

SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG ĐẲNG HÓA VÀ THỦY PHÂN HÓA ĐỂ GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG CAO VỀ AXIT BÉO VÀ TRIGLIXERIT

Vũ Thành Công
Khoa Toán và Khoa học Tự nhiên
Email: congvt@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 17/04/2022

Ngày PB đánh giá: 05/05/2022

Ngày duyệt đăng: 12/05/2022

TÓM TẮT: Bài báo này, trình bày kết quả việc nghiên cứu lý thuyết 2 phương pháp Đồng đẳng hóa và Thủy phân hóa để giải các bài toán vận dụng cao về chất béo và triglixerit cũng như đưa ra một số bài toán minh họa cho 2 phương pháp này. Kết quả cho thấy khi sử dụng 2 phương pháp này để giải các bài toán phù hợp không những cho ra kết quả nhanh hơn mà đôi khi cách giải truyền thống không giải được.

Từ khóa: Từ khóa: axit béo, đồng đẳng, thủy phân, giải nhanh

APPLYING HOMOGENIZATION AND HYDROLYSIS METHODS TO SOLVE BIG PROBLEMS OF FAT ACID AND TRIGLIXERIT

ABSTRACT: This report presents the results of the theoretical study of 2 methods: Homogenization and Hydrolysis - to solve big problems of fat acid and TRIGLIXERIT and gives illustrative examples for these two methods. The outcomes show that applying these two methods can not only tackle the unsolved problems with traditional solutions but also give results faster.

Keywords: fat acid, peer, hydrolysis, quick solution

1. Đặt vấn đề

Chinh phục điểm 8, 9, 10 trong kỳ thi trung học phổ thông Quốc gia là mục tiêu của nhiều học sinh khá giỏi. Để đạt được mục tiêu này đòi hỏi học sinh không những nắm vững lý thuyết, cách giải truyền thống mà còn đòi hỏi phải nắm bắt được những cách giải được gọi là đột phá, không những giải nhanh hơn mà đôi khi còn giải được những bài mà cách giải truyền thống không giải được. Do vậy, việc nghiên cứu các phương pháp được coi là đột phá đối với học sinh khá giỏi là điều rất cần thiết.

2. Mục tiêu, đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Mục tiêu: Nghiên cứu lý thuyết tổng quát, cách giải bài toán bằng phương pháp đồng phân hóa và thủy phân hóa, các dạng

bài tập vận dụng cao về chất béo và triglixerit có thể áp dụng 2 phương pháp này để giải cũng như đưa ra một số bài tập giải tương tự để sau khi đọc giả đọc xong sẽ có một cách nhìn tổng quát, dễ nhớ và có thể áp dụng nhanh nhất để giải các bài tập này.

Đối tượng và phạm vi: Bài tập vận dụng cao phần chất và triglixerit trong kỳ thi THPT Quốc gia, trong các đề thi tham khảo của các trường THPT.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu sách giáo khoa THPT và đề thi các kỳ thi THPT, đề thi thử những năm gần đây, giải các bài toán vận dụng cao về chất béo và triglixerit bằng các phương pháp khác nhau, từ đó hệ thống hóa những dạng bài có thể áp dụng phương pháp đồng đẳng hóa và thủy phân hóa.

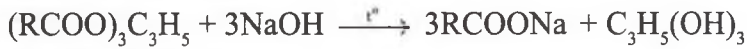
T.V.K.H & C.N.Q.G
SỐ ĐĂNG KÝ CVV 459

3. Kết quả nghiên cứu

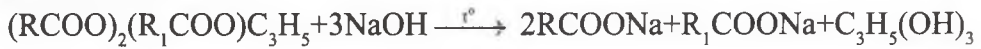
3.1. Kiến thức cần nhớ

3.1.1 Phản ứng thủy phân

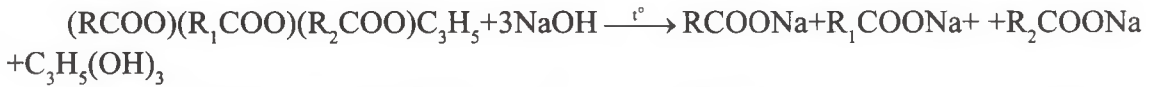
- 3 gốc giống nhau:



- 2 gốc giống nhau:



- 3 gốc khác nhau:



