

## GIẢI TOÁN HÓA HỮU CƠ BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRUNG BÌNH

LÊ VĂN ĐĂNG\*

### TÓM TẮT

Giải toán Hóa hữu cơ bằng phương pháp trung bình là phương pháp chuyển hỗn hợp nhiều giá trị về một giá trị tương đương, nhiều chất về một chất tương đương. Phương pháp này hiện nay được sử dụng phổ biến trong giảng dạy của giáo viên và học tập của học sinh đối với bộ môn Hóa học ở bậc đại học và bậc phổ thông.

**Từ khóa:** giải toán Hóa hữu cơ, phương pháp trung bình.

### ABSTRACT

#### *Utilizing the mean method to solve an organic Chemistry problem*

*Utilizing the mean method to solve an organic Chemistry problem is the method of considering multiple values as one with equivalent value and multiple substances as one substance with equivalent properties. This method is now widely used by teachers and students of Chemistry in both universities and high schools.*

**Keywords:** solve organic chemistry problem, mean method.

### 1. Mở đầu

Giải toán Hóa hữu cơ bằng phương pháp trung bình là phương pháp chuyển hỗn hợp nhiều giá trị về một giá trị tương đương, nhiều chất về một chất tương đương.

Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là phát triển tư duy logic của học sinh ở mức độ cao, đòi hỏi học sinh phải nắm vững phương pháp này nhằm phát huy trí lực của bản thân mình.

Ưu điểm tiếp theo của phương pháp giải toán Hóa bằng phương pháp trung bình là nhanh, gọn, logic chặt chẽ, có tính thuyết phục cao và tiết kiệm thời gian.

Khi giải một bài toán Hóa bằng phương pháp trung bình thường có thể theo trình tự 3 bước :

#### *Bước 1.*

- Đặt công thức phân tử cho các hợp chất hữu cơ cần tìm;
- Đặt ẩn cho mỗi hợp chất hữu cơ;
- Đặt công thức phân tử trung bình chung cho các hợp chất hữu cơ.

#### *Bước 2.*

- Viết và cân bằng phương trình phản ứng theo công thức phân tử trung bình;
- Dựa vào các dữ kiện đề bài để lập và giải hệ phương trình (nếu số phương trình không đủ để giải phải biện luận), từ đó tính các giá trị trung bình;

\* ThS, Trường Đại học Sư phạm TPHCM

- Dựa vào giá trị trung bình để biện luận suy ra công thức phân tử các hợp chất hữu cơ cần tìm cũng như đáp ứng những yêu cầu khác của bài toán.

*Bước 3.*

Xử lí kết quả của bài toán như viết công thức cấu tạo, tính phần trăm số mol, tính phần trăm khối lượng các chất hữu cơ đã tìm được, ...

## 2. Cơ sở lí thuyết của phương pháp giải toán Hóa bằng phương pháp trung bình

### 2.1. Điều kiện của bài toán khi giải bằng phương pháp trung bình

Một hỗn hợp gồm nhiều chất cùng tác dụng với một chất khác, thì có thể thay thế hỗn hợp đó bằng một công thức trung bình với các điều kiện:

- Các phản ứng phải xảy ra cùng loại và cùng hiệu suất.
- Số mol, thể tích hay khối lượng của chất trung bình phải bằng số mol, thể tích hay khối lượng của hỗn hợp.
- Các kết quả phản ứng của chất trung bình phải y hệt như kết quả phản ứng của toàn hỗn hợp.

Công thức chung cho toàn hỗn hợp là công thức trung bình.

Khối lượng mol phân tử, số nguyên tử của các nguyên tố, số nhóm chức... thuộc công thức trung bình là các giá trị trung bình:  $\bar{M}$ ,  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$ ,  $\bar{n}$ , ...

### 2.2. Công thức khối lượng mol phân tử trung bình của hỗn hợp ( $\bar{M}_{hh}$ )

$\bar{M}_{hh}$  là khối lượng trung bình của một mol hỗn hợp.

