

Нахождение молекулярной формулы вещества. Задание 40.

Зыбанова Людмила Григорьевна,
учитель химии МБОУ гимназии № 2

Решение задач

Формулы в общем виде:

1. Алканы $M(C_nH_{2n+2}) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2$;

2. Алкены, циклоалканы $M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n$;

3. Алкины и алкадиены $M(C_nH_{2n-2}) = 12n + 2n - 2 = 14n - 2$;

4. Арены (ароматические углеводороды) $M(C_nH_{2n-6}) = 12n + 2n - 6 = 14n - 6$;

5. Предельные одноатомные спирты и простые эфиры

$M(C_nH_{2n+1}OH) = 12n + 2n + 18 = 14n + 18$;

6. Многоатомные спирты. Выведем формулу, исходя из алкана:

$C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n+1}-(OH)_3 \rightarrow C_nH_{2n+2}O_3$; $M(C_nH_{2n+2}O_3) = 12n + 2n + 50 = \underline{14n + 50}$;

7. Предельные альдегиды и кетоны $M(C_nH_{2n+1}COH) = 12n + 2n + 30 = 14n + 30$;

8. Предельные карбоновые кислоты и сложные эфиры

$M(C_nH_{2n+1}-COOH) = 12n + 2n + 46 = \underline{14n + 46}$;

(n-количество атомов углерода, не входит карбоксильный атом углерода);

9. Предельные первичные амины $M(C_nH_{2n+1}-NH_2) = 12n + 2n + 17 = \underline{14n + 17}$;

10. Предельные аминокислоты $M(C_nH_{2n}(NH_2)COOH) = 12n + 2n + 16 + 45 = \underline{14n + 61}$;

11. Предельные нитропроизводные $M(C_nH_{2n+1}NO_2) = 12n + 2n + 47 = \underline{14n + 47}$;

Решение задач

Пример. Установите молекулярную формулу предельного трехатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 10%.

Решение:

Выражаем формулу в общем виде предельного трехатомного спирта: $C_nH_{2n+2}O_3$;

$M(\text{трехат.спирта}) = 14n + 50$;

$\omega = m(H)/M(\text{трехат.спирт}); 0,1 = 2n + 2 / 14n + 50$;

$1,4 + 5 = 2n + 2; 3 = 0,6n; n = 3 / 0,6 = 5$;

Ответ: $C_5H_{12}O_3$ или $C_5H_9(OH)_3$

Пример. Монобромпроизводное алкана содержит 35% углерода по массе. Определите молекулярную формулу этого соединения.

Решение:

Выражаем в общем виде монопроизводное алкана:

$M(C_nH_{2n+1}Br) = 12n + 2n + 81 = 14n + 81$;

$\omega = m(C)/M(\text{монобромпроиз.});$

$0,35 = 12n / 14n + 81; 4,9n + 28,35 = 12n; 28,35 = 7,1n$;

$n = 28,35 / 7,1 = 3,99 \approx 4$;

Ответ: C_4H_9Br

Решение задач

Пример. Пары одного из монобромалканов в 61,5 раз тяжелее водорода. Установите молекулярную формулу этого вещества.

Решение:

$$D_{H_2}=61,5; M(C_nH_{2n+1}Br)=61,5 \cdot 2=123 \text{ г/моль};$$

$$M(C_nH_{2n+1}Br)=14n+81; 14n+81=123; 14n=42; n=42/14=3;$$

Ответ: C_3H_7Br

Пример. Установите молекулярную формулу диена, относительная плотность паров которого по воздуху 1,862.

Решение:

$$D_{\text{возд.}}=1,862; M(C_nH_{2n-2})=1,862 \cdot 29=53,998 \text{ г/моль} \approx 54 \text{ г/моль};$$

$$M(C_nH_{2n-2})=14n-2; 14n-2=54; 14n=56; n=56/14=4;$$

Ответ: C_4H_6

Решение задач

Пример. Массовая доля кислорода в предельной одноосновной карбоновой кислоте равна 43,24%. Установите молекулярную формулы кислоты.

Решение:

Составляем формулу предельной одноосновной кислоты в общем виде:

$$C_nH_{2n+1}COOH=12n+2n+46=\underline{14n+46};$$

$$\omega(O)=m(O)/M(\text{к-ты.});$$

$$0,4324=32/14n+46; \quad 6,0536n+19,8904=32;$$

$$6,0536n=12,1096;$$

$$n=2; \text{ (без карбоксильного атома углерода);}$$

Ответ: C_2H_5-COOH

Решение задач

Пример. Соль серебра(I) и одноосновной карбоновой кислоты обработана избытком хлора. Образовались хлорпроизводное углеводорода, углекислый газ и осадок хлорида серебра(I). Плотность пара хлорпроизводного по воздуху равна 3,19. Выведите формулу исходной соли.