Theo sơ đồ phản ứng thủy phân ta có các công thức sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Số mol : } n_{\text{CB}} = n_{\text{Glixerol}} \xrightarrow{\times 3} n_{\text{NaOH}} \\ \bullet \text{ BTKL: } m_{\text{CB}} + m_{\text{NaOH}} = m_{\text{muối}} + m_{\text{glixerol}} \\ m_{\text{CB}} = m_{\text{C}} + m_{\text{H}} + m_{\text{O}} \end{array} \right.$$

3.1.2 Sơ đồ phản ứng đốt cháy chất béo (CB): $\text{CB} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Theo sơ đồ phản ứng cháy ta có các công thức sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ BTKL : } m_{\text{CB}} + m_{\text{O}_2} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} \Leftrightarrow m_{\text{CB}} + 32n_{\text{O}_2} = 44n_{\text{CO}_2} + 18n_{\text{H}_2\text{O}} \\ \bullet \text{ Bảo toàn O : } 6n_{\text{CB}} + 2n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} \\ \bullet \text{ Công thức đốt cháy : } n_{\text{CB}} = \frac{n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2\text{O}}}{k - 1} \end{array} \right.$$

3.1.3 Sơ đồ phản ứng cộng chất béo: $\text{CB không no} + (k - 3)\text{H}_2(\text{Br}_2) \rightarrow \text{CB no}$

Từ sơ đồ suy ra: $n_{\text{H}_2(\text{Br}_2)} = n_{\text{CB}} \cdot (k - 3)$

Trong đó k là tổng số liên kết π trong chất béo, hệ số k-3 vì có liên kết 3π trong 3 liên kết C=O không tham gia phản ứng cộng

3.1.4 Một số công thức cần nhớ

$$\bullet \text{ Số C trong CB} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{X}}} \quad \bullet \text{ Số H trong CB} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 2}{n_{\text{X}}}$$

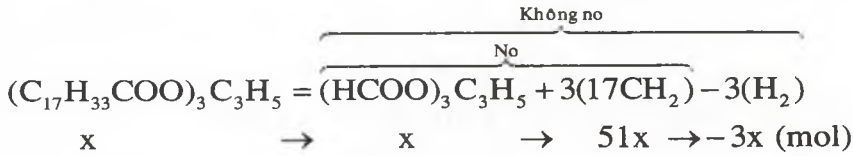
$$\bullet \text{ BT C : } n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} \quad \bullet n_{\text{H}} = n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 2$$

Công thức nhanh tính số mol O_2

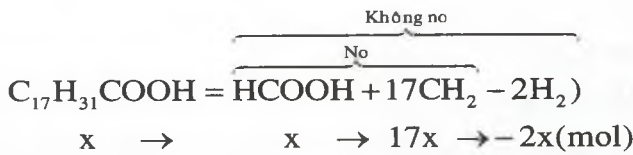
$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{CB}} \cdot \left(\text{C} + \frac{\text{H}}{4} - \frac{\text{O}}{2} \right)$$

3.2. Phương pháp “Đồng đẳng hóa”

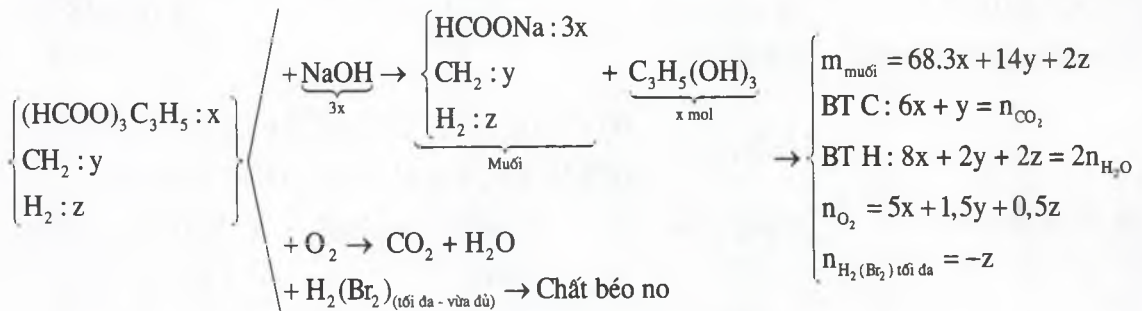
Phương pháp này chủ yếu áp dụng trong bài toán chỉ có chất béo hoặc axit béo. Với chất béo ta quy thành $(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5$, CH_2 và H_2 với công thức tổng quát (giả sử cho $(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$) như sau:



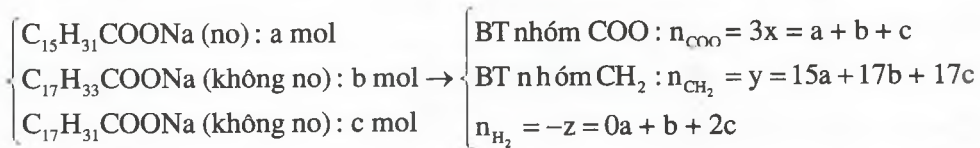
Tương tự, với axit béo ta quy về HCOOH , CH_2 và H_2 thí dụ với $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$



Nếu bài toán cho hỗn hợp CB bất kì thì đồng đẳng hóa về este 3 chức ban đầu $(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5$, CH_2 , H_2 , tùy theo đề bài cho tác dụng với NaOH , O_2 , H_2 , Br_2 sẽ sử dụng công thức tính tương ứng theo sơ đồ:

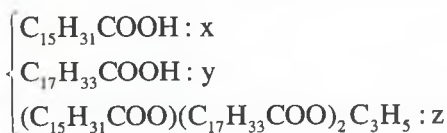


Trong bài toán nếu có hỗn hợp muối, ta thường sử dụng bảo toàn nhóm theo sơ đồ giả sử sau:

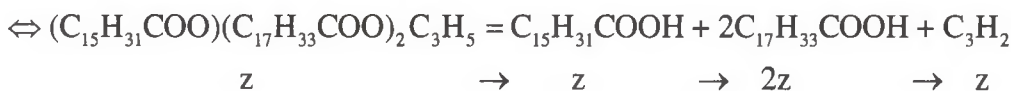
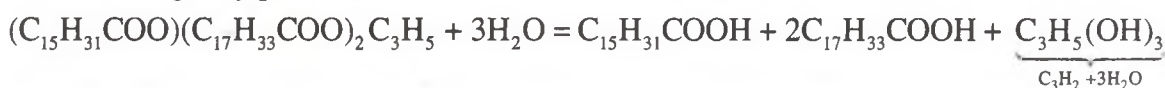


3.3. Phương pháp “Thủy phân hóa”

Phương pháp này chủ yếu áp dụng trong bài toán cho hỗn hợp gồm cả axit béo & chất béo. Giả sử cho hỗn hợp gồm axit béo & chất béo gồm:



Phản ứng thủy phân chất béo



Vậy hỗn hợp ban đầu tương đương với $\begin{cases} C_{15}H_{31}COOH : x + z \\ C_{17}H_{33}COOH : y + 2z \\ C_3H_5 : z \text{ (Đây chính là mol chất béo)} \end{cases}$

Đây chính là phương pháp Thủy phân hóa với bản chất là quy hỗn hợp axit và chất béo ban đầu về hỗn hợp axit và C_3H_5

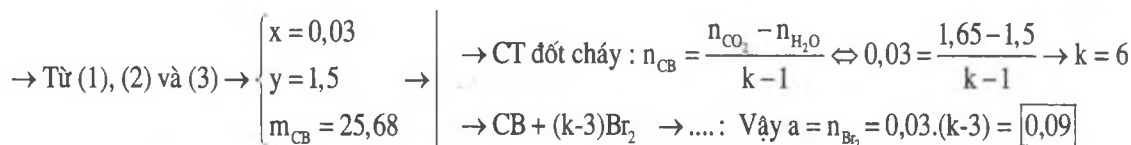
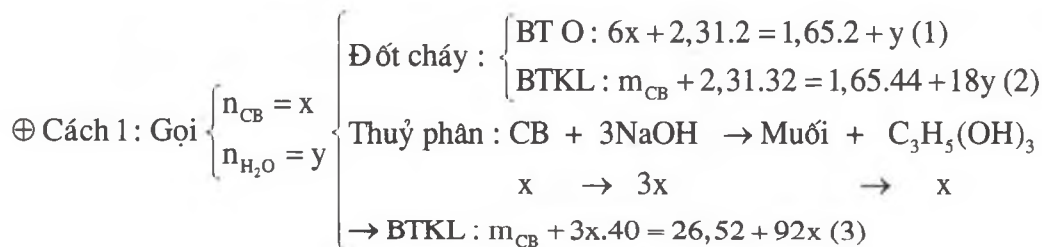
3.4. Một số thí dụ áp dụng điển hình