$\bar{M}_{hh}$  không phải là hằng số, mà có giá trị phụ thuộc vào thành phần về lượng các chất trong hỗn hợp.

$$\bar{M}_{hh} = \frac{\text{Khối lượng hỗn hợp}}{\text{Tổng số mol}} = \frac{\sum m_j}{\sum n_j} = \frac{\sum n_j \cdot M_j}{\sum n_j}$$

Trong đó:

- $\sum m_j = \sum n_j \cdot M_j = n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2 + n_3 \cdot M_3 + \dots$  lần lượt là khối lượng của các chất 1, 2, 3, ...; trong đó  $M_1, M_2, M_3, \dots$  lần lượt là khối lượng mol của các chất 1, 2, 3, ...

- $\sum n_j = n_1 + n_2 + n_3, \dots$  lần lượt là số mol của các chất 1, 2, 3, ...

Nếu hỗn hợp là khí còn có thể tính  $\bar{M}_{hh}$  theo công thức:

$$\bar{M}_{hh} = \frac{M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 + M_3 \cdot V_3 + \dots + M_n \cdot V_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n} = \frac{\sum M_j \cdot V_j}{\sum V_j}$$

Trong đó:

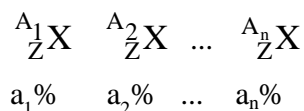
- $\sum M_j \cdot V_j = V_1 \cdot M_1 + V_2 \cdot M_2 + V_3 \cdot M_3 + \dots + V_n \cdot M_n$
- $\sum V_j = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$  lần lượt là thể tích của các chất 1, 2, 3, ... n

$\bar{M}_{hh}$  luôn nằm trong khoảng khối lượng mol phân tử của các chất thành phần nhỏ nhất và lớn nhất :  $M_{\min} < \bar{M}_{hh} < M_{\max}$

**2.3. Các công thức trung bình**

**2.3.1. Công thức tính khối lượng nguyên tử trung bình của nguyên tố X**

Giả sử nguyên tố X có n đồng vị:



Trong đó  $\left\{ \begin{matrix} A_1, A_2, \dots, A_n : \text{là số khối của từng đồng vị.} \\ a_1, a_2, \dots, a_n : \text{là số phần trăm của từng đồng vị tổng cộng.} \end{matrix} \right.$

Tính khối lượng nguyên tử trung bình của nguyên tố X:

$$\bar{A} = \frac{a_1 A_1 + a_2 A_2 + \dots + a_n A_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} = \frac{a_1 A_1 + a_2 A_2 + \dots + a_n A_n}{100} = \frac{\sum a_j A_j}{\sum a_j}$$

**2.3.2. Công thức tính tỉ khối hơi của các chất khí**

$$d_{A/B} = \frac{M_A}{M_B} \text{ trong đó } \left\{ \begin{matrix} M_A : \text{khối lượng phân tử của khí A} \\ M_B : \text{khối lượng phân tử của khí B} \end{matrix} \right.$$

**Hệ quả**

$$d_{A/B} = \frac{\bar{M}_A}{M_B} \text{ với } \left\{ \begin{matrix} \bar{M}_A : \text{khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp khí A} \\ M_B : \text{khối lượng phân tử của khí B} \end{matrix} \right.$$

$$d_{A/B} = \frac{M_A}{\bar{M}_B} \text{ với } \left\{ \begin{matrix} M_A : \text{khối lượng phân tử của khí A} \\ \bar{M}_B : \text{khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp khí B} \end{matrix} \right.$$

$$d_{A/B} = \frac{\bar{M}_A}{\bar{M}_B} \text{ với } \left\{ \begin{matrix} \bar{M}_A : \text{khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp khí A} \\ \bar{M}_B : \text{khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp khí B} \end{matrix} \right.$$

Với:

$$\bar{M}_A = \frac{M_{A_1} \cdot a_1 + M_{A_2} \cdot a_2 + M_{A_3} \cdot a_3 + M_{A_4} \cdot a_4 + \dots + M_{A_n} \cdot a_n}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \dots + a_n} = \frac{\sum M_{A_j} \cdot a_j}{\sum a_j}$$

Trong đó  $M_{A_j}$  là khối lượng mol phân tử của mỗi chất khí trong hỗn hợp khí A có số mol tương ứng là  $a_j$ .

$$\bar{M}_B = \frac{M_{B_1} \cdot b_1 + M_{B_2} \cdot b_2 + M_{B_3} \cdot b_3 + M_{B_4} \cdot b_4 + \dots + M_{B_n} \cdot b_n}{b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \dots + b_n} = \frac{\sum M_{B_j} \cdot b_j}{\sum b_j}$$

Trong đó  $M_{B_j}$  là khối lượng mol phân tử của mỗi chất khí trong hỗn hợp khí A có số mol tương ứng là  $b_j$ .

