

Тема «Органічні сполуки. Виведення формули речовин»

План

1. Органічні сполуки
2. Розрахункові задачі на виведення молекулярної формули речовини
 - 2.1 Виведення молекулярної формули за масовими частками елементів
 - 2.2 Виведення молекулярної формули речовини за загальною формулою гомологічного ряду та густиною або відносною густиною
 - 2.3 Виведення молекулярної формули речовини за масою або об'ємом продуктів згоряння
 - 2.4 Виведення молекулярної формули речовини за масою, об'ємом або кількістю речовини реагентів або продуктів реакції
3. Список використаної літератури

1. Органічні сполуки

Органічні сполуки – клас хімічних сполук, основу яких складає хімічний елемент Карбон в збудженому стану. Окрім Карбону органічні сполуки майже завжди містять Гідроген, досить часто – Оксиген, Нітроген та галогени.

Сучасна класифікація органічних сполук ґрунтується на наступних положеннях:

- Атоми в молекулах сполучені один з одним в певній послідовності. Зміна цієї послідовності приводить до утворення нової речовини з новими властивостями.
- Поєднання атомів відбувається відповідно до їхньої валентності.
- Властивості речовин залежать від їхньої «хімічної будови», тобто від порядку поєднання атомів в молекулах і характеру їх взаємного впливу.
- Вуглець – чотиривалентний. Кожен атом вуглецю має чотири одиниці валентності, за рахунок яких він може приєднувати до себе інші атоми або атомні групи.

2. Розрахункові задачі на виведення молекулярної формули речовини

Алгоритм розв'язування задач на виведення формул органічних речовин

1. Пам'ятайте, що формула речовини – це умовний запис складу речовини за допомогою символів хімічних елементів й індексів. Щоб визначити формулу речовини, необхідно знайти елементи, які входять до її складу, і кількість атомів кожного елемента, що утворює структурну частинку цієї речовини. Атоми неподільні, тому індекси мають ціле, додатне значення.
2. Невідомі елементи позначте великими літерами X, Y, Z.
3. Невідомі індекси позначте маленькими літерами x, y, z...
4. Знайте, що формули є істинні, найпростіші і загальні. Істинна формула відображає реальний якісний та кількісний склад структурної частинки речовини. Найпростіша формула показує реальний якісний склад та умовний кількісний склад речовини (індекси мають найменші цілі додатні значення, молярна маса найменша). У загальній формулі невідомі елементи або індекси позначають через X, Y, Z та x, y, z відповідно.
5. Запишіть схеми хімічних реакцій, якщо такі є.
6. Визначте загальну формулу речовини.
7. Складайте математичні вирази, у тому числі й за законами хімічних реакцій, що містять невідомі, і розв'яжуйте їх.
8. Хімічні елементи знаходьте за їх характерними ознаками: зарядом ядра, атомною масою, будовою атома.
9. Для знаходження найпростішої формули самостійно вводьте додаткові умови (індекси мають найменше значення, молярна маса найменша).
10. Обов'язково записуйте відповідь.

2.1 Виведення молекулярної формули за масовими частками елементів

Якщо відома відносна молекулярна маса речовини M_r , то для визначення її кількісного складу можна використати формулу для обчислення масової частки елемента:

$$\omega(E) = \frac{A_r(E) * n(E)}{M_r(\text{речовини})} * 100\%$$

де $\omega(E)$ – масова частка хімічного елемента в речовині, [%];

$n(E)$ – кількість атомів хімічного елемента в молекулі речовини;

$A_r(E)$ – відносна атомна маса хімічного елемента;

$M_r(\text{речовини})$ – відносна молекулярна маса речовини.

Алгоритм 1

1. Визначити умову задачі.
2. Записати скорочену умову.
3. Визначити молекулярну масу речовини за відносною густиною.
4. Знайдіть кількісне співвідношення атомів у речовині.
5. Скласти найпростішу формулу речовини.
6. Записати істинну формулу речовини.
7. Записати відповідь до задачі.