3.4.1. Áp dụng phương pháp đồng đẳng hóa

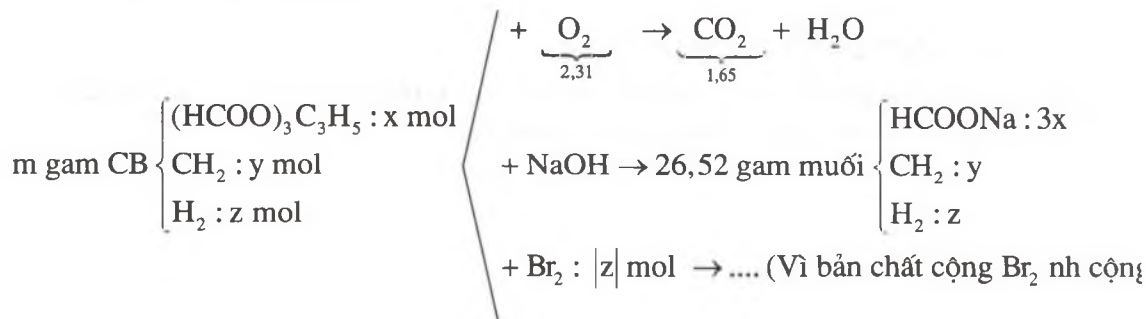
Ví dụ 1: Đốt cháy hoàn toàn m gam triglycerit X cần vừa đủ 2,31 mol O_2 , thu được H_2O và 1,65 mol CO_2 . Cho m gam X tác dụng với dung dịch NaOH vừa đủ, thu được glyxerol và 26,52 gam muối. Mặt khác, m gam X tác dụng được tối đa với a mol Br_2 trong dung dịch. Giá trị của a là

- A. 0,09. B. 0,12. C. 0,15. D. 0,18.

[Đề chính thức môn Hóa 2019]



⊕ Cách 2 – Đồng đẳng hóa :



$$\rightarrow \begin{cases} \text{BTC: } 6x + y + 0z = 1,65 \\ n_{\text{O}_2} = 5x + 1,5y + 0,5z = 2,31 \\ m_{\text{muối}} = 68,3x + 14y + 2z = 26,52 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,03 \\ y = 1,47 \\ z = -0,09 \end{cases} \rightarrow n_{\text{Br}_2} = |z| = 0,09 \text{ mol}$$

$$\oplus \text{ Nếu muốn tìm công thức chất béo: } \begin{cases} \text{Số CH}_2 \text{ đã tách ra} = \frac{y}{x} = 49 \rightarrow \text{Có 2 gốc C}_{17} + 1 \text{ gốc C}_{15} \\ \text{Số H}_2 \text{ đã tách ra} = \frac{|z|}{x} = 3 \rightarrow \text{Có } \begin{cases} 1 \text{ gốc C}_{15}\text{H}_{31} \\ 1 \text{ gốc C}_{17}\text{H}_{33} \\ 1 \text{ gốc C}_{17}\text{H}_{31} \end{cases} \end{cases}$$

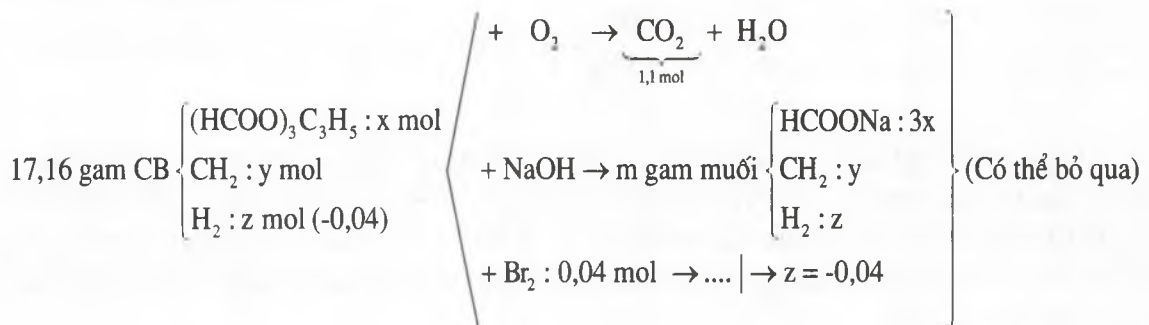
Ví dụ 2: Đốt cháy hoàn toàn 17,16 gam triglycerit X, thu được H₂O và 1,1 mol CO₂. Cho 17,16 gam X tác dụng với dung dịch NaOH vừa đủ, thu được glixerol và m gam muối. Mặt khác, 17,16 gam X tác dụng được với tối đa 0,04 mol Br₂ trong dung dịch. Giá trị của m là

