

Тема: «Решение задач на нахождение молекулярной формулы газообразного углеводорода по его плотности и массовой доле элементов»

1. Цели.

- *Образовательные:*
 - закрепить знание понятий «органические вещества», «углеводороды», «массовая доля», «количество вещества», «относительная плотность»;
 - научить студентов решать задачи на нахождение молекулярной формулы органического вещества;
 - сформировать умения определять состав органических веществ исходя из знания массовых долей элементов, а также масс или объемов продуктов сгорания этих веществ;
- *Развивающие:* развивать умения анализировать, сравнивать, применять теоретические знания на практике для решения задач;
- *Воспитательные:* способствовать формированию научного мировоззрения.

2. Обеспечение занятия: таблица «Периодическая система», инструкции для студентов, тестовые задания для проверки знаний, карточки задания.

3. Порядок выполнения:

- 3.1. Разбор алгоритма решения задач.
- 3.2. Самостоятельное решение заданий.
- 3.3. Выполнение проверочной работы по вариантам.

4. Схема отчета:

- 4.1. Записать тему и цели практического занятия.
- 4.2. Привести решение задач.
- 4.3. Ответы к проверочной работе.

5. Анализ преподавателем выполнения работы.

6. Рекомендуемая литература:

1. Саенко О. Е. Химия. Учебник для колледжей. Ростов на Дону, 2008.
2. Габриелян О. С. Химия. Учебник для студентов среднего профессионального образования. – М.: Академия, 2008.
3. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Химия. Для школьников старших классов и поступающих в вузы. – М.: ОНИКС 21 век: Мир и образование, 2002. – С. 177–236.

Вывод формул соединений.

Этот вид расчетов чрезвычайно важен для химической практики, т.к. позволяет на основании экспериментальных данных определить формулу вещества (простейшую и молекулярную). На основании данных качественного и количественного анализов химик находит сначала соотношение атомов в молекуле (или другой структурной единице вещества), т.е. его простейшую формулу.

Например, анализ показал, что вещество является углеводородом C_xH_y , в котором массовые доли углерода и водорода соответственно равны 0,8 и 0,2 (80% и 20%). Чтобы определить соотношение атомов элементов, достаточно определить их количества вещества (число молей):

$$\nu(C) = \frac{m(C)}{M(C)} \quad \nu(H) = \frac{m(H)}{M(H)}$$

$$\nu(C) = \frac{0,8 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 0,0666 \text{ моль}$$

$$\nu(H) = \frac{0,2 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(C) : \nu(H) = 0,0666 : 0,2 = 1 : 3$$

Таким образом, CH_3 является **простейшей** формулой данного вещества.

Соотношению атомов C и H, равному 1 : 3, соответствует бесчисленное количество формул: C_2H_6 , C_3H_9 , C_4H_{12} и т.д., но из этого ряда только одна формула является **молекулярной** для данного вещества, т.е. отражающей истинное количество атомов в его молекуле. Чтобы вычислить молекулярную формулу, кроме количественного состава вещества, необходимо знать его молекулярную массу. Для определения этой величины часто используется значение относительной плотности газа D .

Так, для вышеприведенного случая $D_{H_2} = 15$.

Тогда $M(C_xH_y) = 15 M(H_2) = 15 \cdot 2 \text{ г/моль} = 30 \text{ г/моль}$.

Поскольку $M(CH_3) = 15$, то для соответствия с истинной молекулярной массой необходимо удвоить индексы в формуле. Следовательно, **молекулярная** формула вещества: C_2H_6 .

Алгоритм 1. Решение расчетных задач на вывод молекулярной формулы вещества по массовым долям элементов

Задача 1. Найти молекулярную формулу вещества, содержащего 81,8% углерода и 18,2% водорода. Относительная плотность вещества по азоту равна 1,57.

Решение

1. Записать условие задачи.

<p>Дано: $\omega(C) = 81,8\%$, $\omega(H) = 18,2\%$, $D_{N_2}(C_xH_y) = 1,57$.</p>		<p>Найти: молекулярную формулу C_xH_y.</p>
---	--	---

2. Вычислить относительную молекулярную массу $M_r(C_xH_y)$ по относительной плотности:

$$M_r = D_{N_2} \cdot M_r(N_2),$$

$$M_r(C_xH_y) = 1,57 \cdot 28 = 43,96 = 44.$$

3. Найти индексы x и y по отношению $\frac{\omega(\text{Э})}{A_r(\text{Э})}$:

$$x : y = \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{A_r(\text{H})},$$

$$x : y = \frac{0,818}{12} : \frac{0,182}{1} = 0,068 : 0,182 = 3 : 8.$$

4. Записать простейшую формулу: C_3H_8 .

Проверка: $M_r(\text{C}_3\text{H}_8) = 44$, следовательно, C_3H_8 – истинная формула.

Задача 2. Найти молекулярную формулу предельного углеводорода, массовая доля углерода в котором 83,3%.

Решение

1. Записать условие задачи.

