоты образования 4-аминобутановой кислоты порядка 442.0 кДж/моль (экспериментальное значение теплоты образования газообразной 4-аминобутановой кислоты 441.0 кДж/моль).

Если записать уравнение еще одной реакции и рассчитать теплоту образования



$$Q = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 0,$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) + Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{CH}_3) = 125.8 + 393.7 - 84.0 = 435.5 \text{ кДж/моль},$$

то полученное значение окажется несколько меньше полученных ранее, хотя и достаточно близким. Это можно объяснить взаимным влиянием кислотной группы и

аминогруппы, которое сильно проявляется в молекуле глицина (α -аминокислота) и гораздо менее – в кислотах с более удаленным расположением функциональных групп.

Задание 6 (16 баллов)

6.1. По данным задачи – параметру элементарной ячейки и плотности – можно рассчитать молярную массу соединения **X**. Это бинарное соединение с кристаллической решеткой, как у NaCl, число формульных единиц АВ в одной элементарной ячейке $Z = 4$ (расчет $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$ по атомам одного типа или $12 \cdot 1/4 + 1 = 4$). Объем ячейки:

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (4.8152 \cdot 10^{-8})^3 = 1.1165 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3,$$

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (4.7780 \cdot 10^{-8})^3 = 1.0908 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3.$$

Число ячеек, в которых содержится 1 моль АВ:

$$N_{\text{эл.яч.}} = N_A / Z.$$

Молярный объем

$$V_m = V_{\text{эл.яч.}} \cdot N_{\text{эл.яч.}}$$

варьируется в пределах от 16.4163 до 16.8033 см^3 . Выразим молярную массу через плотность:

$$\rho = M / V_m$$

$$M = \rho \cdot V_m = \rho \cdot V_{\text{эл.яч.}} \cdot N_{\text{яч.}}$$

Подставляя значения, данные в условии, рассчитываем, что молярная масса **X** находится в интервале от 55 до 57 г/моль. Так как **X** относится к структурному типу NaCl, то соотношение катионов и анионов – 1 : 1, молярная масса соединения – сумма атомных масс элементов. Подходят MgS и CaO, однако описанные свойства и способ получения однозначно указывают на CaO. Химические превращения:



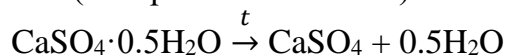
$$v(\text{CaO}) = 9.2 / 56 = 0.164 \text{ моль},$$

$$m(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0.164 \cdot 172 = 28.2 \text{ г}.$$



$$m(\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}) = 0.164 \cdot 145 = 23.78 \text{ г},$$

$$23.78 / 28.2 = 0.8433 \text{ (потеря массы 15.67\%)}.$$



$$m(\text{CaSO}_4) = 0.164 \cdot 136 = 22.3 \text{ г}.$$

$$22.3 / 23.78 = 0.938 \text{ (потеря массы 6.2\%)}.$$

Получение вещества **X**: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2$ (разложение известняка).

Ответ: **X** – CaO, **Y** – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, **Z** – $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$.

6.2. По данным – параметру элементарной ячейки и плотности – можно рассчитать молярную массу соединения **X**. Это бинарное соединение с

кристаллической решеткой как у алмаза. Так как в условии сказано, что атомы двух элементов входят в X в эквимольных количествах, формулу можно записать как АВ. Число формульных единиц АВ в одной элементарной ячейке равно $Z = 4$ (расчет $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 + 4 \cdot 1 = 8$ суммарно всех атомов, каждого по 4 атома). Объем ячейки:

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (4.358 \cdot 10^{-8})^3 = 8.2768 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3,$$

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (4.360 \cdot 10^{-8})^3 = 8.2882 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3.$$

Число ячеек, в которых содержится 1 моль АВ:

$$N_{\text{эл.яч.}} = N_A / Z$$

Мольный объем

$$V_m = V_{\text{эл.яч.}} \cdot N_{\text{эл.яч.}}$$

варьируется в пределах $12.46 - 12.47 \text{ см}^3$. Выразим молярную массу через плотность:

$$\rho = M / V_m,$$

$$M = \rho \cdot V_m.$$

Подставляя значения, данные в условии, рассчитываем, что молярная масса АВ близка к 40 г/моль – это сумма атомных масс элементов. Подходят MgO и SiC, однако всем перечисленным условиям удовлетворяет карбид кремния SiC. Химические превращения:



Количества и массы веществ: $\nu(\text{SiC}) = 10 / 40 = 0.25$ моль;

$\nu(\text{NO}) = 0.667$ моль, $\nu(\text{CO}_2) = 0.25$ моль,

$m(\text{NO}) = 0.667 \cdot 30 = 20$ г,

$m(\text{CO}_2) = 0.25 \cdot 44 = 11$ г.

Суммарная потеря массы $m = 20 + 11 = 31$ г.

Из SiC изготавливают огнеупорные материалы, являющиеся составной частью высокотемпературных печей. Применяется как абразивный материал. Полупроводниковые свойства SiC используют в электротехнике.

Ответ: SiC.

6.3. По данным – параметру элементарной ячейки и плотности – можно рассчитать молярную массу X. Это бинарное соединение с кристаллической решеткой, как у алмаза. Т. к. в условии сказано, что атомы двух элементов входят в X в эквимольных количествах, его формулу можно записать как АВ. Число формульных единиц АВ в одной элементарной ячейке $Z = 4$ (расчет $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 + 4 \cdot 1 = 8$ суммарно всех атомов, каждого вида по 4 атома).

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (5.39 \cdot 10^{-8})^3 = 1.566 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3,$$

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (5.41 \cdot 10^{-8})^3 = 1.583 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3.$$

Число ячеек, в которых содержится 1 моль АВ:

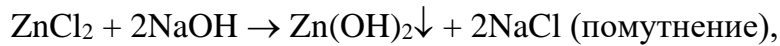
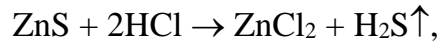
$$N_{\text{эл.яч.}} = N_A / Z$$

Молярный объем $V_m = V_{\text{эл.яч.}} \cdot N_{\text{эл.яч.}}$ варьируется в пределах $23.57 - 23.82 \text{ см}^3$.
Выразим молярную массу через плотность:

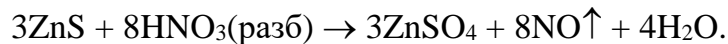
$$\rho = M / V_m,$$

$$M = \rho \cdot V_m$$

Подставляя значения, данные в условии, получаем, что молярная масса АВ близка к 97 г/моль – это сумма атомных масс элементов. Подходит сульфид цинка ZnS .
Химические превращения:



или



$$v(\text{NO}) / v(\text{ZnS}) = 8 / 3 = 2^{2/3}.$$

Название минерала – цинковая обманка.

Ответ: ZnS .

6.4. По данным – параметру элементарной ячейки и плотности – можно рассчитать молярную массу X . Это бинарное соединение с кристаллической решеткой, как у NaCl , следовательно, количества атомов каждого элемента одинаково. Число формульных единиц АВ в одной элементарной ячейке равно $Z = 4$ (расчет $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$ по атомам одного типа или $12 \cdot 1/4 + 1 = 4$).