### 2.3.3. Khối lượng mol trung bình ( $\bar{M}$ ), cacbon trung bình ( $\bar{C}$ ) và hiđro trung bình ( $\bar{H}$ )

+ Biểu thức tính khối lượng mol trung bình ( $\bar{M}$ ) (phân tử lượng trung bình)

$$\bar{M} = \frac{\sum m_j \cdot n_j}{\sum n_j} = \frac{\text{Tổng khối lượng}}{\text{Tổng số mol}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \underbrace{M_1}_{a \text{ (mol)}} < \bar{M} < \underbrace{M_2}_{b \text{ (mol)}} \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{M} = \frac{a \cdot M_1 + b \cdot M_2}{a + b}$$

Trong đó  $M_1, M_2$  là khối lượng mol phân tử của hợp chất hữu cơ 1 và hợp chất hữu cơ 2 với điều kiện  $M_1 < M_2$ ; a, b là số mol tương ứng của hợp chất hữu cơ 1 và 2.

+ Biểu thức tính cacbon trung bình ( $\bar{C}$ )

$$\left. \begin{array}{l} \underbrace{n}_{a \text{ (mol)}} < \bar{C} < \underbrace{m}_{b \text{ (mol)}} \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{C} = \frac{a \cdot n + b \cdot m}{a + b}$$

Trong đó n, m là số nguyên tử cacbon của hợp chất hữu cơ 1 và hợp chất hữu cơ 2 với điều kiện  $n < m$ ; a, b là số mol tương ứng của hợp chất hữu cơ 1 và 2.

$$\left. \bar{C} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_A} \right\} \text{ với } n_A \text{ là số mol của hỗn hợp chất hữu cơ.}$$

+ Biểu thức tính hiđro trung bình ( $\bar{H}$ )

$$\left. \begin{array}{l} \underbrace{n'}_{a \text{ (mol)}} < \bar{H} < \underbrace{m'}_{b \text{ (mol)}} \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{H} = \frac{a \cdot n' + b \cdot m'}{a + b}$$

Trong đó  $n', m'$  là số nguyên tử hiđro của hợp chất hữu cơ 1 và hợp chất hữu cơ 2 với điều kiện  $n', m'$  là số nguyên chẵn và  $n' < m'$ ; a, b là số mol tương ứng của hợp chất hữu cơ 1 và 2.

$$\left. \bar{H} = 2 \cdot \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_A} \right\} \text{ với } n_A \text{ là số mol của hỗn hợp chất hữu cơ.}$$

## 2.4. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của các hidrocarbon

Công thức chung tổng quát chung của hidrocarbon:  $C_xH_y$  với  $x, y$  đều là các số nguyên, dương hay  $C_nH_{2n+2-2k}$  với  $k$  là tổng số liên kết  $\pi$  và vòng.

Nếu mạch hở  $\Rightarrow k$  bằng tổng số liên kết  $\pi$ .

Vậy công thức trung bình với hỗn hợp tương ứng:  $C_{\bar{x}}H_{\bar{y}}$  với  $\bar{x} > 1, \bar{y} > 2$

Hay:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{k}}$  với  $\bar{n} > 1, \bar{k} \geq 0$

Trường hợp 1:  $k = 0 \Rightarrow C_nH_{2n+2}$  là công thức chung dãy đồng đẳng ankan (parafin). ĐK:  $n \geq 1$

$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2}, \bar{N}K: \bar{n} > 1$

Trường hợp 2:  $k = 1 \Rightarrow C_nH_{2n}$  là công thức chung dãy đồng đẳng của:

- Anken (olefin). ĐK:  $n \geq 2$ .

$\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}, \bar{N}K: \bar{n} > 2$

- Xicloankan. ĐK:  $n \geq 3$ .

$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}, \bar{N}K: \bar{n} > 3$

Trường hợp 3:  $k = 2$  (mạch hở)

$\Rightarrow C_nH_{2n-2}$  là công thức chung của dãy đồng đẳng của:

- Ankadien. ĐK:  $n \geq 3$ .

$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-2}, \bar{N}K: \bar{n} > 3$

- Ankin. ĐK:  $n \geq 2$ .