Приклад роз`язування задач

1. Визначте молекулярну формулу вуглеводню, який містить 83,72% Карбону, а відносна молекулярна маса цієї речовини дорівнює 86.

Дано:

$$M_r(C_xH_y) = 86$$

$$\omega(C) = 83,72\%$$



Підставимо подані значення у формулу для масової частки:

$$83,72\% = \frac{12 * n(C)}{86} * 100\%$$

$$\text{Звідси } n(C) = \frac{0,8372 * 86}{12} = 6.$$

Аналогічно знаходимо кількість атомів Гідрогену:

$$\omega(H) = 100\% - 83,72\% = 16,28\%, \text{ тоді}$$

$$n(\text{H}) = \frac{0,1628 \cdot 86}{1} = 14.$$

Отримали: $x=6, y=14$. Формула вуглеводню – C_6H_{14} .

Перевіряємо: $M_r(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 6 * 12 + 14 * 1 = 86$

2. Органічна речовина містить 37,5% Карбону, 12,5% Гідрогену та 50% Оксигену. Виведіть молекулярну формулу сполуки.

Дано:

$$\omega(\text{C}) = 37,5\%$$

$$\omega(\text{H}) = 12,5\%$$

$$\omega(\text{O}) = 50\%$$



Нехай маса органічної речовини дорівнює 100 г, тоді $m(\text{C}) = 37,5$ г, $m(\text{H}) = 12,5$ г, $m(\text{O}) = 50$ г.

Розраховуємо кількість речовини хімічних елементів:

$$n(\text{C}) = \frac{37,5 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 3,125 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = \frac{12,5 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 12,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = \frac{50 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 3,125 \text{ моль}$$

$$x : y : z = 3,125 : 12,5 : 3,125.$$

Оскільки індекси мають бути цілими числами, за правилами відношення ділимо кожне із чисел на найменше:

$$x : y : z = \frac{3,125}{3,125} : \frac{12,5}{3,125} : \frac{3,125}{3,125} = 1 : 4 : 1.$$

Молекулярна формула органічної речовини – CH_4O .

3. Масові частки елементів у складі органічної речовини: Карбон – 84,375% і Гідроген. Відносна густина парів цієї речовини за карбон(IV) оксидом – 2,91. Знайдіть молекулярну формулу.

Дано:

$$\omega(\text{C}) = 84,375\%$$

$$D_{\text{CO}_2} = 2,91$$



Шукаємо молярну масу невідомої речовини:

$$D_{\text{CO}_2} = \frac{M(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{CO}_2)} \rightarrow M(\text{C}_x\text{H}_y) = D_{\text{CO}_2} * M(\text{CO}_2) = 2,91 * *$$

$$* 44 = 128 \text{ г/моль}$$

За формулою масової частки елемента в речовині визначаємо число атомів Карбону та Гідрогену:

$$n(\text{C}) = \frac{0,84375 * 128}{12} = 9.$$

$$n(\text{H}) = \frac{0,15625 \cdot 128}{1} = 20.$$

Отримали: $x=9, y=20$. Формула вуглеводню – C_9H_{20} .

$$\text{Перевіряємо: } M_r(\text{C}_9\text{H}_{20}) = 9 \cdot 12 + 20 \cdot 1 = 128$$

2.2 Виведення молекулярної формули речовини за загальною формулою гомологічного ряду та густиною або відносною густиною

Знаючи загальну формулу гомологічного ряду і кількість атомів Карбону не складно визначити відносну молекулярну масу речовини. Наприклад загальна формула для алканів $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, алкенів C_nH_{2n} або алкінів $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Щоб розрахувати відносну молекулярну формулу треба використати формулу:

$$M_r(\text{A}_x\text{B}_y) = A_r(\text{A}) \cdot x + A_r(\text{B}) \cdot y$$

де x або y – кількість атомів хімічного елемента в молекулі речовини;

$A_r(\text{E})$ – відносна атомна маса хімічного елемента;

$M_r(\text{речовини})$ – відносна молекулярна маса речовини.