Решение:

Составляем уравнение реакции:



$$D(\text{возд.}) = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) / 29 = 3,19;$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) = 3,19 \cdot 29 = 92,5 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) = 14n + 1 + 35,5 = 14n + 36,5;$$

$$14n + 36,5 = 92,5; \quad 14n = 56; \quad n = 56 / 14 = 4; \quad \text{C}_4\text{H}_9\text{Cl};$$

Ответ: $\text{C}_4\text{H}_9\text{-COOAg}$

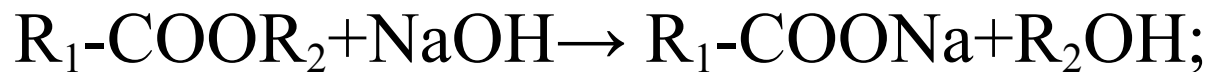
Решение задач

Пример. Выведите формулу предельного сложного эфира, если для омыления 24 г этого вещества необходимо взять 160 г 10%-ного раствора едкого натра.

Решение:

$$\omega = m(\text{в-ва}) \cdot 100\% / m(\text{р-ра.}); \quad m(\text{NaOH}) = 16 \text{ г};$$

$$n(\text{NaOH}) = 16 / 40 = 0,4 \text{ моль};$$



0,4 моль

0,4 моль

$$M(\text{слож.эфира}) = m/n = 24 / 0,4 = 60 \text{ г/моль};$$

$$M(14n + 46) = 60 \text{ г/моль};$$

$$14n = 60 - 46 = 14; \quad 14n = 14; \quad n = 14 / 14 = 1;$$

Ответ: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ или H-COO-CH_3

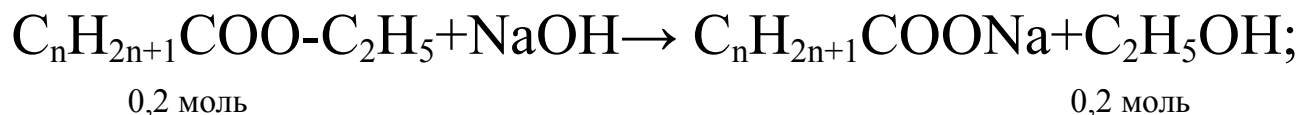
Решение задач

Пример. Выведите формулу этилового эфира одноосновной карбоновой кислоты, если при омылении 14,8 г этого эфира с помощью едкого натра получено 9,2 г этанола.

Решение:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 9,2/46 = 0,2 \text{ моль};$$

t, кат.



$$M(\text{слож.эфира}) = m/n = 14,8/0,2 = 74 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{-COO-C}_2\text{H}_5) = 14n + 74 = 74; \quad 14n = 0;$$

Атомов углерода в радикале кислоты нет, т.е. кислота в составе сложного эфира – муравьиная.



Ответ: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ или H-C=O – этиловый эфир муравьиной кислоты (этилформиат)

Решение задач

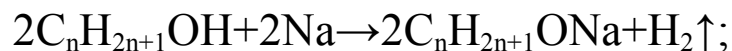
Пример. При взаимодействии органического вещества массой 14,8 г с металлическим натрием собрали 2,24 л (н.у.) водорода. В ходе исследования химических свойств этого вещества установлено, что при его взаимодействии с оксидом меди (II) образуется кетон.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции получения этого вещества с оксидом меди (II).

Решение:

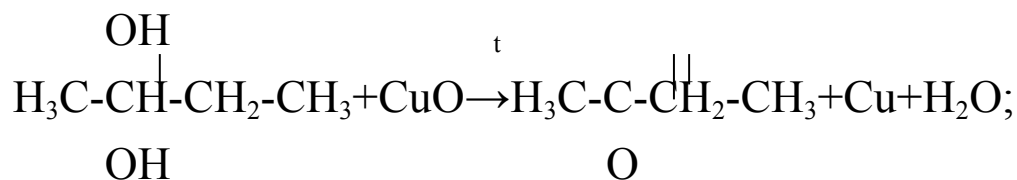
Предположим, что органическое вещество, вторичный спирт, т.к. образуется кетон:



$$n(H_2) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}; n(\text{спирта}) = 2n(H_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль};$$

$$M(C_nH_{2n+1}-OH) = 14,8 / 0,2 = 74 \text{ г/моль};$$

$$14n + 18 = 74; 14n = 74 - 18 = 56; n = 4; \quad C_4H_{10}O$$



Решение задач

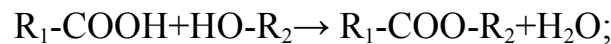
Пример. Одноосновная карбоновая кислота, содержащая 26,1% углерода, 4,3% водорода, реагирует со спиртом с образованием вещества, плотность паров которого по воздуху равна 2,55.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции получения этого вещества при взаимодействии кислоты со спиртом.