<i>Дано:</i> $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, $\omega(\text{C}) = 83,3\%$.	<i>Найти:</i> молекулярную формулу C_xH_y .
--	--

2. Найти массовую долю водорода:

$$\omega(\text{H}) = 100\% - 83,3\% = 16,7\%.$$

3. Найти индексы и простейшую формулу для углеводорода C_xH_y :

$$x : y = \frac{0,833}{12} : \frac{0,167}{1} = 0,0694 : 0,167 = 2 : 5,$$

следовательно, простейшая формула – C_2H_5 .

4. Найти истинную формулу. Поскольку общая формула алканов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, то истинная формула – C_4H_{10} .

Алгоритм 2. Решение расчетных задач на вывод молекулярной формулы вещества по массе (объему) продуктов сгорания

Задача 3. При сжигании 29г углеводорода образовалось 88г углекислого газа и 45 г воды, относительная плотность вещества по воздуху равна 2. Найти молекулярную формулу углеводорода.

Решение

1. Записать условие задачи.

<i>Дано:</i> $m(\text{C}_x\text{H}_y) = 29$ г, $m(\text{CO}_2) = 88$ г, $m(\text{H}_2\text{O}) = 45$ г, $D_{\text{возд}}(\text{C}_x\text{H}_y) = 2.$	<i>Найти:</i> молекулярную формулу C_xH_y .
--	--

2. Найти относительную молекулярную массу вещества:

$$M_r = D_{\text{возд}} \cdot M_r(\text{возд.}),$$
$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = 2 \cdot 29 = 58.$$

3. Найти количество вещества образовавшегося оксида углерода(IV):

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)},$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{88}{44} = 2 \text{ моль.}$$

4. Найти количество вещества углерода в сожженном веществе:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 2 \text{ моль.}$$

5. Найти количество вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 45/18 = 2,5 \text{ моль.}$$

6. Найти количество вещества водорода в сожженном веществе:

$$\nu(\text{H}) = 2 \nu(\text{H}_2\text{O}),$$

$$\nu(\text{H}) = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ моль.}$$

7. Найти простейшую формулу углеводорода:

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 2 : 5,$$

следовательно, простейшая формула – C_2H_5 .

8. Найти истинную формулу углеводорода:

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_5) = 29,$$

$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = 58,$$

следовательно, истинная формула – C_4H_{10} .

Задача 4. При сжигании 5,6 л (н.у.) газообразного органического вещества было получено 16,8 л (н.у.) углекислого газа и 13,5 г воды. Масса 1 л исходного вещества при н.у. равна 1,875 г. Найти его молекулярную формулу.

Решение

1. Записать условие задачи.

Дано:

$$V(\text{в-ва}) = 5,6 \text{ л,}$$

$$V(\text{CO}_2) = 16,8 \text{ л,}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 13,5 \text{ г,}$$

$$\rho(\text{в-ва}) = 1,875 \text{ г/л.}$$

Найти:

молекулярную

формулу

вещества.

2. Найти молекулярную массу вещества из пропорции:

$$1 \text{ л газа} - 1,875 \text{ г,}$$

$$22,4 \text{ л} - m \text{ г.}$$

Отсюда $m = 42 \text{ г}$, $M = 42 \text{ г/моль}$.

3. Найти количество вещества углекислого газа и углерода:

$$\nu(\text{CO}_2) = 16,8/22,4 = 0,75 \text{ моль,}$$

$$\nu(\text{C}) = 0,75 \text{ моль.}$$

4. Найти количества веществ воды и водорода:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 13,5/18 = 0,75 \text{ моль,}$$

$$\nu(\text{H}) = 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{ моль.}$$

5. Найти сумму масс углерода и водорода:

$$m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0,75 \cdot 12 + 1,5 \cdot 1 = 10,5 \text{ г.}$$

6. Найти массу сожженного вещества:

$$m(\text{в-ва}) = \frac{V}{V_M} \cdot M,$$

$$m(\text{в-ва}) = \frac{5,6}{22,4} \cdot 42 = 10,5 \text{ г.}$$

Следовательно, вещество содержит только углерод и водород.

7. Найти простейшую формулу углеводорода C_xH_y :

$$\nu(C) : \nu(H) = 0,75 : 1,5 = 1 : 2,$$

следовательно, простейшая формула – CH_2 .

8. Найти истинную формулу углеводорода:

$$M_r(CH_2) = 14,$$

$$M_r(\text{в-ва}) : M_r(CH_2) = 42 : 14 = 3,$$

следовательно, истинная формула – C_3H_6 .

Задачи для самостоятельного решения:

Задача 1. Установите молекулярную формулу монохлоралкана, содержащего 38,38% хлора. Приведите графические формулы и названия всех соединений, отвечающих данной формуле.