Алгоритм 2

1. Вивчити умову задачі.
2. Записати скорочену умову.
3. Визначити справжню відносну молекулярну масу речовини за відносною густиною.
4. Розв'язати рівняння з одним невідомим.
5. Написати найпростішу формулу вуглеводню.
6. Обчислити, у скільки разів справжня відносна молекулярна маса більша за відносну молекулярну масу формули найпростішої речовини.
7. Число атомів кожного з елементів збільшити в потрібне число разів.
8. Записати істинну формулу речовини.
9. Записати відповідь у задачі.

Приклад роз'язування задач

1. Відносна густина парів вуглеводню за киснем дорівнює 2,25. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, якщо відомо, що він належить до гомологічного ряду алкану.

Дано:

$$D_{O_2}(C_nH_{2n+2}) = 2,25$$

C_nH_{2n+2} - ?

Знайдемо відносну молекулярну масу речовини за формулою:

$$M(C_nH_{2n+2}) = 32 * 2,25 = 72 \text{ г/моль}$$

Для алканів: $M = 12n + 2n + 2 = 14n + 2$, тоді

$$14n + 2 = 72;$$

$$n = 5. \text{ Формула алкану} - C_5H_{12}.$$

2.3 Виведення молекулярної формули речовини за масою або об'ємом продуктів згоряння

Алгоритм 3

1. Вивчити умову задачі.
2. Записати скорочену умову.
3. Обчислити молекулярну масу речовини за відотною густиною.
4. Обчислити масу чи кількість речовини за рівнянням реакції (або за формулою) кожного елемента, що входить до складу сполуки.
5. Знайдіть співвідношення атомів у молекулі.
6. Скласти найпростішу формулу речовини.
7. Вивести істинну формулу у разі необхідності.
8. Записати відповідь у задачі.

Приклад розв'язування задач

1. Під час згоряння 0,2 моль алкану утворилося 26,4 г вуглекислого газу. Виведіть молекулярну формулу сполуки.

Дано:

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 26,4 \text{ г}$$

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ - ?

Знайдемо кількість речовини вуглекислого газу:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{26,4 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 0,6 \text{ моль}$$

Оскільки $n(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) : n(\text{C}) = 1 : n$, то $0,2 : 0,6$

Звідки $n = 3 \rightarrow$ молекулярна формула алкану – C_3H_8

2. У результаті спалювання вуглеводню отримали 66 г вуглекислого газу та 3 г водяної пари. Визначте формулу сполуки, якщо відносна густина її за воднем дорівнює 22.

Дано:

$$m(\text{CO}_2) = 66 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 36 \text{ г}$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = 22$$

C_xH_y - ?

Знайдемо відносну молекулярну масу невідомого вуглеводню:

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = D_{\text{H}_2} * M(\text{H}_2) = 22 * 2 \text{ г/моль} = 44 \text{ г/моль}$$

Під час згоряння вуглеводню всі атоми Карбону

переходять у молекули вуглекислого газу, всі атоми

Гідрогену – у молекули води.

Знайдемо кількість

2.4 Виведення молекулярної формули речовини за масою, об'ємом або кількістю речовини реагентів або продуктів реакції

Приклад розв'язування задач

1. 2,1 г невідомого алкену приєднує 1,12 л хлору (н. у.). Виведіть молекулярну формулу алкену.

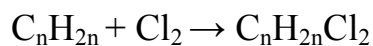
Дано:

$$m(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2,1 \text{ г}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 1,12 \text{ л}$$

C_nH_{2n} - ?

Молекула алкенів може приєднати одну молекулу галогену:



Знайдемо кількість речовини хлору:

$$n(\text{Cl}_2) = 1,12 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 0,05 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2,1 \text{ г} / 0,05 \text{ моль} = 42 \text{ г/моль}$$

Для алкенів: $M = 12n + 2n = 14n$

$$14n = 42$$

$n = 3$, формула алкену – C_3H_6 . Це пропен.

Список використаної літератури

1. Хімія. Збірник завдань. 10-11 клас. – Х.: Вид. група «Основа», 2018. – 2018. – 224 с. - (Серія «Ключові компетентності»).