Решение:

$t, \text{кат.}$



$$\omega(\text{O}) \text{ в к-те} = 100\% - 26,1\% - 4,3\% = 69,6\%; \quad \omega(\text{O}) \text{ в к-те} = m(\text{O}) \cdot 100\% / M(\text{к-ты});$$

$$M(\text{к-ты}) = (m(\text{O}) \cdot 100\%) / \omega(\text{O}) \text{ в к-те} = 32 \cdot 100 / 69,6 = 46 \text{ г/моль}; \quad M(\text{к-ты}) = 14n + 46 = 46; \quad n=0;$$

ОН

$t, \text{кат.}$

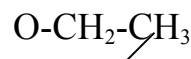


$$M_{\text{ист.}}(\text{слож. эфира}) = D_{\text{возд.}} \cdot M_{\text{возд.}} = 2,55 \cdot 29 = 74 \text{ г/моль}; \quad M(\text{C}_x\text{H}_y) = 74 - 45 = 29 \text{ г/моль};$$

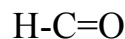
Если $x=1$; $12+y=29$; $y=17$ - не может быть (кол-во атомов Н);

$$x=2; \quad 24+y=29; \quad y=29-24=5;$$

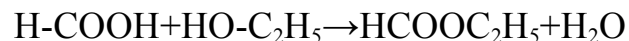
Радикал в спирте C_2H_5 : спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;



Молекулярная формула вещества: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$;



$t, \text{кат.}$



Решение задач

Пример. При сжигании 28,0 г газообразного органического вещества выделилось 88 г углекислого газа и 36 г воды. Плотность вещества 2,5 г/л. В ходе исследования химических свойств этого вещества установлено, что при его взаимодействии с бромоводородом преимущественно образуется вторичное галогенпроизводное.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции этого вещества с бромоводородом.

Решение:



$$n(CO_2) = n(C) = 88/44 = 2 \text{ моль}; \quad m(C) = 24 \text{ г};$$

$$n(H_2O) = 36/18 = 2 \text{ моль}; \quad n(H) = 4 \text{ моль}; \quad m(H) = 4 \text{ г};$$

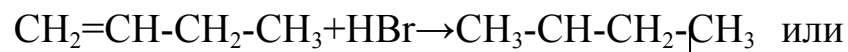
$$m(C) + m(H) + m(O) = 28,0; \quad m(O) = 0 \text{ — атомов кислорода нет};$$

$$M_{\text{ист.}}(C_xH_y) = \rho \cdot V_m = 2,5 \cdot 22,4 = 56 \text{ г/моль}; \quad x:y = n(C):n(H) = 2:4 = 1:2;$$

$$M_{\text{прот.}}(CH_2) = 14 \text{ г/моль}; \quad M_{\text{ист.}}/M_{\text{прот.}} = 56/14 = 4;$$

Молекулярная формула C_4H_8 ;

Структурная формула $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ и $CH_3-CH=CH-CH_3$;



Br



Br

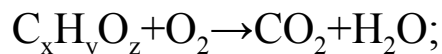
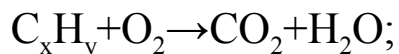
Решение задач

Пример. При сжигании 4,6 г органического вещества выделилось 4,48 л (н.у) углекислого газа и 5,4 г воды. Плотность вещества по азоту 1,643. В ходе исследования химических свойств этого вещества установлено, что натрий не вытесняет из него водород.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции структурного изомера этого вещества с натрием.

Решение:



$$n(CO_2) = n(C) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}; \quad m(C) = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ г};$$

$$n(H_2O) = 5,4 / 18 = 0,3 \text{ моль}; \quad n(H) = 0,6 \text{ моль}; \quad m(H) = 0,6 \text{ г};$$

Составляем уравнение материального баланса:

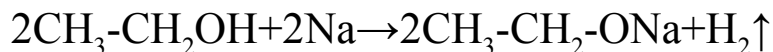
$$m(C) + m(H) + m(O) = 4,6 - 2,4 - 0,6 = 1,6; \quad m(O) = 1,6 \text{ г}; \quad n(O) = 1,6 / 16 = 0,1 \text{ моль};$$

$$x:y:z = 0,2:0,6:0,1 = 2:6:1; \quad M_{\text{прост.}}(C_2H_6O) = 46 \text{ г/моль};$$

$$M_{\text{ист.}} = D_{N_2} \cdot M(N_2) = 1,643 \cdot 28 = 46 \text{ г/моль}; \quad M_{\text{ист.}} / M_{\text{прост.}} = 46 / 46 = 1;$$

C_2H_6O т.к. Na не вытесняет водород из этого вещества, то это не спирт, а простой эфир CH_3-O-CH_3 ;

Структурным изомером предельного простого эфира является предельный одноатомный спирт:



Решение задач

Пример. При сжигании органического вещества массой 11,25 г выделилось 26,4 г углекислого газа, 2,24 л (н.у) хлороводорода и 3,6 г воды. Плотность паров вещества по азоту 4,018. В ходе исследования химических свойств вещества установлено, что при его взаимодействии со смесью концентрированных азотной и серной кислот образуется смесь двух изомеров.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции этого вещества со смесью концентрированных азотной и серной кислот.