$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-2}, \bar{N}K: \bar{n} > 2$

Trường hợp 4:  $k = 4 \Rightarrow C_nH_{2n-6}$  là công thức chung của:

- Dãy đồng đẳng aren (hidrocarbon thơm). ĐK:  $n \geq 6$ .

$\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-6}, \bar{N}K: \bar{n} > 6$

- Dãy đồng đẳng ankadiin. ĐK:  $n \geq 4$ .

$\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-6}, \bar{N}K: \bar{n} > 4$

## 2.5. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của các hợp chất hữu cơ có nhóm chức

### 2.5.1. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của rượu

Công thức phân tử tổng quát của rượu:



Với  $k$  là tổng số nối  $\pi$  và vòng. Nếu mạch hở  $\Rightarrow k$  bằng tổng số liên kết  $\pi$ .

Và  $x$  là số nhóm chức rượu  $\Rightarrow 1 \leq x \leq n$

Hay:  $C_xH_yO_z$  với  $z \leq x$

Hoặc:  $C_xH_y(OH)_z$  với  $z \leq x$

Vậy công thức phân tử trung bình với hỗn hợp rượu tương ứng:

$$\bar{R}(OH)_{\bar{x}} : C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{k}-\bar{x}}(OH)_{\bar{x}} \text{ với } \bar{N}K : \begin{cases} \bar{x} < \bar{n} \\ \bar{n} > 1 \\ \bar{k} \geq 0 \end{cases}$$

Trường hợp 1: Rượu no

$\Rightarrow C_nH_{2n+2-x}(OH)_x$  hay  $C_nH_{2n+2}O_x$ , ĐK :  $x \leq n$

$\Rightarrow$  công thức trung bình:

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}}(OH)_{\bar{x}} \text{ hay } C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2}O_{\bar{x}}, \bar{N}K : \begin{cases} \bar{x} < \bar{n} \\ \bar{n} > 1 \end{cases}$$

Trường hợp 2: Rượu đơn chức no, mạch hở

$\Rightarrow C_nH_{2n+1}OH$  hay  $C_nH_{2n+2}O$ , ĐK :  $n \geq 1$

$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}OH$  hay  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2}O$ , điều kiện:  $\bar{n} > 1$

Trường hợp 3: Rượu chưa no, mạch hở, có  $k$  liên kết  $\pi$  và đơn chức

$\Rightarrow C_nH_{2n+1-2k}OH$  hay  $C_nH_{2n+2-2k}O$  với ĐK:  $n \geq 3$

$\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1-2\bar{k}}OH$  hay  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{k}}O$ , điều kiện:  $\bar{n} > 3$

Trường hợp 4: Rượu no đa chức, mạch hở

$\Rightarrow C_nH_{2n+2-x}(OH)_x$ , ĐK :  $n \geq x > 1$

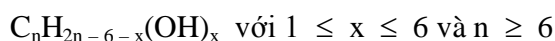
$\Rightarrow$  công thức trung bình :  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}}(OH)_{\bar{x}}$ , điều kiện:  $\bar{n} \geq \bar{x} > 2$

Một số lưu ý :

- Trong phản ứng đốt cháy rượu đơn chức, nếu sau khi đốt cháy mà :
  - +  $n_{CO_2} < n_{H_2O} \Rightarrow$  rượu đơn chức no
  - +  $n_{CO_2} = n_{H_2O} \Rightarrow$  rượu đơn chức không no, có 1 liên kết  $\pi$
- Trong phản ứng ete hóa của rượu đơn chức ta có :
  - + Số mol ete tạo thành =  $\frac{1}{2}$  số mol rượu tham gia phản ứng.
  - + Hỗn hợp 2 rượu bị ete hóa sẽ tạo ra 3 ete.
- Rượu tham gia phản ứng loại nước tạo olefin  $\Rightarrow$  rượu no, đơn chức và số cacbon  $\geq 2$ .
- Rượu đơn chức có 1 nối đôi  $\Rightarrow$  số cacbon  $\geq 3$ .

- Rượu bị khử nước thường cho một hỗn hợp gồm olefin, ete và rượu dư (nếu phản ứng xảy ra không hoàn toàn).
- Nếu bài toán cho biết oxi hóa rượu (A) ta thu được andehit  $\Rightarrow$  (A) là rượu bậc 1, còn thu được xeton  $\Rightarrow$  (A) là rượu bậc 2.
- Nếu oxi hóa rượu bậc 1 cho hỗn hợp gồm andehit, axit cacboxylic và rượu (Phản ứng xảy ra không hoàn toàn).

