

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

Задача 10-1

Газообразные при комнатной температуре изомерные углеводороды содержат в молекуле больше одной π связи. Массовая доля водорода составляет 11.11%. При длительном выдерживании над избытком бромной воды все газы превращаются в тяжелые жидкости с массовой долей водорода в их молекулах менее 2%. Определите общую формулу углеводородов, напишите структурные формулы возможных изомеров и их названия, уравнения реакций с бромом и структурные формулы продуктов.

Решение

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

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

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.

$HC\equiv C-CH_2CH_3$ 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.

$HC\equiv C-CH_2CH_3 + 2Br_2 \rightarrow HCBBr_2-CBr_2-CH_2CH_3$

$CH_3-C\equiv C-CH_3 + 2Br_2 \rightarrow CH_3-CBr_2-CBr_2-CH_3$

$CH_2=C=CH-CH_3 + 2Br_2 \rightarrow CH_2Br-CBr_2-CHBr-CH_3$

$CH_2=CH-CH=CH_2 + 2Br_2 \rightarrow CH_2Br-CHBr-CHBr-CH_2Br$

Массовая доля водорода в тетрабромиде $C_4H_6Br_4$ равна $6/374 = 0.016$ (1.6%). Каждая реакция протекает через промежуточное образование дибромидов $C_4H_6Br_2$ с массовой долей водорода $6/214 = 0.028$ (2.8%).

За определение формулы C_4H_6

5 б.

За структурные формулы и названия 4 изомеров по 2.5 б.

10 б.

За 4 уравнения и структурные формулы 4 изомеров $C_4H_6Br_4$ по 2.5 б.

10 б.

Итого 25 баллов

Задача 10-2

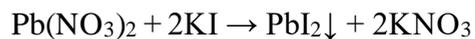
Аптечную йодную настойку залили в пробирку и быстро выпарили досуха, освободившись от смеси растворителей **В** и **Г**. Пробирку с сухим темным остатком заткнули резиновой пробкой и нагревали доньшко при $150^\circ C$. Пробирка заполнилась фиолетовыми парами с плотностью по воздуху 8.76. После охлаждения 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 KX , при действии на водный раствор ее избытка нитрата свинца выпадает тяжелый желтый осадок PbX_2 , содержащий 44.9% металла по массе. Кристаллы **Б** представляют индивидуальное простое вещество. Жидкое вещество **Г** не горит, представляет распространенный в химии полярный растворитель с т.кип. $100^\circ C$, содержит в молекуле 11.11% водорода по массе. Если пары легколетучего растворителя **В** нагревать при $400-500^\circ C$ в присутствии оксидов магния и цинка, то получается газообразный углеводород, который можно заполимеризовать в каучук. При сжигании 0.5 моль органического вещества **В** образуются только 44 г углекислого газа и 27 г воды.

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

Решение

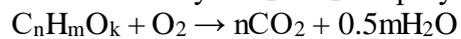
$Pb(NO_3)_2 + 2KX \rightarrow PbX_2 \downarrow + 2KNO_3$

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

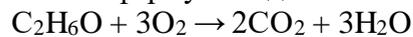


Найдем молярную массу вещества Б по плотности фиолетовых паров. $M(\text{Б})=29 \cdot 8.76=254$ г/моль. Вещество **Б** - это йод I_2 .

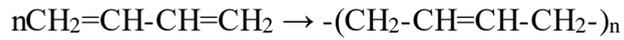
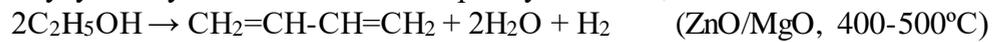
По количеству CO_2 и H_2O в результате горения В можно определить, что $n=2$, $m=6$.



Значит формула В должна быть $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_k$. Легколетучая жидкость **В** — это этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



Каучук получается из этанола через бутадиен-1,3:



Растворитель **Г** — это вода H_2O , $\omega(\text{H})=2/18=0.1111$ (11.11%).

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

12 б.

За уравнение образования полибутадиена

4 б.

За 3 других уравнения по 3 б.

9 б.

Итого 25 баллов

Задача 10-3

При прокаливании смеси карбоната кальция и нитрата натрия получили смесь газов, плотность которой при 45°C и 1.5 атм равна 1.92 г/л. Вычислите состав смеси карбоната кальция и нитрата натрия в процентах по массе.

Решение

Газовая смесь, образующаяся при прокаливании смеси CaCO_3 ($M=100$ г/моль) и NaNO_3 ($M=85$ г/моль) состоит из CO_2 ($M=44$ г/моль) и O_2 ($M=32$ г/моль):



(3 б.)



(3 б.)

Пусть в исходной смеси содержится x моль CaCO_3 и y моль NaNO_3 , тогда при ее прокаливании образуется в соответствии с химическими уравнениями x моль CO_2 и $0.5y$ моль O_2 . Средняя молярная масса полученной газовой смеси равна:

$$M_{\text{ср}} = m/n = (44x + 32 \cdot 0.5y) / (x + 0.5y) = (44x + 16y) / (x + 0.5y).$$

(3 б.)

Вычислим $M_{\text{ср}}$, используя уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$M_{\text{ср}} = mRT/PV = \rho RT/P = 1.92 \cdot 0.082 \cdot (273 + 45) / 1.5 = 33.4 \text{ г/моль.}$$

(5 б.)

$$(44x + 16y) / (x + 0.5y) = 33.4, \text{ откуда } y = 15.1x.$$

(3 б.)

Массовые доли компонентов исходной смеси составляют:

$$\omega(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) / m_{\text{смеси}} = 100x / (100x + 85y) = 100x / (100x + 85 \cdot 15.1x) = 0.07 \text{ (7\%)}$$

(4 б.)

$$\omega(\text{NaNO}_2) = m(\text{NaNO}_2) / m_{\text{смеси}} = 85y / (100x + 85y) = 85 \cdot 15.1x / (100x + 85 \cdot 15.1x) = 0.93 \text{ (93\%)}$$

(4 б.)

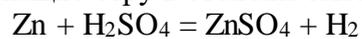
Итого 25 баллов

Задача 10-4

Объясните, почему для получения водорода рекомендуется цинк вводить в реакцию с разбавленной соляной кислотой, а не с серной кислотой.

Решение

При взаимодействии цинка с HCl образуется только одно газообразное вещество – водород. Ионы Cl^- в этом случае восстанавливаться не могут. При взаимодействии цинка с серной кислотой восстановлению могут подвергаться кроме ионов H^+ или молекулы H_2SO_4 , содержащие серу в степени окисления +6. В результате наряду с реакцией



при достаточно высокой концентрации H_2SO_4 и высокой температуре могут протекать и другие реакции:



Вследствие этого H_2 может быть загрязнен диоксидом серы или сероводородом.
(объяснение – 10 б., реакции – 15 б.)

Итого 25 баллов