Решение:



$$n(CO_2) = n(C) = 26,4 / 44 = 0,6 \text{ моль}; \quad m(C) = 0,6 \cdot 12 = 7,2 \text{ г};$$

$$n(H_2O) = 3,6 / 18 = 0,2 \text{ моль}; \quad n(H) = 0,4 \text{ моль};$$

$$n(HCl) = n(H) = n(Cl) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}; \quad m(Cl) = 35,5 \cdot 0,1 = 3,55 \text{ г};$$

$$n(H) = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ моль}; \quad m(H) = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ г};$$

$$m(C) + m(H) + m(Cl) + m(O) = 11,25 \text{ г}; \quad 7,2 + 3,55 + 0,5 = 11,25 \text{ г};$$

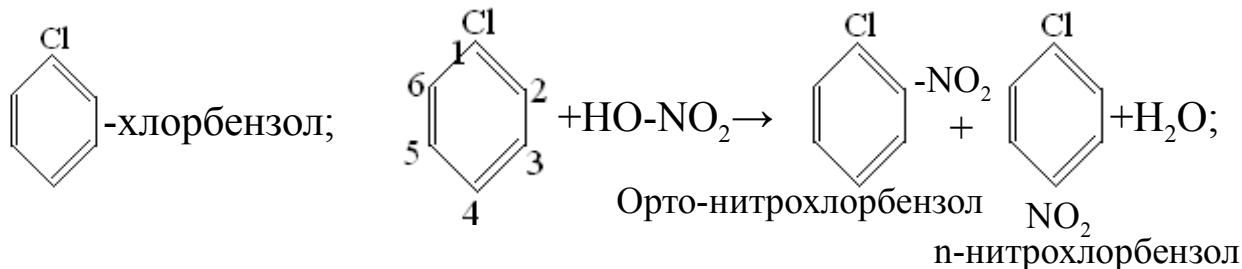
$$m(O) = 0 \text{ — атомов кислорода нет}; \quad x:y:z = 0,6:0,5:0,1 = 6:5:1; \quad M_{\text{прост.}}(C_6H_5Cl) = 112,5 \text{ г/моль};$$

$$(C_6H_5Cl) = D_{N_2} \cdot M(N_2) = 4,018 \cdot 28 = 112,5 \text{ г/моль};$$

$$M_{\text{ист.}} / M_{\text{прост.}} = 112,5 / 112,5 = 1; \text{ Молекулярная формула } C_6H_5Cl;$$

$M_{\text{ист.}}$

Решение задач



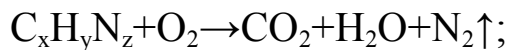
Образуется смесь орто и пара-изомеров общим количеством 1 моль т.к. хлор является ориентантом I-го рода, то заместители он будет ориентировать в положение орто, пара.

Пример. При сжигании 0,90 г газообразного органического вещества выделилось 1,76 г углекислого газа, 1,26 г воды и 0,28 г азота. Плотность вещества по азоту 1,067. В ходе исследования химических свойств вещества установлено, что при его взаимодействии с азотистой кислотой выделяется азот.

На основании данных условий задания:

- 1) Произведите необходимые вычисления;
- 2) Установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Напишите уравнение реакции этого вещества с азотистой кислотой.

Решение:



$$n(CO_2) = n(C) = 1,76 / 44 = 0,04 \text{ моль}; \quad m(C) = 0,04 \cdot 12 = 0,48 \text{ г};$$

$$m(H_2O) = 1,26 / 18 = 0,07 \text{ моль}; \quad n(H) = 0,07 \cdot 2 = 0,14 \text{ моль}; \quad m(H) = 0,14;$$

Решение задач

$$n(\text{N}_2)=0,28/28=0,01 \text{ моль}; \quad n(\text{N})=0,01 \cdot 2=0,02 \text{ моль}; \quad m(\text{N})=0,28 \text{ г};$$

$$m(\text{C})+m(\text{H})+m(\text{N})+m(\text{O})=0,9 \text{ г}; \quad 0,48+0,14+0,28=0,90 \text{ г};$$