### 2.5.2. Công thức tổng quát của phenol

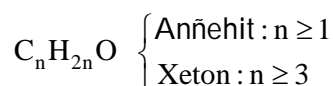


(nhóm  $-OH$  gắn trực tiếp vào nguyên tử cacbon của vòng benzen)

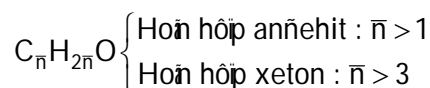
$\Rightarrow$  công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-6-\bar{x}}(OH)_{\bar{x}}$ , điều kiện:  $\bar{n} > 6$

### 2.5.3. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của các andehit – xeton

+ Công thức andehit hay xeton đơn chức no mạch hở:



$\Rightarrow$  Công thức phân tử trung bình của hỗn hợp andehit hay xeton là:



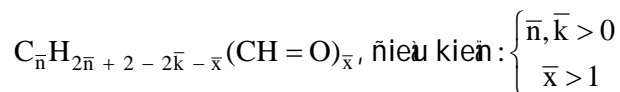
+ Công thức phân tử của andehit mạch hở:



Với k bằng tổng số nối  $\pi$ , x là số nhóm chức andehit.

Hay còn có thể biểu diễn:  $R(CHO)_x$

$\Rightarrow$  Công thức trung bình:



hay:  $\bar{R}(CH=O)_{\bar{x}}$

Vậy:

- Andehit no, đơn chức (ankanal):  $C_nH_{2n+1}CH=O$ , ĐK:  $n \geq 0$  hay  $C_nH_{2n}O$ , ĐK:  $n \geq 1$ .  
 $\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}CH=O$ , ĐK:  $\bar{n} > 0$  hay  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}O$ , ĐK:  $\bar{n} > 1$ .
- Andehit không no, đơn chức:  $C_nH_{2n+2-2k}CH=O$ , ĐK:  $n \geq 2$   
Hay  $C_xH_yCH=O$ , ĐK:  $x \geq 0$ ;  $y \leq 2x + 1$   
 $\Rightarrow$  Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1-2\bar{k}}CH=O$  hay  $C_{\bar{x}}H_{\bar{y}}CH=O$
- Andehit no, đa chức:  $C_nH_{2n+2-x}(CH=O)_x$ , ĐK:  $x \geq 2$

⇒ Công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}}(CH=O)_{\bar{x}}$ , NK :  $\bar{x} > 2$

+ Xeton no, đơn chức:  $C_nH_{2n+1}-CO-C_mH_{2m+1}$ , ĐK :  $n \geq 1, m \geq 1$

#### 2.5.4. Axit cacboxylic và este

Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của các axit cacboxylic và este.

+ Công thức tổng quát của axit và este đơn chức, no, mạch hở:

$C_nH_{2n}O_2$  trong ñời:  $\left[ \begin{array}{l} \text{Axit : } n \geq 1 \\ \text{Este : } n \geq 2 \end{array} \right.$

⇒ công thức trung bình:

$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}O_2$  trong ñời:  $\left[ \begin{array}{l} \text{Hợp axit : } \bar{n} > 1 \\ \text{Hợp este : } \bar{n} > 2 \end{array} \right.$

+ Công thức tổng quát của axit cacboxylic:

- Axit cacboxylic mạch hở:  $C_nH_{2n+2-2k-x}(COOH)_x$  hay  $R(COOH)_x$

⇒ công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{k}-\bar{x}}(COOH)_{\bar{x}}$  hay  $\bar{R}(COOH)_{\bar{x}}$

- Axit cacboxylic no, đơn chức (ankanonic):

$C_nH_{2n+1}COOH$  với  $n \geq 0$ , hay:  $C_mH_{2m}O_2$ , với  $m \geq 1$

⇒ công thức trung bình:

$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}COOH$ , NK :  $\bar{n} > 0$ ) hay  $C_{\bar{m}}H_{2\bar{m}}O_2$ , NK :  $\bar{m} > 1$ .