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (5.75 \cdot 10^{-8})^3 = 1.90 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3,$$

$$V_{\text{эл.яч.}} = a^3 = (5.78 \cdot 10^{-8})^3 = 1.93 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3.$$

Число ячеек, в которых содержится 1 моль АВ:

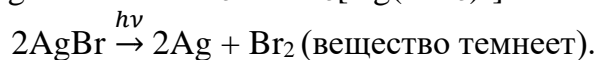
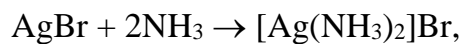
$$N_{\text{эл.яч.}} = N_A / Z$$

Молярный объем $V_m = V_{\text{эл.яч.}} \cdot N_{\text{эл.яч.}}$ варьируется в пределах $28.60 - 29.05 \text{ см}^3$. Выразим молярную массу через плотность:

$$\rho = M / V_m,$$

$$M = \rho \cdot V_m.$$

Подставляя значения, данные в условии, получаем, что молярная масса АВ лежит в диапазоне от 186 до 189 г/моль – это сумма атомных масс элементов. Подходит AgBr .
Химические превращения:

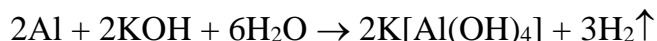


Вещество AgBr светло-желтого цвета.

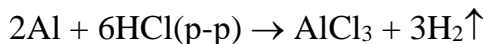
Ответ: AgBr .

Задание 7 (16 баллов)

7.1. Алюминий растворяется в щелочи, при этом выделяется водород:



Алюминий растворяется в соляной кислоте, при этом также выделяется водород:



Так как при растворении смеси в соляной кислоте газа выделяется больше, чем при растворении в щелочи, можно предположить, что в щелочи растворяется только один компонент смеси – алюминий. В соляной кислоте с выделением водорода растворяются алюминий и один из неизвестных компонентов, третий компонент при этом остается в нерастворимом твердом остатке.

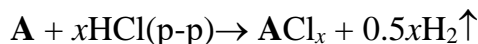
При растворении в щелочи водорода выделяется

$$v(\text{H}_2) = 6.72 / 22.4 = 0.3 \text{ моль},$$

значит, в смеси алюминия содержится 0.2 моль или

$$m(\text{Al}) = 0.2 \cdot 27 = 5.4 \text{ г}.$$

При растворении в соляной кислоте потеря массы составляет 9 г, значит, второго компонента в смеси содержится $(9 - 5.4) = 3.6$ г. Можно предположить, что это активный металл **A**, вытесняющий водород из соляной кислоты:



$$v(\text{H}_2) = (10.08 - 6.72) / 22.4 = 0.15 \text{ моль}.$$

1) Если **A** проявляет степень окисления +1, то $x = 1$, $v(\text{A}) = 2v(\text{H}_2) = 0.3$ моль.

$$M(\text{A}) = 3.6 / 0.3 = 12 \text{ г/моль}.$$

Это углерод, но он не растворяется в соляной кислоте и не проявляет степени окисления +1.

2) Если **A** проявляет степень окисления +2, то $x = 2$, $v(\text{A}) = v(\text{H}_2) = 0.15$ моль.

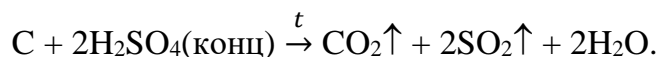
$$M(\text{A}) = 3.6 / 0.15 = 24 \text{ г/моль}.$$

Это магний, его масса 3.6 г.

Третий компонент не растворяется ни в щелочи, ни в неокисляющей соляной кислоте. Растворение его в горячей концентрированной серной кислоте приводит к образованию смеси двух газов со средней молярной массой

$$M_{\text{смеси}} = 1.977 \cdot 29 = 57.33 \text{ г/моль}.$$

Можно предположить, что смесь состоит из SO_2 ($M = 64$ г/моль) и более легкого газа (с массой, меньшей 57 г/моль). Образование двух таких газов при растворении простого вещества в серной кислоте возможно, если простое вещество – это углерод:



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 38.04 \cdot 1.84 \cdot 0.98 / 98 = 0.7 \text{ моль} = v(\text{SO}_2),$$

тогда

$$v(\text{CO}_2) = 0.35 \text{ моль}.$$

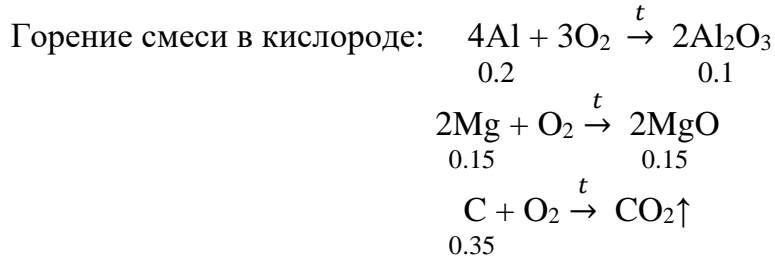
$$M_{\text{смеси}} = (64 \cdot 0.7 + 44 \cdot 0.35) / 1.05 = 57.33 \text{ г/моль},$$

что соответствует условию задачи. Тогда третий компонент смеси – углерод, его масса

$$m(\text{C}) = 12 \cdot 0.35 = 4.2 \text{ г.}$$

Суммарная масса исходной смеси составляла

$$m = 5.4 + 3.6 + 4.2 = 13.2 \text{ г.}$$



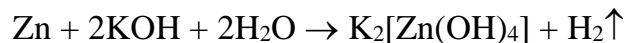
При горении углерод превращается в углекислый газ, поэтому масса смеси после сгорания составит

$$m = 102 \cdot 0.1 + 40 \cdot 0.15 = 16.2 \text{ г,}$$

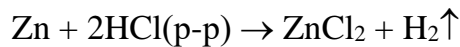
что на 3 г больше массы исходной смеси.

Ответ: Mg, C; увеличится на 3 г.

7.2. Цинк растворяется в щелочи, при этом выделяется водород:



Цинк растворяется в соляной кислоте, при этом также выделяется водород:



Так как при растворении смеси в соляной кислоте газа выделяется больше, чем при растворении в щелочи, можно предположить, что в щелочи растворяется только один компонент смеси – цинк. В соляной кислоте с выделением водорода растворяются цинк и один из неизвестных компонентов, третий компонент при этом остается в нерастворимом твердом остатке.

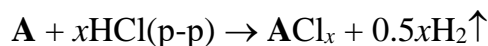
При растворении в щелочи водорода выделяется

$$v(\text{H}_2) = 8.96 / 22.4 = 0.4 \text{ моль,}$$

значит, в смеси содержится 0.4 моль цинка, его масса

$$m(\text{Zn}) = 0.4 \cdot 65 = 26 \text{ г.}$$

При растворении в соляной кислоте потеря массы составляет 41.6 г, значит, в смеси $(41.6 - 26) = 15.6$ г второго компонента. Можно предположить, что это активный металл **A**, вытесняющий водород из соляной кислоты:



$$v(\text{H}_2) = (15.68 - 8.96) / 22.4 = 0.3 \text{ моль.}$$

1) Если **A** проявляет степень окисления +1, то $x = 1$, $v(\text{A}) = 2v(\text{H}_2) = 0.6$ моль,

$$M(\text{A}) = 15.6 / 0.6 = 26 \text{ г/моль (такого металла нет)}$$

2) Если **A** проявляет степень окисления +2, то $x = 2$, $v(\text{A}) = v(\text{H}_2) = 0.3$ моль,

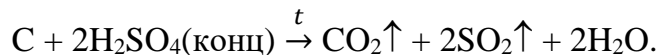
$$M(\text{A}) = 15.6 / 0.3 = 52 \text{ г/моль.}$$

Это хром, его масса 15.6 г.

