

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
1 вариант 25 ноября 2017 года
11 класс

Задача 11-1

Газообразные при комнатной температуре изомерные углеводороды содержат в молекуле больше одной π связи. Массовая доля водорода составляет 11.11%. При длительном выдерживании над избытком раствора хлора в хлороформе при комнатной температуре все газы превращаются в тяжелые жидкости с одинаковой массовой долей галогена, превышающей 70%. Их выделили и нагрели с водным раствором щелочи до полного освобождения органических молекул от галогена. Определите общую форму углеводородов, напишите структурные формулы соответствующих условиям задачи изомеров и их названия, уравнения указанных реакций с участием хлора и щелочи, структурные формулы продуктов всех реакций.

Решение

Массовая доля водорода 11.11%, значит массовая доля углерода 88.89%.

$n(C) : n(H) = 88.89/12 : 11.11 = 7.41 : 11.11 = 1 : 1.5$. Простейшая формула C_4H_6 .

Формула газообразных углеводородов C_4H_6 , поскольку следующий C_8H_{12} не может быть газом. Существуют 4 изомера C_4H_6 с 2 π связями, в том числе 2 алкина и 2 алкадиена.

Циклоалкены не подходят, так как имеют только 1 π связь.

Формулы изомеров: $HC\equiv C-CH_2CH_3$ бутин-1, $CH_3-C\equiv C-CH_3$ бутин-2, $CH_2=C=CH-CH_3$ бутадиен-1,2, $CH_2=CH-CH=CH_2$ бутадиен-1,3.

При хлорировании образуются тетрахлориды $C_4H_6Cl_4$ с $\omega(Cl)=142/196=0.724$ (72.4%).

$HC\equiv C-CH_2CH_3 + 2Cl_2 \rightarrow HCCl_2-CCl_2-CH_2CH_3$

$CH_3-C\equiv C-CH_3 + 2Cl_2 \rightarrow CH_3-CCl_2-CCl_2-CH_3$

$CH_2=C=CH-CH_3 + 2Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CCl_2-CHCl-CH_3$

$CH_2=CH-CH=CH_2 + 2Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CHCl-CHCl-CH_2Cl$

$HCCl_2-CCl_2-CH_2CH_3 + 4NaOH \rightarrow HC(O)-C(O)-CH_2CH_3 + 4NaCl + 2H_2O$

$CH_3-CCl_2-CCl_2-CH_3 + 4NaOH \rightarrow CH_3-C(O)-C(O)-CH_3 + 4NaCl + 2H_2O$

$CH_2Cl-CCl_2-CHCl-CH_3 + 4NaOH \rightarrow CH_2OH-C(O)-CHOH-CH_3 + 4NaCl + H_2O$

$CH_2Cl-CHCl-CHCl-CH_2Cl + 4NaOH \rightarrow CH_2OH-CHOH-CHOH-CH_2OH + 4NaCl$

За определение формулы C_4H_6

1 б.

За структурные формулы и названия 4 изомеров по 2 б.

8 б.

За 8 уравнений и структурные формулы продуктов по 2 б.

16 б.

Итого 25 баллов

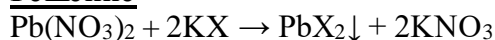
Задача 11-2

Аптечную йодную настойку залили в пробирку и быстро выпарили досуха, освободившись от смеси растворителей **В** и **Г**. Пробирку с сухим темным остатком заткнули резиновой пробкой, нагревали доньшко при $150^\circ C$. Пробирка наполнилась фиолетовыми парами с плотностью по воздуху 8.76. После охлаждения пробирки фиолетовые пары пропали, на стенках выросли кристаллики чёрно-серого цвета вещества **Б**, имеющие металлический блеск. На дне остались белые кристаллы **А**. Кристаллы **А** представляют индивидуальное бинарное вещество — калиевую соль **КХ**, при действии на водный раствор **КХ** избытка нитрата свинца выпадает тяжелый желтый осадок PbX_2 , содержащий 44.9% металла по массе. Кристаллы **Б** представляют индивидуальное простое вещество, нерастворимое в растворителе **Г**. Если раствор **Б** в легколетучем растворителе **В** нагревать при $60^\circ C$ с избытком водного раствора KOH , то выпадет тяжелый желтый осадок йодоформа. При сжигании 0.5 моль органического вещества **В** образуются только 44 г углекислого газа и 27 г воды. Жидкое вещество **Г** не горит, представляет распространенный в химии полярный растворитель, содержит в молекуле 11.11% водорода по массе.

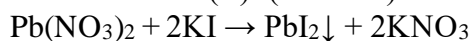
Определите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, запишите уравнения реакций в упомянутых

процессах.