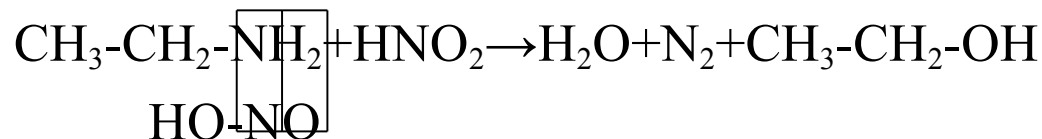
$$m(\text{O})=0 \text{ — атомов кислорода нет}; \quad x:y:z=0,04:0,14:0,02=2:7:1;$$

$$M_{\text{прост.}}(\text{C}_2\text{H}_7\text{N})=45 \text{ г/моль}; \quad M_{\text{ист.}}(\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z)=1,067 \cdot 28=45 \text{ г/моль};$$

$$M_{\text{ист.}}/M_{\text{прост.}}=45/45=1;$$

Молекулярная формула $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$;

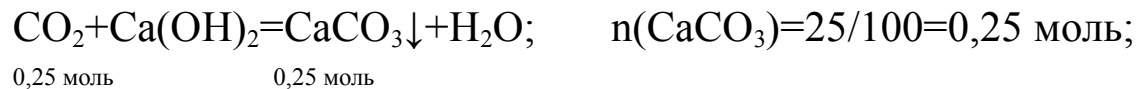
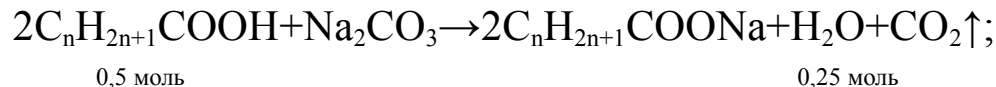
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ —это первичный амин этиламин, т.к. только первичные амины дают реакцию с азотистой кислотой:



Пример. Установите формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, если в результате реакции 30 г этой кислоты с избытком карбоната натрия выделился газ, при пропускании которого через известковую воду образовалось 25 г осадка.

Решение задач

Решение:



$$n(\text{к-ты}) = 2n(\text{CO}_2); \quad n(\text{к-ты}) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль};$$

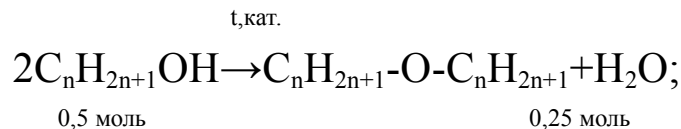
$$M_{\text{ист.}}(\text{к-ты}) = m/n = 30/0,5 = 60 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 14n + 46 = 60; \quad 14n = 60 - 46 = 14; \quad n = 1 (\text{без карбоксильного атома кислорода});$$

Ответ: $\text{CH}_3\text{-COOH}$ – уксусная кислота

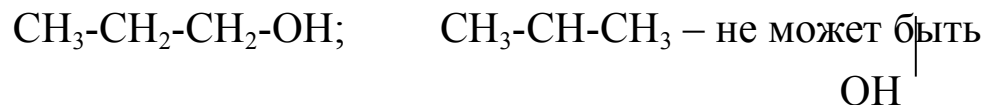
Пример. При межмолекулярной дегидратации 30 г одноатомного спирта выделилось 4,5 г воды. Определите формулу исходного спирта, если известно, что в его молекуле имеются две метиленовые группы.

Решение:



$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4,5/18 = 0,25 \text{ моль}; \quad n(\text{спирта}) = 0,5 \text{ моль}; \quad M(\text{спирта}) = 30/0,5 = 60 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 14n + 18 = 60; \quad 14n = 42; \quad n = 3$$



Решение задач

Пример. Определите молекулярную формулу вещества, в котором содержится 36% воды, 56% азота и 8% водорода (не считая водород в составе воды).

Решение:

1) Возьмем образец кристаллогидрата $m(N_xH_y \cdot kH_2O) = 100$ г;

$m(H_2O) = 36$ г; $n(H_2O) = 36/18 = 2$ моль;

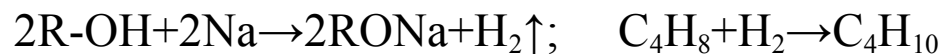
$m(N) = 56$ г; $n(N) = 56/14 = 4$ моль; $n(H) = 8/1 = 8$ моль;

$x:y:k = 4:8:2 = 2:4:1$;

Ответ: $N_2H_4 \cdot H_2O$

Пример. При взаимодействии 16 мл одноатомного спирта (плотностью 0,8 г/мл) с натрием выделился водород, достаточный для гидрирования 4,48 л (н.у) бутена. Определите молекулярную формулу спирта, считая выход количественным.