Третий компонент не растворяется ни в щелочи, ни в неокисляющей соляной кислоте. Растворение его в горячей концентрированной серной кислоте приводит к образованию смеси двух газов со средней молярной массой

$$M_{\text{смеси}} = 1.977 \cdot 29 = 57.33 \text{ г/моль.}$$

Можно предположить, что смесь состоит из SO_2 ($M = 64$ г/моль) и более легкого газа (с массой, меньшей 57 г/моль). Образование двух таких газов при растворении простого вещества в серной кислоте возможно, если простое вещество – это углерод:



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 27.17 \cdot 1.84 \cdot 0.98 / 98 = 0.5 \text{ моль} = v(\text{SO}_2).$$

Тогда

$$v(\text{CO}_2) = 0.25 \text{ моль.}$$

$$M_{\text{смеси}} = (64 \cdot 0.5 + 44 \cdot 0.25) / 0.75 = 57.33 \text{ г/моль,}$$

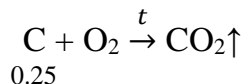
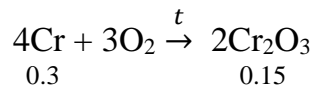
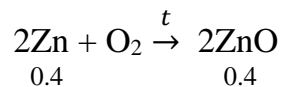
что соответствует условию задачи. Тогда третий компонент смеси – углерод, его масса

$$m(\text{C}) = 12 \cdot 0.25 = 3 \text{ г.}$$

Общая масса исходной смеси

$$m = 26 + 15.6 + 3 = 44.6 \text{ г.}$$

Сжигание смеси в кислороде:



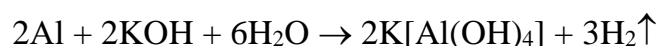
При горении углерод превращается в углекислый газ, поэтому масса смеси после сгорания составит

$$m = 81 \cdot 0.4 + 152 \cdot 0.15 = 55.2 \text{ г,}$$

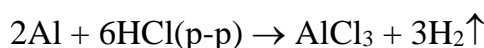
что на $(55.2 - 44.6) = 10.6$ г больше массы исходной смеси.

Ответ: Cr, C; увеличится на 10.6 г.

7.3. Алюминий растворяется в щелочи, при этом выделяется водород:



Алюминий растворяется в соляной кислоте, при этом также выделяется водород:



Так как при растворении смеси в соляной кислоте газа выделяется больше, чем при растворении в щелочи, можно предположить, что в щелочи растворяется только один компонент смеси – алюминий. В соляной кислоте с выделением водорода растворяются алюминий и один из неизвестных компонентов, третий компонент при этом остается в нерастворимом твердом остатке.

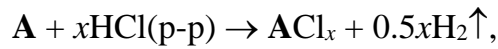
При растворении в щелочи водорода выделяется

$$v(\text{H}_2) = 3.36 / 22.4 = 0.15 \text{ моль,}$$

значит, в смеси содержится 0.1 моль алюминия или

$$m(\text{Al}) = 0.1 \cdot 27 = 2.7 \text{ г.}$$

При растворении в соляной кислоте потеря массы составляет 19.5 г, значит, в смеси $(19.5 - 2.7) = 16.8$ г второго компонента. Можно предположить, что это активный металл **A**, вытесняющий водород из соляной кислоты:



$$v(\text{H}_2) = (10.08 - 3.36) / 22.4 = 0.3 \text{ моль.}$$

1) Если **A** проявляет степень окисления +1, то $x = 1$, $v(\text{A}) = 2v(\text{H}_2) = 0.6$ моль.

$$M(\text{A}) = 16.8 / 0.6 = 28 \text{ г/моль} - \text{это кремний.}$$

Однако кремний не реагирует с соляной кислотой и не проявляет степени окисления +1.

2) Если **A** проявляет степень окисления +2, то $x = 2$, $v(\text{A}) = v(\text{H}_2) = 0.3$ моль.

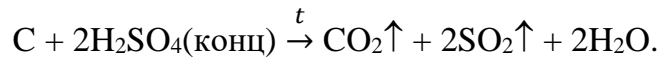
$$M(\text{A}) = 16.8 / 0.3 = 56 \text{ г/моль.}$$

Это железо, его масса 16.8 г.

Третий компонент не растворяется ни в щелочи, ни в неокисляющей соляной кислоте. Растворение его в горячей концентрированной серной кислоте приводит к образованию смеси двух газов со средней молярной массой

$$M_{\text{смеси}} = 1.977 \cdot 29 = 57.33 \text{ г/моль.}$$

Можно предположить, что смесь состоит из SO_2 ($M = 64$ г/моль) и более легкого газа (с массой, меньшей 57 г/моль). Образование двух таких газов при растворении простого вещества в серной кислоте возможно, если простое вещество – это углерод:



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 65.22 \cdot 1.84 \cdot 0.98 / 98 = 1.2 \text{ моль} = v(\text{SO}_2),$$

тогда

$$v(\text{CO}_2) = 0.6 \text{ моль.}$$

$$M_{\text{смеси}} = (64 \cdot 1.2 + 44 \cdot 0.6) / 1.8 = 57.33 \text{ г/моль,}$$

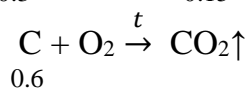
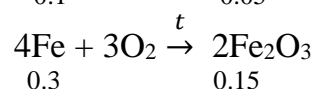
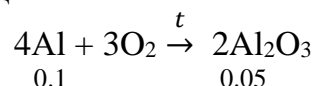
что соответствует условию задачи. Тогда третий компонент смеси – углерод, его масса

$$m(\text{C}) = 12 \cdot 0.6 = 7.2 \text{ г.}$$

Общая масса исходной смеси

$$m = 2.7 + 16.8 + 7.2 = 26.7 \text{ г.}$$

Сжигание смеси в кислороде:

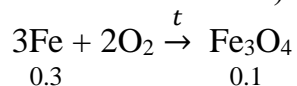


При горении углерод превращается в углекислый газ, поэтому масса смеси после сгорания составит

$$m = 102 \cdot 0.05 + 160 \cdot 0.15 = 29.1 \text{ г,}$$

что на $(29.1 - 26.7) = 2.4$ г больше массы исходной смеси.

Возможен и другой вариант решения при расчете массы смеси после сгорания в кислороде (окисление железа до железной окалины):



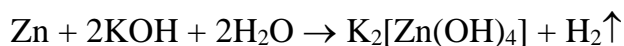
Масса смеси после сгорания:

$$m = 102 \cdot 0.05 + 232 \cdot 0.1 = 28.3 \text{ г,}$$

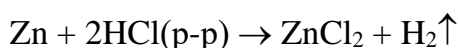
что на $(28.3 - 26.7) = 1.6$ г больше массы исходной смеси.