Решение:

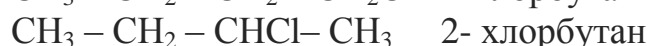
1. Общая формула алканов C_nH_{2n+2} , общая формула монохлоралканов $C_nH_{2n+1}Cl$

2. Составим выражение для расчета массовой доли хлора:

$$\omega(Cl) = \frac{M(Cl)}{M(C_nH_{2n+1}Cl)} = \frac{35,5}{14n+36,5} = 0,3838, \text{ откуда } n=4$$

Формула монохлоралкана C_4H_9Cl

3. Графические формулы изомеров:



Задача 2. Установите молекулярную формулу алкена и продукта взаимодействия его с 1 моль бромоводорода, если это монобромпроизводное имеет относительную плотность по воздуху 4,24. Укажите название исходного алкена и одного его изомера.

Решение:

1. Общая формула монобромлканов $C_nH_{2n+1}Br$. Молярная масса монобромлкана $M = 12n + 2n + 1 + 80 = 14n + 81$

2. Зная относительную плотность вещества по воздуху, находим молярную массу: $M = 29 \cdot 4,24 = 123 \text{ г/моль}$

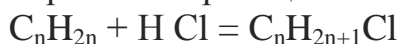
$$\text{Из выражения } 14n + 81 = 123 \quad n = 3$$

3. Формула бромалкана C_3H_7Br , исходного алкана C_3H_6 – пропен. Изомер – циклопропан.

Задача 3. Установите молекулярную формулу алкена, если одно и то же количество его, взаимодействуя с различными галогеноводородами, образует, соответственно, 5,23 г хлорпроизводного или 8,2 г бромпроизводного.

Решение:

1. Уравнения реакций:



2. Так как количество вещества алкена одно и то же в обеих реакциях, то количества веществ галогеналканов равны:

$$n(C_nH_{2n+1}Cl) = n(C_nH_{2n+1}Br)$$

3. Из выражения $5,23/14n+36,5=8,2/14n+81$ $n=3$

Формула алкена C_3H_6

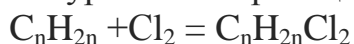
Задача 4. Установите молекулярную формулу алкена, если известно, что 1,012 л (н.у.) его при взаимодействии с хлором образует 5,09 г дихлорпроизводного.

Решение:

1. Находим количество вещества алкена:

$$n(C_nH_{2n}) = 1,012/22,4 = 0,045 \text{ моль}$$

2. По уравнению реакции



$$n(C_nH_{2n}Cl_2) = n(C_nH_{2n}) = 0,045 \text{ моль}$$

3. $M(C_nH_{2n}Cl_2) = m/n = 5,09/0,045 = 113 \text{ г/моль}$

$$12n + 2n + 71 = 113 \quad n=3$$

Формула алкена C_3H_6

Задача 5. При полном сгорании 3,9 г углеводорода образовалось 13,2 г углекислого газа и 2,7 г воды. Плотность паров вещества 3,482 г/л. Выведите молекулярную формулу.

Задача 6. При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образовалось 4,11 г монобромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкана. Запишите структурные формулы названия возможных изомеров.

Задача 7. При полном сгорании неизвестной массы углеводорода образовалось 4,48 л углекислого газа и 3,6 г воды. Относительная плотность вещества по водороду равна 14. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Задача 7. При полном сгорании неизвестной массы углеводорода образовалось 4,48 л углекислого газа и 3,6г воды. Относительная плотность вещества по водороду равна 14. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Задача 6. При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образовалось 4,11 г монобромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкана. Запишите структурные формулы названия возможных изомеров.

Задача 5. При полном сгорании 3,9 г углеводорода образовалось 13,2 г углекислого газа и 2,7 г воды. Плотность паров вещества 3,482г/л. Выведите молекулярную формулу.

Задача 1. Установите молекулярную формулу монохлоралкана, содержащего 38,38% хлора. Приведите графические формулы и названия всех соединений, отвечающих данной формуле.

Задача 3. Установите молекулярную формулу алкена, если одно и то же количество его, взаимодействуя с различными галогеноводородами, образует, соответственно, 5,23 г хлорпроизводного или 8,2 г бромпроизводного.

Задача 2. Установите молекулярную формулу алкена и продукта взаимодействия его с 1 моль бромоводорода, если это монобромпроизводное имеет относительную плотность по воздуху 4,24. Укажите название исходного алкена и одного его изомера.

Задача 4. Установите молекулярную формулу алкена, если известно, что 1,012 л (н.у.) его при взаимодействии с хлором образует 5,09 г дихлорпроизводного.

Задача 8. При сжигании 3.2г углеводорода образуется 8,8г CO_2 . Относительная плотность по водороду этого вещества равна 8. Найдите формулу углеводорода.

Задача 9. При сжигании углеводорода массой 2,1 г получили 6,6г оксида углерода (IV). Относительная плотность органического соединения по водороду равна 42. Выведите молекулярную формулу углеводорода

Задача 10. При сжигании 4,4г алкана выделилось 13,4г углекислого газа. Относительная плотность вещества по воздуху равна 1,52. Определите молекулярную формулу алкана.

