

**«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  $\pi$  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  $\pi$  связями, в том числе 2 алкина и 2 алкадиена.

Циклоалкены не подходят, так как имеют только 1  $\pi$  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**

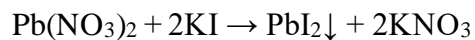
Аптечную йодную настойку залили в пробирку и быстро выпарили досуха, освободившись от смеси растворителей **В** и **Г**. Пробирку с сухим темным остатком заткнули резиновой пробкой и нагревали доньшко при  $150^\circ C$ . Пробирка заполнилась фиолетовыми парами с плотностью по воздуху 8.76. После охлаждения 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**

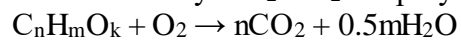
$Pb(NO_3)_2 + 2KX \rightarrow PbX_2 \downarrow + 2KNO_3$

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**.

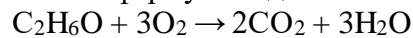


Найдем молярную массу вещества Б по плотности фиолетовых паров.  $M(\text{Б})=29 \cdot 8.76=254$  г/моль. Вещество **Б** - это йод  $\text{I}_2$ .

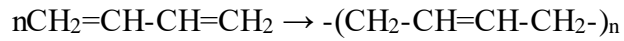
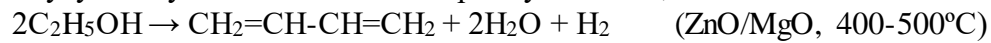
По количеству  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в результате горения В можно определить, что  $n=2$ ,  $m=6$ .



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  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\omega(\text{H})=2/18=0.1111$  (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.**

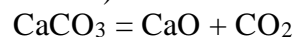
**Итого 25 баллов**

### Задача 10-3

При прокаливании смеси карбоната кальция и нитрата натрия получили смесь газов, плотность которой при  $45^\circ\text{C}$  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  $\text{CaCO}_3$  ( $M=100$  г/моль) и  $\text{NaNO}_3$  ( $M=85$  г/моль) состоит из  $\text{CO}_2$  ( $M=44$  г/моль) и  $\text{O}_2$  ( $M=32$  г/моль):



**(3 б.)**



**(3 б.)**

Пусть в исходной смеси содержится  $x$  моль  $\text{CaCO}_3$  и  $y$  моль  $\text{NaNO}_3$ , тогда при ее прокаливании образуется в соответствии с химическими уравнениями  $x$  моль  $\text{CO}_2$  и  $0.5y$  моль  $\text{O}_2$ . 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.)**

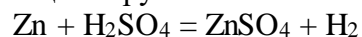
**Итого 25 баллов**

### Задача 10-4

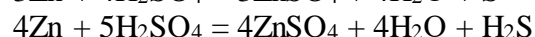
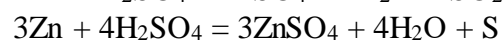
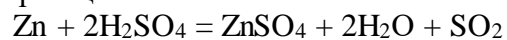
Объясните, почему для получения водорода рекомендуется цинк вводить в реакцию с разбавленной соляной кислотой, а не с серной кислотой.

#### Решение

При взаимодействии цинка с  $\text{HCl}$  образуется только одно газообразное вещество – водород. Ионы  $\text{Cl}^-$  в этом случае восстанавливаться не могут. При взаимодействии цинка с серной кислотой восстановлению могут подвергаться кроме ионов  $\text{H}^+$  или молекулы  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , содержащие серу в степени окисления +6. В результате наряду с реакцией



при достаточно высокой концентрации  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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**