

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2015/16
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. Время на выполнение – 45 минут
10 класс

Задача 10-1

При взаимодействии ациклического углеводорода с бромом в мольном соотношении 1:1 образуется только одно дибромпроизводное в виде 2 геометрических изомеров симметричного строения. Определите строение и назовите исходный углеводород, если известно, что при полном сгорании 0.2 моль его выделяются 10.8 мл воды и 17.92 л (н.у.) оксида углерода(IV). Запишите уравнения всех указанных реакций.

Решение

Уравнение сгорания углеводорода: $C_xH_y + (x+0.25y)O_2 \rightarrow xCO_2 + 0.5yH_2O$ (2 б)

$n(H_2O)=10.8/18=0.6$ моль, (2 б)

$n(CO_2)=17.92/22.4=0.8$ моль. (2 б)

При сжигании 0.2 моль углеводорода получается 0.6 моль H_2O и 0.8 моль CO_2 , т.е. $x=4$, $y=6$. Следовательно, формула углеводорода C_4H_6 . (4 б)

Такой формуле удовлетворяют 4 ациклических соединения:

$HC\equiv C-CH_2CH_3$ (2 б), $CH_3C\equiv C-CH_3$ (2 б), $CH_2=CH-CH=CH_2$ (2 б), $CH_2=C=CH-CH_3$ (2 б).

Только при действии 1 моля брома на бутин-2 может получиться одно дибромпроизводное симметричного строения 2,3-дибромбутен-2 в виде цис- изомера (имеет плоскость симметрии) и транс-изомера (имеет оси симметрии 2 порядка):

$CH_3C\equiv C-CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3CBr=CBr-CH_3$ цис-изомер будет превалировать. (3 б)

$2C_4H_6 + 11O_2 \rightarrow 8CO_2 + 6H_2O$ (за выбор бутина-2, название, структурную формулу)

Бутадиен-1,3 кроме симметричного продукта 1,4-присоединения в цис- и транс- формах (1,4-дибромбутен-2) будет давать также несимметричный продукт 1,2-присоединения (3,4-дибромбутен-1):

$CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrCH_2-CH=CH-CH_2Br$ (2 б)

$CH_2=CH-CH=CH_2 + \text{бутин-2} \rightarrow CH_2=CH-CHBr-CH_2Br$ (2 б)

Итого 25 баллов

Задача 10-2

При растворении медной проволоки в некоторой кислоте за 1 мин выделилось 20 мл сернистого газа (25°C, 1 атм). Такую же проволоку растворили в другой кислоте, и в течение 2 мин выделилось 0.2 г оксида азота(IV). Определите кислоты, запишите уравнения. Вычислите для обоих опытов скорость растворения меди (моль в секунду) и найдите, в каком случае скорость выше.

Решение

Концентрированные серная (3 б) и азотная (3 б) кислоты растворяют медь.

$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$ (3 б)

$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ (3 б)

Для опыта 1 найдем $n(SO_2)=PV/RT=(101300\text{Па})\cdot(20\cdot 10^{-6}\text{м}^3)/[(8.314 \text{ Дж/мольК})\cdot 298\text{К}]=0.000818$ моль. (3 б)

Найдем $n_1(Cu)=n(SO_2)=0.000818$ моль (за 1 мин).

Для опыта 2 найдем $n(NO_2)=0.2\text{г}/46\text{г/моль}=0.00434$ моль. (3 б)

Отсюда $n_2(Cu)=0.5n(NO_2)=0.00217$ моль.

Найдем скорости растворения меди:

Для случая 1 с серной кислотой: $0.000818\text{моль}/60\text{с}=1.36\cdot 10^{-5}\text{моль/с}$. (3 б)

Для случая 2 с азотной кислотой: $0.00217\text{моль}/120\text{с}=1.81\cdot 10^{-5}\text{моль/с}$. (3 б)

Скорость выше во второй реакции. (1 б)

Итого 25 баллов

Задача 10-3

Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 100 г 18.25%-ной соляной кислоты, а в другом – 100 г 16%-ного раствора сульфата меди, поместили на две чаши весов. К раствору соляной кислоты добавили 2.32 г карбоната железа (II). Вычислите массу марганца, которую необходимо добавить в другой стакан, чтобы уравновесить весы.

Решение

В первом стакане протекает реакция: $\text{FeCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$. (3 б)

б)

Для расчета массы стакана после реакции найдем количество карбоната железа и соляной кислоты:

$$n(\text{FeCO}_3) = 2.32\text{г} / (116\text{г/моль}) = 0.02\text{моль}; \quad (3 \text{ б})$$

$$n(\text{HCl}) = 18.25\text{г} / (36.5\text{г/моль}) = 0.5\text{моль}. \quad (3 \text{ б})$$

Таким образом, FeCO_3 был взят в недостатке и полностью прореагировал. (3 б)

Из раствора выделилось 0.02 моль CO_2 (1 б)

и масса стакана после реакции стала равной:

$$100\text{г(раствора)} + 2.32\text{г(FeCO}_3) - m(\text{CO}_2) = 102.32 - 0.02\text{моль} \cdot 44(\text{г/моль}) = 102.32 - 0.88 = 101.44\text{г}. \quad (3 \text{ б})$$

Во втором стакане протекает реакция:



в результате которой масса стакана увеличивается лишь на массу добавленного марганца.

Следовательно, для уравнивания весов необходимо добавить 1.44г марганца. (6 б)

Итого 25 баллов

Задача 10-4

Смесь нитрата серебра и нитрата меди массой 5.46 г растворили в 50 г воды. В полученном растворе выдержали до окончания реакции цинковую пластинку массой 3.9 г. Какую массу воды следует выпарить из образовавшегося раствора, чтобы получить $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, если известно, что количество нитрата меди в исходной смеси в 2 раза больше, чем нитрата серебра.

Решение

В первую очередь определим количество каждого вещества в исходной смеси. Для этого обозначим количество нитрата серебра в исходной смеси через x , тогда количество нитрата меди $2 \cdot x$. Масса смеси равна сумме масс каждого компонента:

$$m(\text{смеси}) = m(\text{AgNO}_3) + m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) + n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \\ = x \cdot 170 + 2 \cdot x \cdot 188 = 546 \cdot x = 5.46\text{г}. \text{ Отсюда } x = 0.01.$$

Таким образом, в исходной смеси находилось

$$0.01\text{моль AgNO}_3 \quad (3 \text{ б})$$

$$\text{и } 0.02\text{моль Cu}(\text{NO}_3)_2. \quad (3 \text{ б})$$

$$\text{Количество вещества цинка равно: } 3.9/65 = 0.06\text{моль}. \quad (3 \text{ б})$$

Запишем уравнения реакций, которые протекают, когда опускают цинковую пластинку в раствор смеси нитратов серебра и меди:



На реакцию с 0.01 моль AgNO_3 потребовалось $0.01/2 = 0.005$ моль Zn и образовалось такое же количество $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. (2 б)

На реакцию с 0.02 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ потребовалось 0.02 моль Zn и образовалось такое же количество $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. (2 б)

Всего в результате реакций израсходовалось 0.025 моль Zn и образовалось 0.025 моль $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. (3 б)

Для выделения 0.025 моль гексагидрата нитрата цинка $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ требуется $0.025 \cdot 6 = 0.15$ моль H_2O массой $0.15 \cdot 18 = 2.7$ г.

Остальные $50 - 2.7 = 47.3$ г необходимо выпарить.

(3 б)
Итого 25 баллов