- Axit cacboxylic no, đa chức:  $C_nH_{2n+2-x}(COOH)_x$ , ĐK  $x \geq 2$ )

⇒ công thức trung bình:  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}}(COOH)_{\bar{x}}$ , NK :  $\bar{n} > 0$  Hay  $\bar{R}(COOH)_{\bar{x}}$

+ Công thức tổng quát của este (este hữu cơ):

- Este đơn chức, tạo bởi axit đơn chức RCOOH và rượu đơn chức R'OH:

$RCOOR'$  hay  $C_xH_yO_2$  (ĐK :  $x \geq 2, y \leq 2x + 2, y$  chẵn)

⇒ công thức trung bình:  $\bar{R}COO\bar{R}'$  hay  $C_{\bar{x}}H_{\bar{y}}O_2$

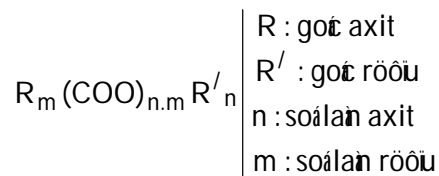
- Este đa chức, tạo bởi axit đa chức  $R(COOH)_n$  và rượu đơn chức R'OH:  
 $R(COOR')_n$

⇒ công thức trung bình :  $R(COO\bar{R}')_n$

- Este đa chức, tạo bởi axit đơn chức RCOOH và rượu đa chức  $R'(OH)_m$  :  
 $(RCOOR')_m$

⇒ công thức trung bình :  $(\bar{R}COO)_m R'$

Vậy công thức este tổng quát:



⇒ Công thức trung bình :  $\bar{R}_m(COO)_{\bar{m},\bar{n}}\bar{R}'_{\bar{n}}$

2.5.5. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của hỗn hợp amin

+ Amin no, mạch hở :  $C_nH_{2n+2-x}(NH_2)_x$ , hay  $C_nH_{2n+2+x}N_x$

⇒ Công thức trung bình :  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}}(NH_2)_{\bar{x}}$  hay  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2+\bar{x}}N_{\bar{x}}$

+ Amin đơn chức, no:  $C_nH_{2n+1}NH_2$  (bậc 1) hay  $C_nH_{2n+3}N$ , ĐK:  $n \geq 1$

⇒ Công thức trung bình :  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}NH_2$  hay  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+3}N$ , NK :  $\bar{n} > 1$

+ Amin thơm, đơn chức, gốc hydrocacbon liên kết với nhân benzen là gốc no:

$C_nH_{2n-7}NH_2$ ,  $n \geq 6$

⇒ Công thức trung bình :  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}-7}NH_2$ , NK :  $\bar{n} > 6$

2.5.6. Công thức phân tử tổng quát và công thức phân tử trung bình của hỗn hợp aminaxit

+ Công thức phân tử tổng quát của aminoaxit :

$R(NH_2)_x(COOH)_y$  hay  $C_nH_m(NH_2)_x(COOH)_y$

⇒ Công thức trung bình :  $\bar{R}(NH_2)_{\bar{x}}(COOH)_{\bar{y}}$ , nhiều kiện :  $\bar{X}, \bar{Y} > 1$

+ Aminoaxit no mạch hở:  $C_nH_{2n+2-x-y}(NH_2)_x(COOH)_y$ , ĐK :  $n \geq 1, k \geq 0$

⇒ Công thức trung bình :  $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-\bar{x}-\bar{y}}(NH_2)_{\bar{x}}(COOH)_{\bar{y}}$ , nhiều kiện :  $\bar{n} > 1, \bar{k} \geq 0$

+ Amino axit chứa 1 chức amin, 1 chức axit:  $R(NH_2)(COOH)$

⇒ Công thức trung bình :  $\bar{R}(NH_2)(COOH)$

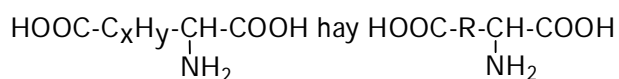
+ Amino axit no chứa 1 chức amin, 1 chức axit:

$C_nH_{2n}(NH_2)_x(COOH)$  hay  $C_mH_{2m+1}O_2N$ , ĐK :  $n \geq 1, m \geq 2$

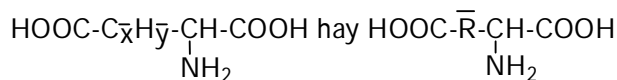
⇒ Công thức trung bình :