Решение:



0,4 моль

0,2 моль

$n(C_4H_8) = 4,48/22,4 = 0,2$ моль $= n(H_2)$;

$n(ROH) = 16 \cdot 0,8 = 12,8$ г; $M(ROH) = m/n = 12,8/0,4 = 32$ г/моль;

$M(C_nH_{2n+1}OH) = 14n + 18 = 32$; $14n = 14$; $n = 1$

Ответ: CH_3-OH – метанол

Решение задач

Пример. В результате сплавления натриевой соли карбоновой кислоты с гидроксидом натрия получено 24,38 г карбоната натрия и газообразное органическое вещество массой 6,9 г. Запишите уравнение реакции в общем виде. Определите молекулярную формулу полученного газообразного соединения.

Решение:



$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 24,38 / 106 = 0,23 \text{ моль} = n(\text{C}_n\text{H}_{2n+2});$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 6,9 / 0,23 = 30 \text{ г/моль}; \quad M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 14n + 2 = 30; \quad 14n = 28; \quad n = 2$$

Ответ: C_2H_6

Пример. Определите молекулярную формулу ацетиленового углеводорода, если молярная масса продукта его реакции с избытком бромоводорода в 4 раза больше, чем молярная масса исходного углеводорода.

Решение:



$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 14n - 2; \quad M(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2) = 14n + 160;$$

$$14n - 2 = (14n + 160) / 4; \quad 56n - 8 = 14n + 160; \quad 42n = 168; \quad n = 4$$

Ответ: C_4H_6

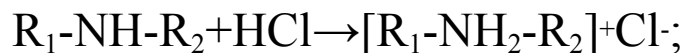
Решение задач

Пример. Некоторое органическое соединение, помимо углерода и водорода, содержит азот, массовая доля которого 23,7%. Это соединение обладает нецеклическим строением, взаимодействует с соляной кислотой с образованием соли, молекула его содержит два углеводородных радикала.

На основании этих данных:

- 1) Произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) Запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Приведите уравнение реакции его взаимодействия с соляной кислотой.

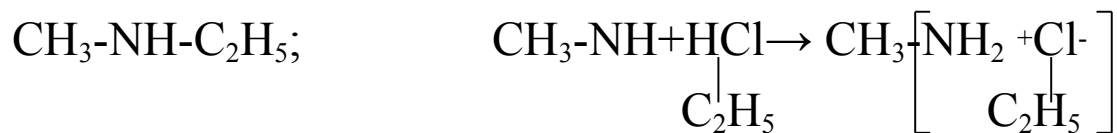
Решение:



$$\omega(N) = m(N) \cdot 100\% / M(R_1-NH-R_2);$$

$$M(R_1-NH-R_2) = m(N) \cdot 100\% / \omega(N) = (14 \cdot 100 / 23,7) = 59 \text{ г/моль};$$

$$M(C_nH_{2n+2}NH) = 14n + 17 = 59; \quad 14n = 42; \quad n = 3;$$



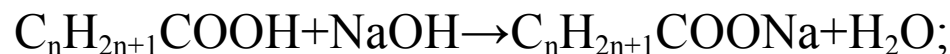
Решение задач

Пример. Некоторое органическое соединение, взаимодействуя с гидроксидом натрия, образует продукт, содержащий 33,82% металла. Известно, что это вещество может реагировать с этанолом и оксидом магния, а также окрашивает метилоранж в розовый цвет.

На основании этих данных:

- 1) Произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) Запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Приведите уравнение реакции его взаимодействия с оксидом магния.

Решение:



$$\omega(Na) = m(Na) \cdot 100\% / M(C_nH_{2n+1}COONa);$$

$$M(C_nH_{2n+1}COONa) = m(Na) \cdot 100\% / \omega(Na) = (23 \cdot 100 / 33,82) = 68 \text{ г/моль};$$

$$M(C_nH_{2n+1}COONa) = 14n + 68 = 68; \quad 14n = 0; \quad n = 0; \quad CH_2O_2$$



Решение задач

Пример. Некоторый углеводород содержит 12,9% водорода по массе. Молекула этого углеводорода содержит один четвертичный атом углерода. Установлено, что этот углеводород может взаимодействовать с аммиачным раствором оксида серебра с образованием бурового осадка.

