

10 класс

10.1. У двух соседних по гомологическому ряду одноосновных карбоновых кислот массовая доля водорода оказалась равной 4,92% и 5,88%. Предложите по одной структурной формуле любого из изомеров каждой из этих кислот.

Решение:

Составим формулу первой кислоты:



Составим выражение для определения молярной массы первой кислоты:

$$M_1 = 12x + y + 45$$

Составим формулу второй кислоты. Так как кислоты – соседи по гомологическому ряду, то их формулы отличаются на группу CH_2 :



Составим выражение для определения молярной массы второй кислоты:

$$M_2 = 12x + y + 12 + 32 + 12 + 2 + 1 = 12x + y + 59$$

Выразим процентное содержание водорода в первой кислоте:

$$\begin{aligned}\omega &= m(H)/m(\text{кислоты}) \\ 0,0492 &= y + 1 / 12x + y + 45\end{aligned}$$

Выразим процентное содержание водорода во второй кислоте:

$$\begin{aligned}\omega &= m(H)/m(\text{кислоты}) \\ 0,0588 &= y + 3 / 12x + y + 59\end{aligned}$$

Определим величины x и y . Решая систему уравнений:

$$\begin{aligned}0,0492 &= y + 1 / 12x + y + 45 \\ 0,0588 &= y + 3 / 12x + y + 59,\end{aligned}$$

получим $x=6$, $y=5$.

Определим формулу первой кислоты:



Определим формулу второй кислоты:



10.2. Будет ли образовываться осадок $CaSO_4$, если к раствору, содержащему 0,02 моль/л $CaCl_2$, прибавить равный объем раствора, содержащий 0,2 моль/л H_2SO_4 ($PP=6,1 \cdot 10^{-5}$)?

Решение:

Напишем выражение PP для $CaSO_4$:

$$PP = [Ca^{2+}] [SO_4^{2-}]$$

Определим концентрацию ионов Ca^{2+} после смешивания растворов. Так как смешиваются равные объемы растворов, то концентрация $CaCl_2$ уменьшается в 2 раза и становится равной:

$$\begin{aligned}0,02/2 &= 0,01 \text{ моль/л} \\ CaCl_2 &= Ca^{2+} + 2Cl^- \\ \nu(CaCl_2) &= \nu(Ca^{2+}) = 0,01 \text{ моль/л}\end{aligned}$$

Определим концентрацию ионов SO_4^{2-} после смешивания растворов. Так как смешиваются равные объемы растворов, то концентрация H_2SO_4 уменьшается в 2 раза и становится равной:

$$\begin{aligned} 0,2/2 &= 0,1 \text{ моль/л} \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \\ \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \nu(\text{SO}_4^{2-}) = 0,1 \text{ моль/л} \end{aligned}$$

Определим ПК CaSO_4 :

$$\text{ПК} = 0,01 \cdot 0,1 = 0,001 \text{ моль/л}$$

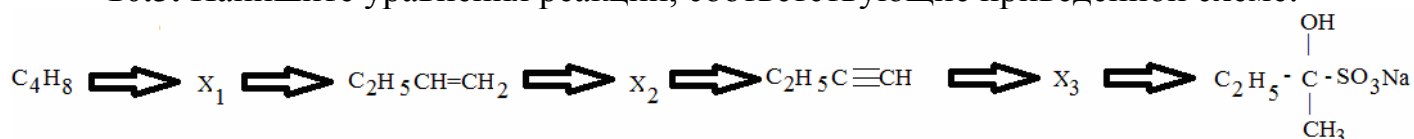
Теперь можем определить, выпадает осадок или нет.

Осадок выпадает, когда $\text{ПР} < \text{ПК}$

$$\text{ПР} < [\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

Это условие выполняется, т.к. $6,1 \cdot 10^{-5} < 0,001$, значит осадок выпадает.

10.3. Напишите уравнения реакций, соответствующие приведенной схеме:



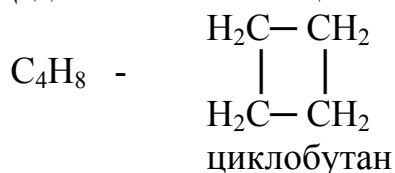
Определите неизвестные вещества. В уравнениях укажите структурные формулы веществ и их названия, условия протекания реакции.

Решение:

Составим уравнение реакции 1:



Дадим названия веществ и составим структурные формулы:



1-бромбутан

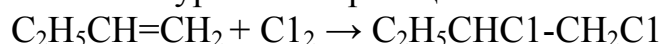
Составим уравнение реакции 2:



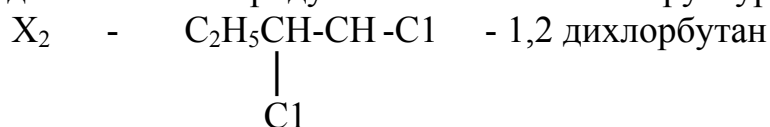
Дадим название продукта и составим его структурную формулу:



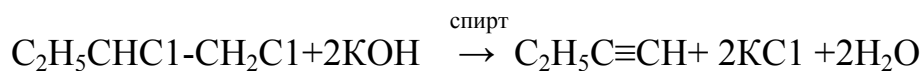
Составим уравнение реакции 3:



Дадим название продукта и составим его структурную формулу:



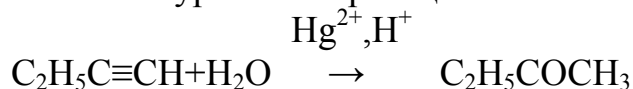
Составим уравнение реакции 4:



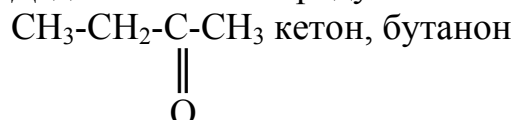
Дадим название продукта и составим его структурную формулу:



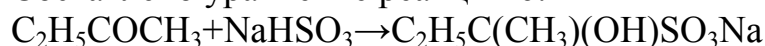
Составим уравнение реакции 5:



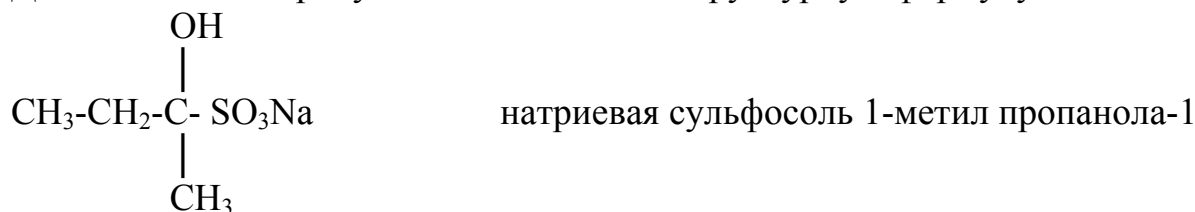
Дадим название продукта и составим его структурную формулу:



Составлено уравнение реакции 6:



Дадим название продукта и составим его структурную формулу:



10.4. В гетерогенной системе $\text{Si}(\text{к}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{SiO}_2(\text{к}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - Q$ установилось равновесие с $K_c = 0,1$. Определить равновесные концентрации H_2O и H_2 , если в начале реакции в реакторе объемом 20л находилось 18 г воды. Предложите способ усиления прямого процесса.

Решение:

Определим молярную концентрацию воды:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{раств. в-ва}} / M_{\text{раств. в-ва}} \cdot V_{\text{р-ра}} = 18 / 18 \cdot 20 = 0,05 \text{ моль/л}$$

Запишем выражение константы равновесия:

$$K_c = [\text{H}_2]^2 / [\text{H}_2\text{O}]^2$$

Определим равновесные концентрации воды и водорода. Пусть потрачено x (моль/л) воды, тогда образуется x (моль/л) водорода

$$C_{\text{равн}}(\text{H}_2\text{O}) = C_{\text{исх}} - \Delta C = (0,05 - x) \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{равн}}(\text{H}_2) = C_{\text{исх}} + \Delta C = (0 + x) \text{ моль/л}$$

$$0,1 = x^2 / (0,05 - x)^2$$

$$X_1 = 0,012 \text{ моль/л}$$

$$X_2 = -0,023 \text{ моль/л} - \text{не подходит}$$

$$C_{\text{равн}}(\text{H}_2\text{O}) = (0,05 - 0,012) = 0,038 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{равн}}(\text{H}_2) = (0 + 0,012) = 0,012 \text{ моль/л}$$

Способы усиления прямого процесса:

А) давление не влияет, т.к. в ходе прямого процесса давление не меняется (не меняется число молей газообразных веществ: их 2х молей воды образуется 2-а моля водорода);

Б) прямой процесс эндотермический (идет с уменьшением температуры), т.к. $Q < 0$. Для усиления процесса, согласно принципа Ле Шателье, температуру надо увеличить;

В) прямой процесс идет с уменьшением концентрации воды и увеличением концентрации водород. Для усиления процесса, согласно принципа Ле Шателье, концентрацию воды нужно увеличить, а концентрацию водорода уменьшить.

10.5. Рассчитайте pH раствора, полученного при сливании 50 мл 0,05М раствора HCl, и 40 мл 0,1 М раствора KOH (Изменением объема при смешивании пренебечь).

Решение:

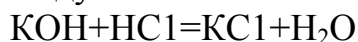
Определим число молей HCl:

$$\nu(\text{HCl}) = C_m \cdot V = 0,05 \cdot 0,05 = 0,0025 \text{ моль}$$

Определим число молей KOH:

$$\nu(\text{KOH}) = C_m \cdot V = 0,1 \cdot 0,04 = 0,004 \text{ моль}$$

Запишем уравнение реакции между HCl и KOH:

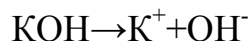


Определим вещество, находящееся в избытке Так как вещества взаимодействуют в соотношении 1:1, то $\nu(\text{KOH}) > \nu(\text{HCl})$. KOH находится в избытке.

Определим избыточное число молей KOH:

$$\nu_{\text{изб}}(\text{KOH}) = \nu_{\text{исх}}(\text{KOH}) - \nu_{\text{израсх}}(\text{KOH}) = 0,004 - 0,0025 = 0,0015 \text{ моль}$$

Определим концентрацию ионов OH^- :



$$\nu(\text{KOH}) = \nu(\text{OH}^-) = 0,0015 \text{ моль}$$

$$C(\text{OH}^-) = \nu/V = 0,0015/(0,05+0,04) = 0,0167 \text{ моль/л}$$

Образующаяся соль не влияет на величину pH. Продуктом является соль KCl, которая гидролизу не подвергается, $\text{pH} = 7$. Её образование на величину pH не влияет, т.к. при растворении этой соли дополнительные ионы H^+ или OH^- не образуются.

Определим концентрацию ионов H^+ :

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = 10^{-14} / 0,0167 = 6 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$$

Определим pH получившегося раствора:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 6 \cdot 10^{-13} = 12,22$$