Решение

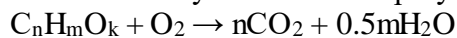


Найдем молярную массу соли PbX_2 . $M=207/0.449=461$ г/моль. Найдем молярную массу элемента X. $M(\text{X})=(461-207)/2=127$ г/моль. Это йод. Вещество А — это йодид калия **KI**.

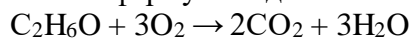


Найдем молярную массу вещества Б по плотности фиолетовых паров. $M(\text{Б})=29*8.76=254$ г/моль. Вещество **Б - это йод I₂**.

По количеству CO_2 и H_2O в результате горения В можно определить, что $n=2$, $m=6$.



Значит формула В должна быть $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_k$. Легколетучая жидкость **В — это этанол C₂H₅OH**.



Йодоформ получается по уравнению:



Растворитель **Г — это вода H₂O**, $\omega(\text{H})=2/18=0.1111$ (11.11%).

За установление формул А, Б, В, Г по 3 б.

12 б.

За уравнение образования йодоформа

7 б.

За уравнения образования $\text{PbI}_2\downarrow$ и горения спирта по 3 б.

6 б.

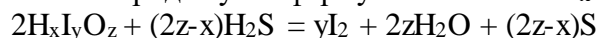
Итого 25 баллов

Задача 11-3

Молярная масса йодсодержащей кислоты равна 176. При взаимодействии этой кислоты с сероводородом образуются йод, сера и вода. Установите химическую формулу кислоты, если известно, что в полученной после реакции смеси на 1 моль I_2 приходится 5 моль S. Назовите кислоту, напишите уравнение протекающей химической реакции и уравняйте ее методом электронного баланса.

Решение

Поскольку в реакции между йодсодержащей кислотой и H_2S образуется H_2O , кислота содержит кислород. Пусть формула кислоты – $\text{H}_x\text{I}_y\text{O}_z$.



Весь кислород переходит в $2z$ моль воды, поэтому необходимы $4z-2x$ моль атомов водорода из $2z-x$ моль H_2S .

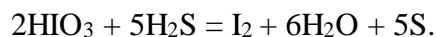
Молярная масса кислоты равна $M=x+127y+16z=176$.

Очевидно, что $y=1$, так как при $y>1$, $M>176$. Следовательно, $x+16z=49$. Формально у этого уравнения есть три решения с целыми положительными значениями x и z : а) $x=1$, $z=3$ и формула кислоты HIO_3 ; б) $x=17$, $z=2$ (H_{17}IO_2); в) $x=33$, $z=1$ (H_{33}IO), но две последние формулы не имеют смысла. Таким образом, восстановлению была подвергнута йодноватистая кислота HIO_3 :

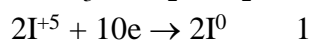
(за формулу кислоты - 5 б.)

(за название кислоты - 2 б.)

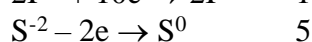
(за расчеты и аргументацию - 8 б.)



(5 баллов)



(5 баллов)



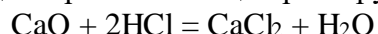
Итого 25 баллов

Задача 11-4

Для растворения 1.056 г твердой смеси CaO и CaCO_3 с образованием хлоридов требуется 10 мл 2.2 моль/л раствора хлороводородной кислоты. Вычислите массовую долю компонентов в исходной смеси. Рассчитайте объем выделившегося при этом газа (20°C , 745 мм.рт.ст.).

Решение

Оксид и карбонат кальция реагируют с HCl по уравнениям:



(2 б.)



Пусть в 1.056 г смеси содержится x моль CaO ($M = 56$ г/моль) и y моль CaCO_3 ($M = 100$ г/моль), тогда:

$$56x + 100y = 1.056$$

На реакцию с CaO и CaCO_3 потребовалось $2x + 2y$ или $2 \cdot 0.01 = 0.022$ моль HCl , т.е.

$$2x + 2y = 0.022$$

Решением системы уравнений находим, что $x = 0.001$, $y = 0.01$. **решение (5 б.)**

Отсюда $m(\text{CaO}) = 56 \cdot 0.001 = 0.056$ г, $m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0.01 = 1.0$ г.

$$\omega(\text{CaO}) = 100 \cdot 0.056 / 1.056 = 5.3\% \quad (5 \text{ б.})$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 1.0 / 1.056 = 94.7\% \quad (5 \text{ б.})$$

Теперь рассчитаем объем выделившегося газа.

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0.01 \text{ моль.}$$

$$PV = nRT, \quad V = nRT/P = 0.01 \cdot 0.082 \cdot 293 / (745/760) = 0.245 \text{ л} \quad (6 \text{ б.})$$

Итого 25 баллов