На основании этих данных:

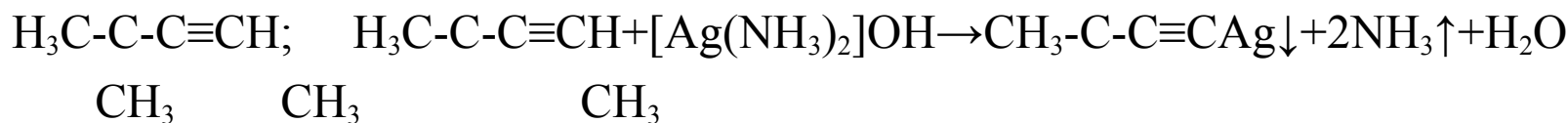
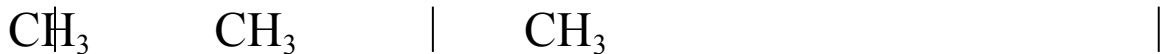
- 1) Произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) Запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) Составьте структурную формулу вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) Приведите уравнение реакции его взаимодействия с аммиачным раствором оксида серебра.

Решение:

C_xH_y ; Пусть масса образца $m(C_xH_y)=100$ г;

$m(C)=87,81$ г; $n(C)=87,81/12=7,3175$ моль; $n(H)=12,19$ моль;

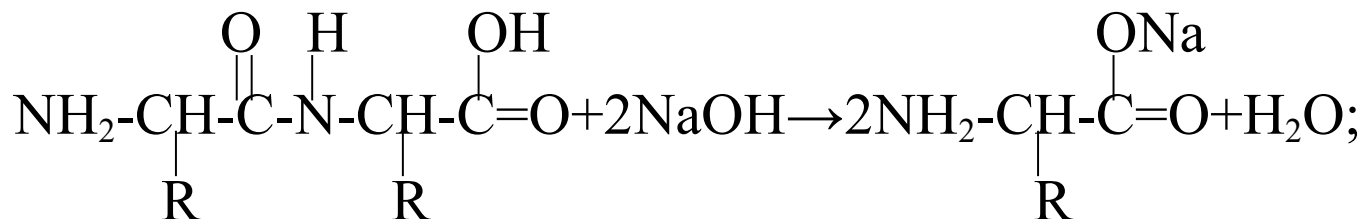
$x:y=7,3175:12,19=1:1,665(\cdot 3)=3:5(\cdot 2)=6:10$; C_6H_{10} ;



Решение задач

Пример. При щелочном гидролизе 4,8 г дипептида образовалось только одно вещество – натриевая соль некоторой аминокислоты массой 6,66 г. Установите молекулярную формулу дипептида.

Решение:

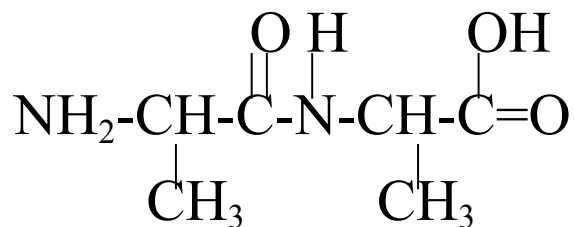


$$4,8 / (2M(\text{R}) + 130) = 6,66 / 2(M(\text{R}) + 96); \quad 4,8(2M(\text{R}) + 192) = 6,66(2M(\text{R}) + 130);$$

$$9,6M(\text{R}) + 921,6 = 13,32M(\text{R}) + 865,8;$$

$$55,8 = 3,72M(\text{R});$$

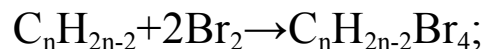
$$M(\text{R}) = 15 \text{ — это } \text{CH}_3;$$



Решение задач

Пример. Неизвестный алкин полностью обесцвечивает 300 г 3,2%-го раствора брома в хлороформе и образует 10,8 г тетрабром-производного. Выведите формулу этого углеводорода.

Решение:



0,03 моль 0,06 моль

$$m(Br_2) = 9,6 \text{ г}; \quad n(Br_2) = 9,6/160 = 0,06 \text{ моль};$$

$$m(C_nH_{2n-2}) = 10,8 - 9,6 = 1,2 \text{ г}; \quad M(C_nH_{2n-2}) = 1,2/0,03 = 40 \text{ г/моль};$$

$$M(C_nH_{2n-2}) = 12n + 2n - 2 = 14n - 2 = 40; \quad 14n = 42; \quad n = 3;$$

Ответ: C_3H_4 -пропин

Пример. В реакцию присоединения вступили 11,2 г цис-изомера алкена и 4,48 л бромоводорода. Определите молекулярную формулу алкена и приведите его название.

Решение:



$$\begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0,2 \text{ моль} & 0,2 \text{ моль} \\ \text{H} & \text{Br} \end{array} \\ n(HBr) = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль}; \quad M(\text{алкена}) = m/n = 11,2/0,2 = 56 \text{ г/моль}; \quad 14n = 56; \quad n = 4; \end{array}$$

$C=C$ цис-бутен-2

CH_3 CH_3

Решение задач

Пример. Элементы А и В, расположенные в одном периоде Периодической системы, образуют между собой ковалентное соединение, содержащие 85,53 элемента В (по массе). При гидролизе этого соединения выделяется газ, молекула которого содержит 2,74% водорода и 97,26% элемента В, а водный раствор этого газа имеет кислотную среду. Определите молекулярную формулу исходного соединения и назовите его.