$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}(NH_2)(COOH)$  hay  $C_{\bar{m}}H_{2\bar{m}+1}O_2N$ , NK :  $\bar{n} > 1, \bar{m} > 2$

+  $\alpha$ -Aminoaxit chứa 1 nhóm  $-NH_2$  và 2 nhóm  $-COOH$  :



⇒ Công thức trung bình :



### 3. Bài toán và cách giải

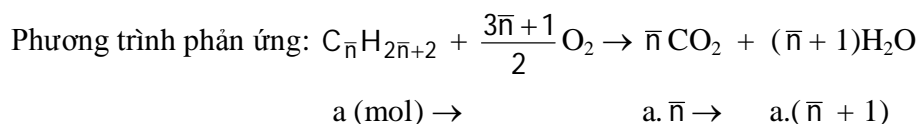
#### 3.1. Bài toán

Đốt cháy hoàn toàn 19,2 gam hỗn hợp 2 ankan X, Y bằng một lượng oxi vừa đủ thu được 57,2 gam  $\text{CO}_2$ . Xác định công thức phân tử của 2 ankan trong các trường hợp sau:

- Hai ankan kế cận nhau.
- Hai ankan hơn kém nhau 2 nguyên tử cacbon.
- Số mol 2 ankan theo tỷ lệ 2 : 3.
- Chất có số cacbon lớn có % về thể tích không nhỏ hơn 50%.

#### 3.2. Cách giải

$$\text{Đặt: } \left\{ \begin{array}{l} \text{X: } \text{C}_n\text{H}_{2n+2} : x \text{ (mol)} \\ \text{Y: } \text{C}_m\text{H}_{2m+2} : y \text{ (mol)} \end{array} \right. \Rightarrow \underbrace{\text{C}_{\bar{n}}\text{H}_{2\bar{n}+2}}_{a \text{ (mol)}} \left| \begin{array}{l} 1 \leq n < \bar{n} < m \\ a = x + y \end{array} \right.$$



$$\text{Số mol của } \text{CO}_2 \text{ là: } n_{\text{CO}_2} = a.\bar{n} = \frac{57,2}{44} = 1,3 \text{ mol.....(1)}$$

$$\text{Mà: } m_{\text{hh ankan}} = (14\bar{n} + 2)a = 19,2 \Rightarrow 14\bar{n}a + 2a = 19,2 \text{.....(2)}$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{n}a = 1,3 \\ 14.\bar{n}a + 2a = 19,2 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \bar{n} = 2,6 \\ a = 0,5 \end{array} \right.$$

1. Hai ankan kế tiếp nhau  $\Rightarrow m = n + 1$

$$\text{Vậy: } \underbrace{n=2}_{\downarrow} < \bar{n} = 2,6 < \underbrace{m=3}_{\downarrow}$$

$$\qquad \qquad \text{C}_2\text{H}_6(\text{X}) \qquad \qquad \text{C}_3\text{H}_8(\text{Y})$$

$$\Rightarrow \text{CTPT: } \left\{ \begin{array}{l} \text{X: } \text{C}_2\text{H}_6 \\ \text{Y: } \text{C}_3\text{H}_8 \end{array} \right.$$

2. Hai ankan hơn kém nhau hai nguyên tử cacbon

$$\Rightarrow m = n + 2 \Rightarrow n < \bar{n} = 2,6 < n + 2 \Rightarrow 0,6 < n < 2,6$$

$$\text{Trường hợp 1: } \begin{cases} n = 1 \\ m = 3 \end{cases} \Rightarrow \text{CTPT: } \begin{cases} X: \text{CH}_4 \\ Y: \text{C}_3\text{H}_8 \end{cases}$$

$$\text{Trường hợp 2: } \begin{cases} n = 2 \\ m = 4 \end{cases} \Rightarrow \text{CTPT: } \begin{cases} X: \text{C}_2\text{H}_6 \\ Y: \text{C}_4\text{H}_{10} \end{cases}$$

**3. Số mol hai ankan theo tỷ lệ 2 : 3**

$$\text{Trường hợp 1: } \frac{x}{y} = \frac{2}{3} \Rightarrow \begin{cases} x + y = 0,5 \\ y = 1,5x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,3 \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } \underbrace{\underbrace{n}_{\downarrow X}}_{0,2(\text{mol})} < \bar{n} = 2,6 < \underbrace{\underbrace{m}_{\downarrow Y}}_{0,3(\text{mol})}$$

$$\Rightarrow \bar{n} = \frac{n \cdot x + m \cdot y}{x + y} = 2,6 \Rightarrow \frac{0,2 \cdot n + 0,3 \cdot m}{0,5} = 2,6 \Rightarrow m = \frac{13 - 2 \cdot n}{3}$$