Ответ: Fe, C; увеличится на 2.4 г (окисление железа до Fe_2O_3), увеличится на 1.6 г (окисление железа до Fe_3O_4).

7.4. Цинк растворяется в щелочи, при этом выделяется водород:



Цинк растворяется в соляной кислоте, при этом также выделяется водород:



Так как при растворении смеси в соляной кислоте газа выделяется больше, чем при растворении в щелочи, можно предположить, что в щелочи растворяется только один компонент смеси – цинк. В соляной кислоте с выделением водорода растворяются цинк и один из неизвестных компонентов, третий компонент при этом остается в нерастворимом твердом остатке.

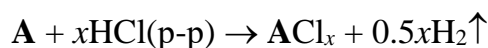
При растворении в щелочи водорода выделяется

$$v(\text{H}_2) = 4.48 / 22.4 = 0.2 \text{ моль,}$$

значит, в смеси содержится 0.2 моль цинка или

$$m(\text{Zn}) = 0.2 \cdot 65 = 13.0 \text{ г.}$$

При растворении в соляной кислоте потеря массы составляет 22.6 г, значит, в смеси $(22.6 - 13) = 9.6$ г второго компонента. Можно предположить, что это активный металл **A**, вытесняющий водород из соляной кислоты:



$$v(\text{H}_2) = (13.44 - 4.48) / 22.4 = 0.4 \text{ моль.}$$

1) Если **A** проявляет степень окисления +1, то $x = 1$, $v(\text{A}) = 2v(\text{H}_2) = 0.8$ моль,

$$M(\text{A}) = 9.6 / 0.8 = 12 \text{ г/моль.}$$

Это углерод, но он не растворяется в соляной кислоте и не проявляет степени окисления +1.

2) Если **A** проявляет степень окисления +2, то $x = 2$, $v(\text{A}) = v(\text{H}_2) = 0.4$ моль,

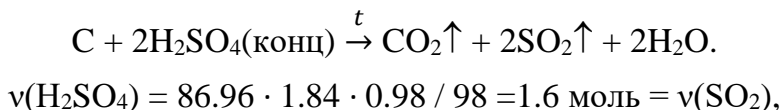
$$M(\text{A}) = 9.6 / 0.4 = 24 \text{ г/моль.}$$

Это магний, его масса 9.6 г.

Третий компонент не растворяется ни в щелочи, ни в неокисляющей соляной кислоте. Растворение его в горячей концентрированной серной кислоте приводит к образованию смеси двух газов со средней молярной массой

$$M_{\text{смеси}} = 1.977 \cdot 29 = 57.33 \text{ г/моль.}$$

Можно предположить, что смесь состоит из SO_2 ($M = 64$ г/моль) и более легкого газа (с массой, меньшей 57 г/моль). Образование двух таких газов при растворении простого вещества в серной кислоте возможно, если простое вещество – это углерод:



тогда

$$v(\text{CO}_2) = 0.8 \text{ моль.}$$

$$M_{\text{смеси}} = (64 \cdot 1.6 + 44 \cdot 0.8) / 2.4 = 57.33 \text{ г/моль,}$$

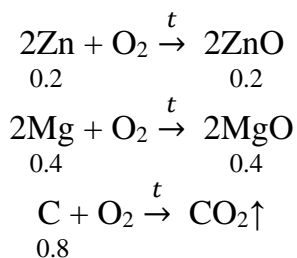
что соответствует условию задачи. Тогда третий компонент смеси – углерод, его масса

$$m(\text{C}) = 12 \cdot 0.8 = 9.6 \text{ г.}$$

Общая масса исходной смеси

$$m = 13 + 9.6 + 9.6 = 32.2 \text{ г.}$$

Сжигание смеси в кислороде:

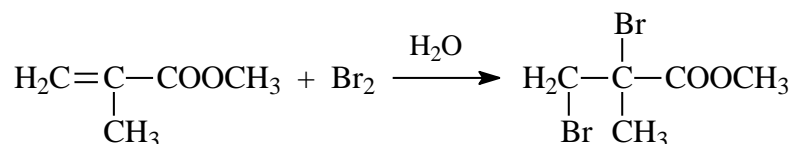


При горении углерод превращается в углекислый газ, поэтому масса смеси после сгорания составит $m = 81 \cdot 0.2 + 40 \cdot 0.4 = 32.2$ г, что совпадает с массой исходной смеси.

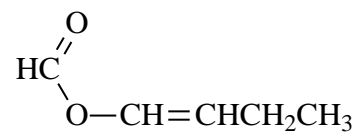
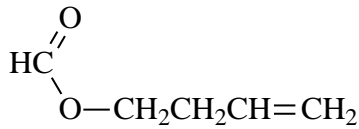
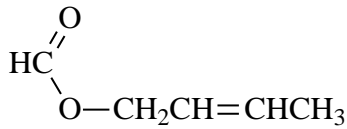
Ответ: Mg, C; не изменится.

Задание 8 (16 баллов)

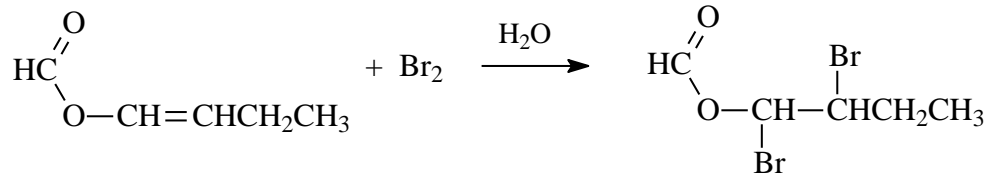
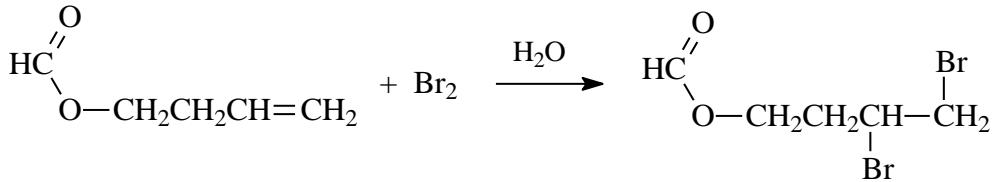
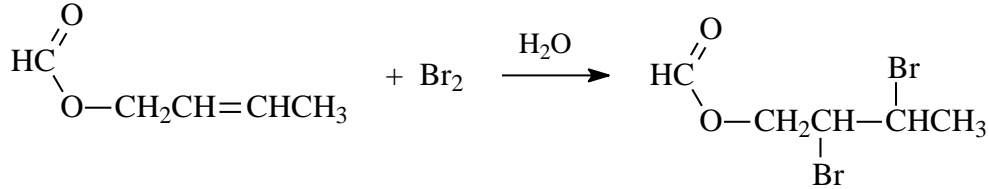
8.1. Поскольку метилметакрилат содержит двойную связь, он реагирует с бромной водой:



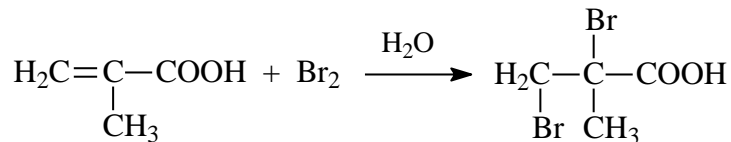
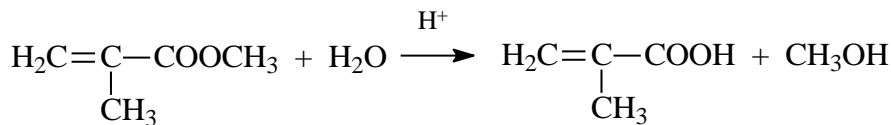
Изомером метилметакрилата ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$) может быть как непредельная кислота, так и сложный эфир непредельной кислоты или непредельного спирта. Поскольку количество брома, вступающего в реакцию с продуктами гидролиза смеси, больше, чем с исходными компонентами, можно предположить, что каждый из продуктов гидролиза изомера метилметакрилата вступает в реакцию с бромной водой. Такими изомерами могут быть, например, эфиры муравьиной кислоты:



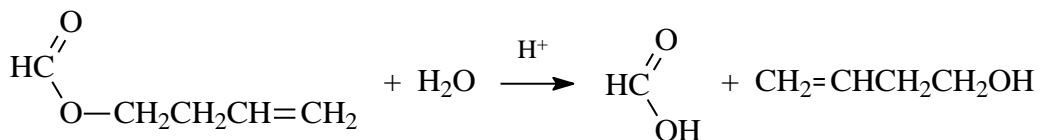
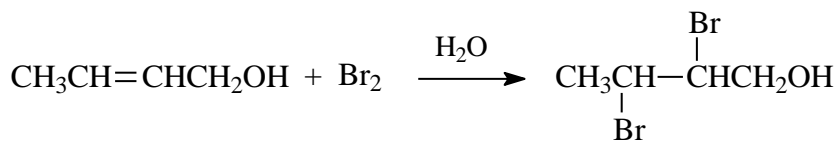
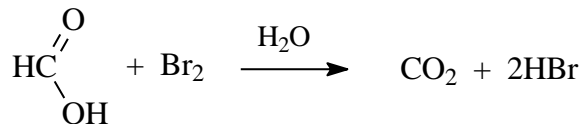
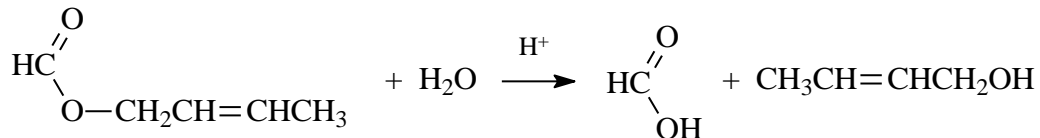
Каждый из них реагирует с бромной водой, присоединяя одну молекулу брома:

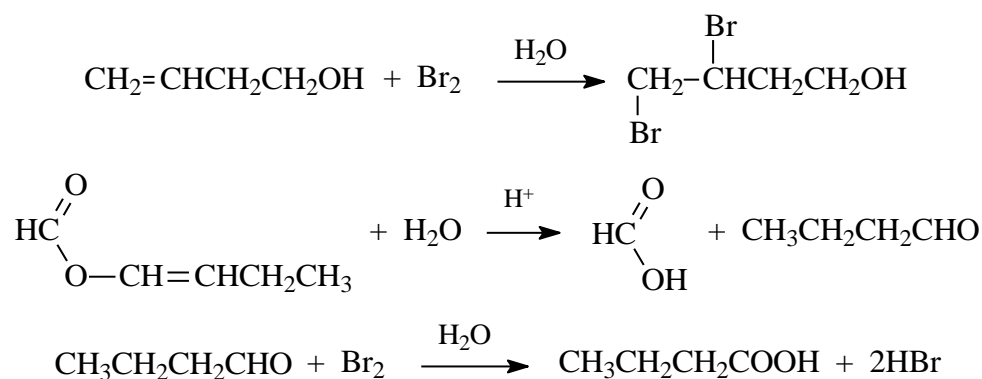


Один из продуктов гидролиза метилметакрилата – 2-метилпропеновая кислота – вступает в реакцию присоединения с бромной водой:

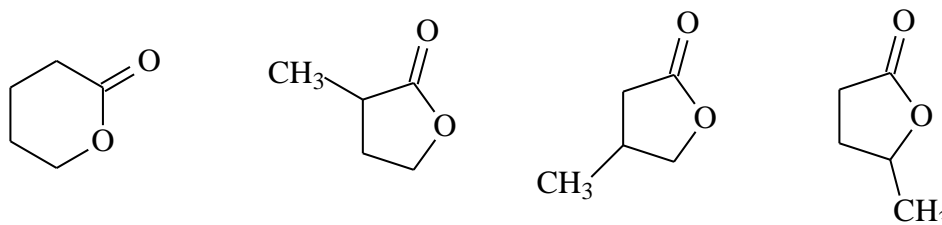


Уравнения гидролиза и взаимодействия с бромом для изомеров метилметакрилата:





Изомером метилметакрилата, добавление которого в смесь не вызовет изменения количества брома до и после реакции гидролиза, является один из следующих циклических сложных эфиров (лактонов), который не вступает во взаимодействие с бромной водой:

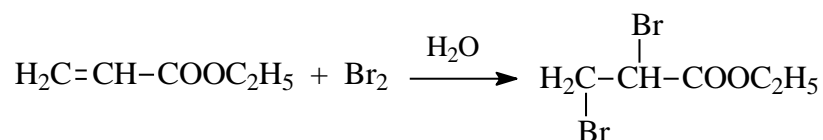


Для расчёта массовой доли изомера метилметакрилата примем, что метилметакрилата в смеси было x моль, а его изомера – y моль. Тогда смесь изомеров до гидролиза присоединяет $(x + y)$ моль брома, а с продуктами гидролиза может прореагировать $(x + 2y)$ моль брома. По условию,

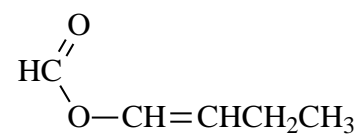
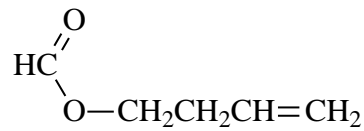
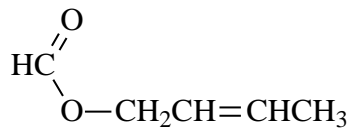
$$(x + 2y) / (x + y) = 1.25,$$

откуда получается $x = 3y$. Поскольку соединения, находящиеся в смеси, являются изомерами, массовая доля изомера метилметакрилата будет равна его мольной доле или 25%.