Решение:

Предположим, что $m(\text{H})=1$; $\omega(\text{H})=m(\text{H})/M(\text{газ})$;

$M(\text{газ})=m(\text{H})/\omega(\text{H})=1/0,0274=36,496\approx 36,5$;

Тогда газ HCl; В – хлор;

Ковалентное соединения в III периоде: SiCl_4 , PCl_3 , SCl_2 ;

Предположим, что SiCl_4 ; $M(\text{SiCl}_4)=142/0,8353=170$ г/моль;

$170-142=28$ – Si; SiCl_4

$\text{SiCl}_4+3\text{HON}\rightarrow\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow+4\text{HCl}$

Решение задач

Пример. Гидратированная соль при нагревании становится безводной, теряя при этом 45,6% массы. В состав безводной соли входят: 10,5% алюминия, 15,1% калия, 24,8% серы, 49,6% кислорода. Определите молекулярную формулу кристаллогидрата.

Решение:

$\text{Al}_x\text{K}_y\text{S}_z\text{O}_w \cdot a\text{H}_2\text{O}$; Пусть масса безводной соли $m_{\text{безвод.}} = 100$ г;

$n(\text{Al}) = 10,5/27 = 0,3889$ моль; $n(\text{K}) = 15,1/39 = 0,3871$ моль;

$n(\text{S}) = 24,8/32 = 0,775$ моль; $n(\text{O}) = 49,6/16 = 3,1$ моль;

Al K S O

$x:y:z:w = 0,389:0,387:0,775:3,1 = 1,005:1:2,002:8,01 = 1:1:2:8$; $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$;

$\omega(\text{безв. соли}) = m_{\text{безв.}}/M_{\text{крист-та.}}$; $M_{\text{крист-та.}} = M_{\text{безв.}} \cdot 100\% / \omega(\text{безв. соли}) = 258 \cdot 100\% / 54,4\% = 474$;

$m(\text{H}_2\text{O}) = 474 - 258 = 216$; $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 12$ моль;

$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Пример. Определите химическую формулу кристаллогидрата, содержащего по массе 9,8% магния, 13% серы, 26% кислорода и 51,2% воды. Назовите соединение.

Решение:

Пусть масса образца кристаллогидрата $m_{\text{крист-та.}} = 100$ г; $\text{Mg}_x\text{S}_y\text{O}_z \cdot w\text{H}_2\text{O}$

$n(\text{Mg}) = 9,8/24 = 0,408$ моль; $n(\text{S}) = 13/32 = 0,406$ моль; $n(\text{O}) = 26/16 = 1,625$ моль; $n(\text{H}_2\text{O}) = 51,2/18 = 2,844$

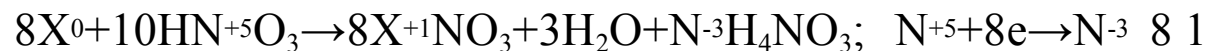
моль; $x:y:z:w = 0,408:0,406:1,625:2,844 = 1:1:4:7$;

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Решение задач

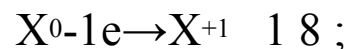
Пример. Неизвестный металл массой 13 г обработали избытком очень разбавленной азотной кислоты. К полученному раствору прибавили избыток раствора щелочи и прокипятили, при этом выделилось 1,12 л газа (н.у.). Определите, какой металл был взят.

Решение:

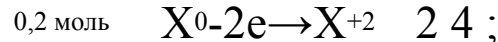


0,4 моль

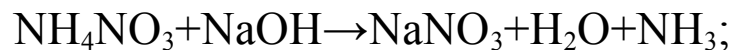
0,05 моль



| |



| |



0,05 моль

0,05 моль

$$M(X) = 13 / 0,4 = 32,5 \text{ нет металла}; \quad 13 / 0,2 = 65 \text{ (Zn)}$$

Пример. Масса атома элемента X равна $61,44 \cdot 10^{-24}$ г. Ядро атома элемента X содержит 20 нейтронов. Напишите формулы двух кислот этого элемента в высшей и низшей степенях окисления.

Решение:

$$M(X) = N_A \cdot m_a(x) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 61,44 \cdot 10^{-24} = 369,87 / 10 = 36,99 = 37 \text{ г/моль};$$

$$M(N+Z) = 20 + Z = 37; \quad Z = 17 - \text{Cl}; \quad HCl^{-1}; \quad HClO_4$$

Спасибо за
внимание!