Biện luận : vì  $n < \bar{n} \Rightarrow n < 2,6$  (n là những số nguyên, dương)

$$\frac{n}{m} \left| \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 3,67 & 3 \end{array} \right|$$

loại      nhận

$$\text{Vậy CTPT: } \begin{cases} X: \text{C}_2\text{H}_6 \\ Y: \text{C}_3\text{H}_8 \end{cases}$$

$$\text{Trường hợp 2: } \frac{x}{y} = \frac{3}{2} \Rightarrow \begin{cases} x + y = 0,5 \\ x = 1,5y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \\ y = 0,2 \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } \underbrace{\underbrace{n}_{\downarrow X}}_{0,3(\text{mol})} < \bar{n} = 2,6 < \underbrace{\underbrace{m}_{\downarrow Y}}_{0,2(\text{mol})}$$

$$\Rightarrow \bar{n} = \frac{n \cdot x + m \cdot y}{x + y} = 2,6 \Rightarrow \frac{0,3 \cdot n + 0,2 \cdot m}{0,5} = 2,6 \Rightarrow m = \frac{13 - 3 \cdot n}{2}$$

Biện luận : vì  $n < \bar{n} \Rightarrow n < 2,6$  (n là những số nguyên, dương)

$$\frac{n}{m} \left| \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 5 & 3,5 \end{array} \right|$$

nhận      loại

$$\text{Vậy CTPT: } \begin{cases} X: \text{CH}_4 \\ Y: \text{C}_5\text{H}_{12} \end{cases}$$

4. Chất có số cacbon lớn có % về thể tích không nhỏ hơn 50% hỗn hợp.

$$\text{Ta có : } x + y = 0,5 \Rightarrow x = 0,5 - y$$

$$\text{Theo đề : } y \geq 0,5.(x + y) \Rightarrow y \geq 0,25$$

$$\Rightarrow \bar{n} = \frac{n.x + m.y}{x + y} = \frac{n(0,5 - y) + m.y}{0,5} = 2,6 \quad \Rightarrow 0,5n - ny + my = 1,3$$

$$\Rightarrow y = \frac{1,3 - 0,5n}{m - n}$$

$$\text{Vì } n < \bar{n} \Rightarrow n = \{1, 2\}$$

$$* \quad n = 1 \Rightarrow y = \frac{1,3 - 0,5n}{m - n} = \frac{1,3 - 0,5.1}{m - 1} \geq 0,25 \Rightarrow m \leq 4,2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n = 1 \\ m = 3 \end{cases} \Rightarrow \text{CTPT : } \begin{cases} X : \text{CH}_4 \\ Y : \text{C}_3\text{H}_8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n = 1 \\ m = 4 \end{cases} \Rightarrow \text{CTPT : } \begin{cases} X : \text{CH}_4 \\ Y : \text{C}_4\text{H}_{10} \end{cases}$$

$$* \quad n = 2 \Rightarrow y = \frac{1,3 - 0,5n}{m - n} = \frac{1,3 - 0,5.2}{m - 2} \geq 0,25 \Rightarrow m \leq 3,2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ m = 3 \end{cases} \Rightarrow \text{CTPT : } \begin{cases} X : \text{C}_2\text{H}_6 \\ Y : \text{C}_3\text{H}_8 \end{cases}$$

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Đăng (2010), *Giải nhanh toán Hóa hữu cơ bằng phương pháp trung bình*, Nxb Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh.
2. <http://baitaphoahoc.wordpress.com/2010/01/18/xac-d%E1%BB%8Bnh-ctpt-d%E1%BB%B1a-vao-ph%C6%B0%C6%A1ng-phap-gia-tr%E1%BB%8B-trung-binh/>
3. <http://hoahocphothong.vn/forum/showthread.php?126-PP-gi%26%237843%3Bnhanh-Ph%26%23432%3B%26%23417%3Bng-ph%E1p-trung-b%E1>

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 08-6-2012; ngày phản biện đánh giá: 16-7-2012;  
ngày chấp nhận đăng: 19-9-2012)