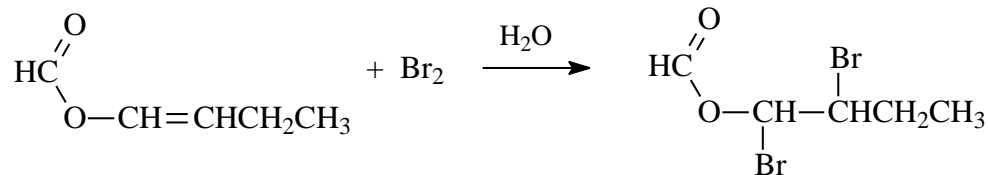
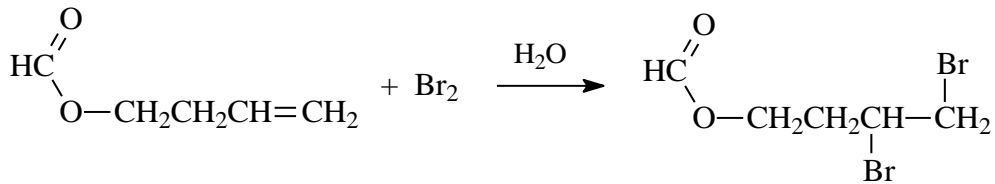
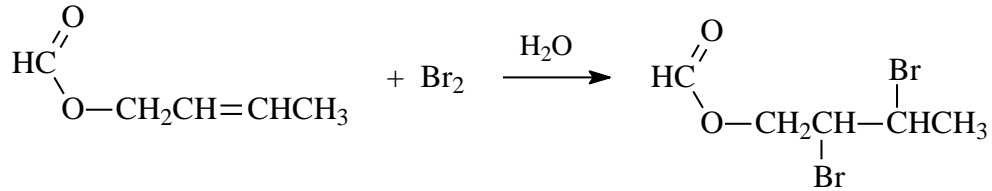
8.2. Поскольку этилакрилат содержит двойную связь, он реагирует с бромной водой:



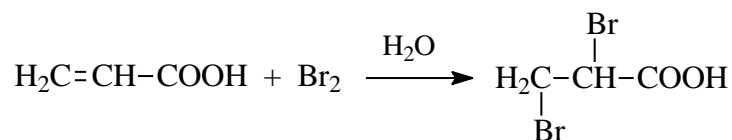
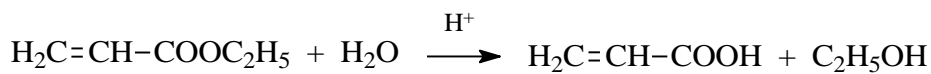
Изомером этилакрилата ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$) может быть как непредельная кислота, так и сложный эфир непредельной кислоты или непредельного спирта. Поскольку количество брома, вступающего в реакцию с продуктами гидролиза смеси, больше, чем с исходными компонентами, можно предположить, что каждый из продуктов гидролиза изомера этилакрилата вступает в реакцию с бромной водой. Такими изомерами могут быть, например, эфиры муравьиной кислоты:



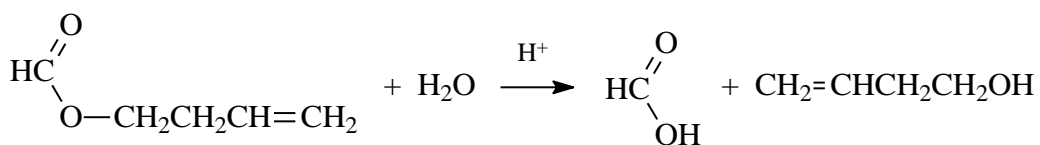
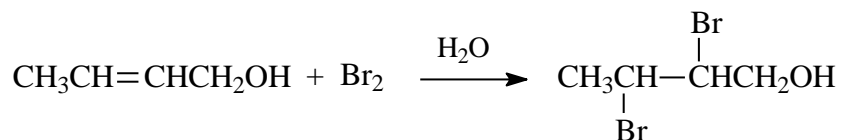
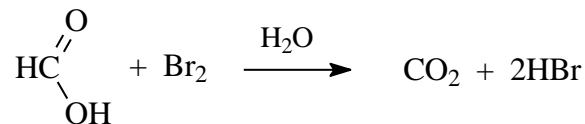
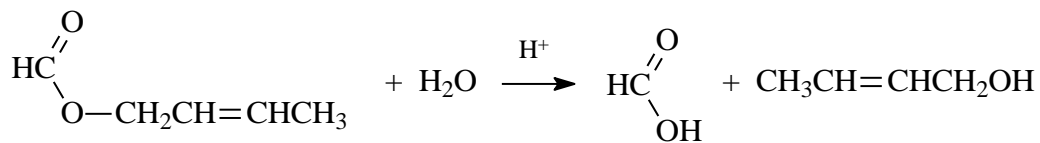
Каждый из них реагирует с бромной водой, присоединяя одну молекулу брома:

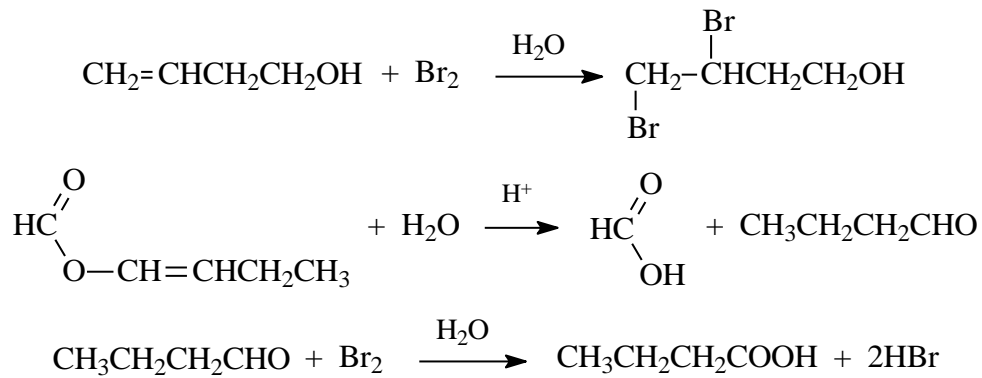


Один из продуктов гидролиза этилакрилата – пропенвая (акриловая) кислота – вступает в реакцию присоединения с бромной водой:

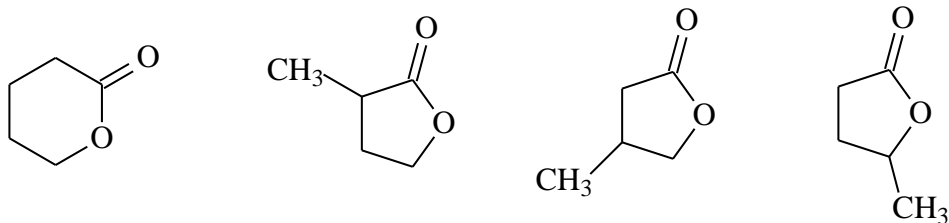


Уравнения гидролиза и взаимодействия с бромом для изомеров этилакрилата:





Изомером этилакрилата, добавление которого в смесь не вызовет изменения количества брома до и после реакции гидролиза, является одно из следующих соединений:

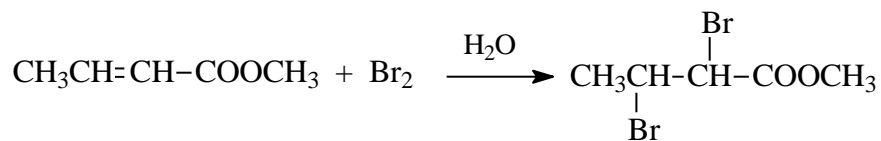


Для расчёта массовой доли изомера этилакрилата примем, что этилакрилата в смеси было x моль, а его изомера – y моль. Тогда смесь изомеров до гидролиза присоединяет $(x + y)$ моль брома, а с продуктами гидролиза может прореагировать $(x + 2y)$ моль брома. По условию,

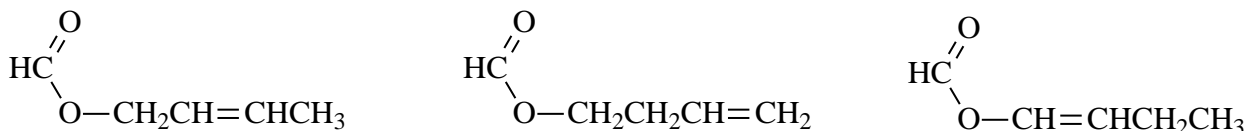
$$(x + 2y) / (x + y) = 1.75,$$

откуда получается $3x = y$. Поскольку соединения, находящиеся в смеси, являются изомерами, массовая доля изомера этилакрилата будет равна его мольной доле или 75%.

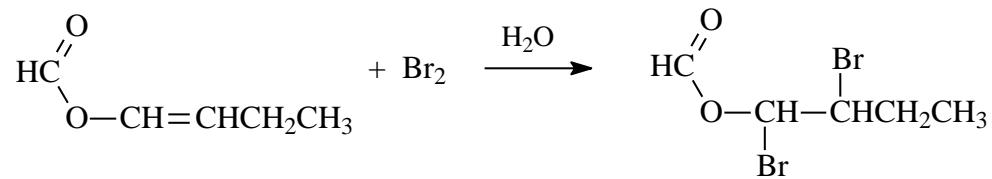
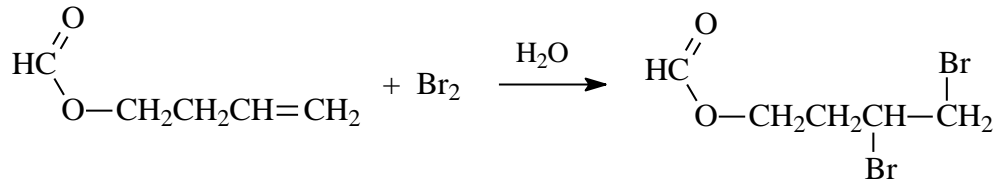
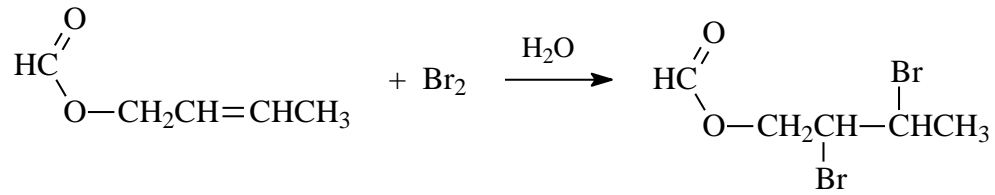
8.3. Поскольку метилкротонат содержит двойную связь, он реагирует с бромной водой:



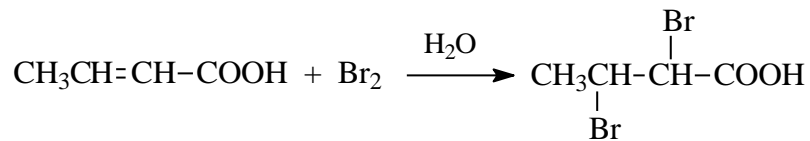
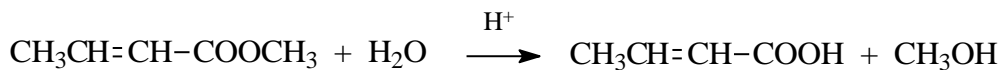
Изомером метилкротоната ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$) может быть как непредельная кислота, так и сложный эфир непредельной кислоты или непредельного спирта. Поскольку количество брома, вступающего в реакцию с продуктами гидролиза смеси, выше, чем с исходными компонентами, можно предположить, что каждый из продуктов гидролиза изомера метилкротоната вступает в реакцию с бромной водой. Такими изомерами могут быть, например, эфиры муравьиной кислоты:



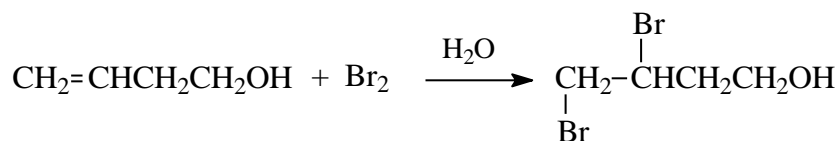
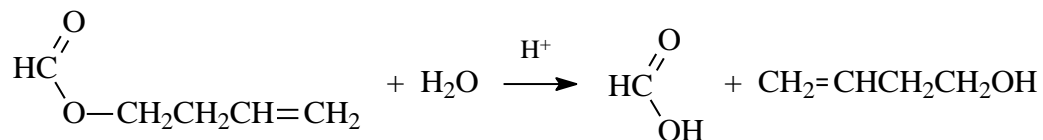
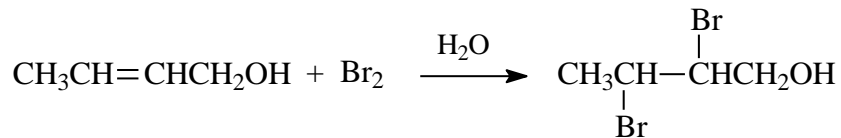
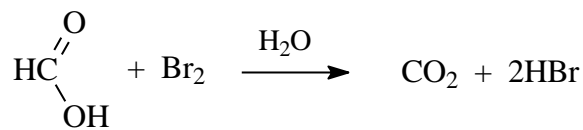
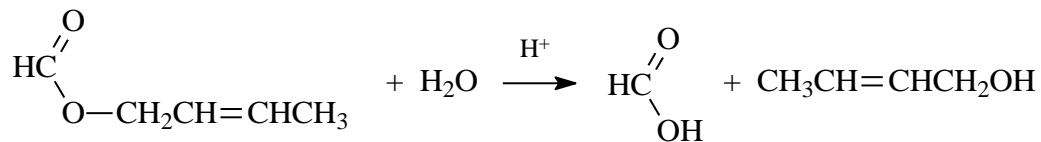
Каждый из них реагирует с бромной водой, присоединяя одну молекулу брома:

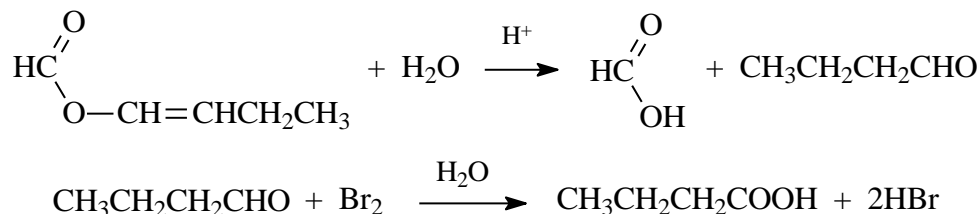


Один из продуктов гидролиза метилкротоната – бутен-2-овая (кротоновая) кислота – вступает в реакцию присоединения с бромной водой:

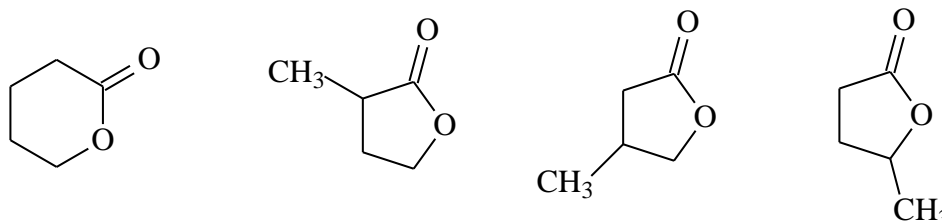


Уравнения гидролиза и взаимодействия с бромом для изомеров метилкротоната:





Изомером метилкротоната, добавление которого в смесь не вызовет изменения количества брома до и после реакции гидролиза, является одно из следующих соединений:

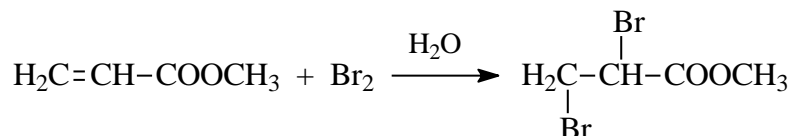


Для расчёта массовой доли изомера метилкротоната примем, что метилкротоната в смеси было x моль, а его изомера – y моль. Тогда смесь изомеров до гидролиза присоединяет $(x + y)$ моль брома, а с продуктами гидролиза может прореагировать $(x + 2y)$ моль брома. По условию,

$$(x + 2y) / (x + y) = 1.6,$$

откуда получается $1.5x = y$. Поскольку соединения, находящиеся в смеси, представляют собой изомеры, массовая доля изомера метилкротоната будет равна мольной доле или 60%.

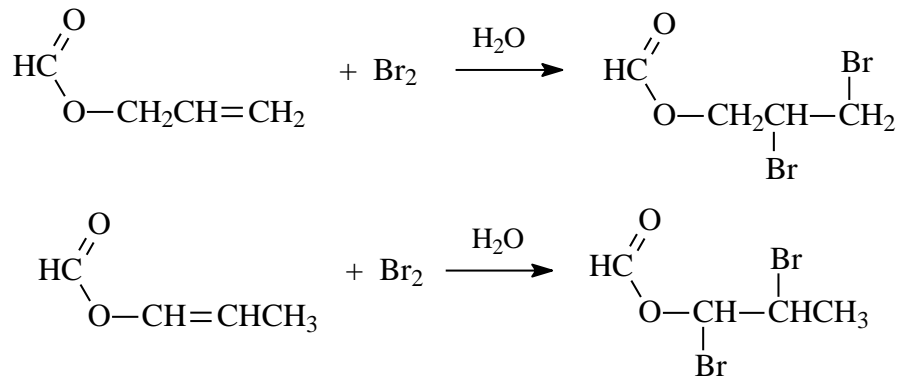
8.4. Поскольку метилакрилат содержит двойную связь, он реагирует с бромной водой:



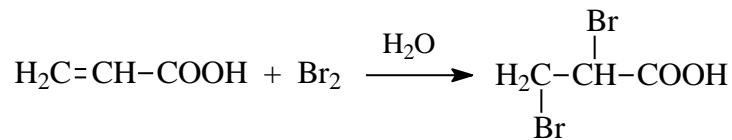
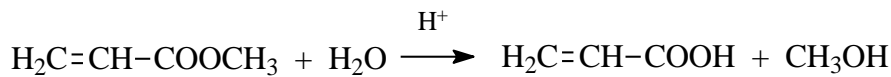
Изомером метилакрилата ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$) может быть как непредельная кислота, так и сложный эфир непредельной кислоты или непредельного спирта. Поскольку количество брома, вступающего в реакцию с продуктами гидролиза смеси, больше, чем с исходными компонентами, можно предположить, что каждый из продуктов гидролиза изомера метилметакрилата вступает в реакцию с бромной водой. Такими изомерами могут быть, например, эфиры муравьиной кислоты:



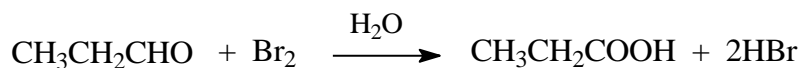
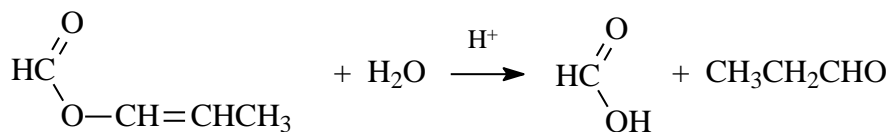
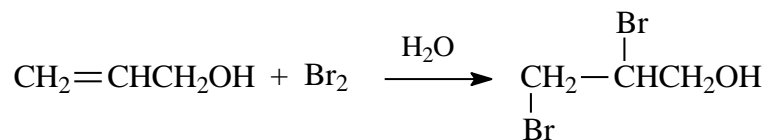
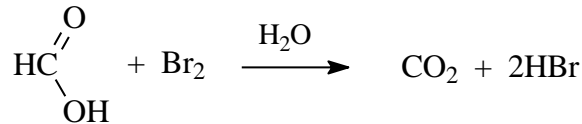
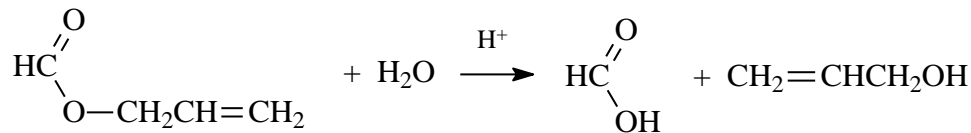
Каждый из них реагирует с бромной водой, присоединяя одну молекулу брома:



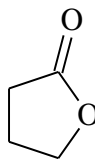
Один из продуктов гидролиза метилакрилата – пропенвая (акриловая) кислота – вступает в реакцию присоединения с бромной водой:



Уравнения гидролиза и взаимодействия с бромом для изомеров метилакрилата:



Изомером метилакрилата, добавление которого в смесь не вызовет изменения количества брома до и после реакции гидролиза, является следующий циклический сложный эфир (лактон), который не вступает во взаимодействие с бромной водой:



Для расчёта массовой доли изомера метилакрилата примем, что метилметакрилата в смеси было x моль, а его изомера – y моль. Тогда смесь изомеров

до гидролиза присоединяет $(x + y)$ моль брома, а с продуктами гидролиза может прореагировать $(x + 2y)$ моль брома. По условию,

$$(x + 2y) / (x + y) = 1.4,$$

откуда получается $x = 1.5y$. Поскольку соединения, находящиеся в смеси, представляют собой изомеры, массовая доля изомера метилакрилата будет равна его мольной доле или 40%.