- A. 18,28. B. 18,48. C. 16,12. D. 17,72.

$$\oplus \text{ Cách 1: Gọi } \begin{cases} n_{\text{CB}} = x \\ n_{\text{H}_2\text{O}} = y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{ CT đốt cháy: } x = \frac{1,1 - y}{k - 1} \rightarrow kx - x + y = 1,1 \text{ (1)} \\ \bullet m_{\text{CB}} = m_{\text{C}} + m_{\text{H}} + m_{\text{O}} = 1,1 \cdot 12 + 2y + 16x \cdot 6 = 17,16 \text{ (2)} \\ \bullet \begin{array}{l} \text{CB} + (k-3)\text{Br}_2 \rightarrow \dots \\ x \rightarrow x(k-3) \end{array} \left\| \begin{array}{l} \rightarrow x \cdot (k-3) = 0,04 \\ \rightarrow kx - 3x = 0,04 \text{ (3)} \end{array} \right. \end{cases}$$

$$\bullet \text{ Từ (1), (2) và (3) } \rightarrow \begin{cases} kx = 0,1 \\ x = 0,02 \\ y = 1,02 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{ Thủy phân: } \begin{array}{l} \text{CB} + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Muối} + \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 \\ 0,02 \rightarrow 0,06 \qquad \qquad \qquad \rightarrow 0,02 \end{array} \\ \bullet \text{ BTKL: } 17,16 + 0,06 \cdot 40 = m_{\text{muối}} + 0,02 \cdot 92 \rightarrow m_{\text{muối}} = \boxed{17,72} \end{cases}$$

\oplus Cách 2 – Đồng đẳng hóa :



$$\rightarrow \begin{cases} m_{CB} = 176x + 14y + 2 \cdot (-0,04) = 17,16 \\ \text{BT C: } 6x + y = 1,1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = 0,98 \end{cases} \rightarrow m_{\text{muối}} = 68,3x + 14y + 2z = \boxed{17,72}$$

Ví dụ 3: Thủy phân hoàn toàn triglixerit **X** trong môi trường axit, thu được glixerol, axit stearic và axit oleic. Đốt cháy hoàn toàn m gam **X** cần 51,52 gam O_2 , thu được 50,16 gam CO_2 . Mặt khác, m gam **X** tác dụng được tối đa với V ml dung dịch Br_2 0,5M. Giá trị của V là

- A. 80. B. 200. C. 160. D. 120.

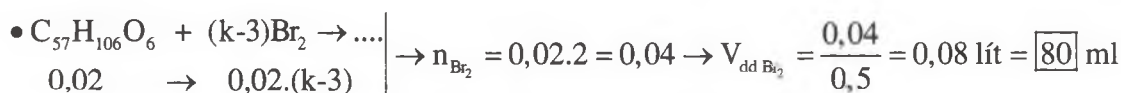
[Thi thử THPT QG Lần 1/2021 - THPT chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An]



→ Chất béo chứa 2 gốc axit : $C_{17}H_{35}COO-$ và $C_{17}H_{33}COO-$ → Chất béo dạng $(C_{17}H_yCOO)_3C_3H_5$

⊕ Cách 1 : Chất béo có công thức phân tử dạng $C_{57}H_bO_6$ (x mol)

$$\rightarrow \begin{cases} \text{BT C: } 57x = 1,14 \text{ (} n_{CO_2} \text{)} \rightarrow x = 0,02 \\ n_{O_2} = 0,02 \cdot \left(57 + \frac{b}{4} - \frac{6}{2} \right) = 1,61 \rightarrow b = 106 \end{cases} \rightarrow \text{Chất béo : } C_{57}H_{106}O_6 \text{ có } k = \frac{57,2 - 106 + 2}{2} = 5$$



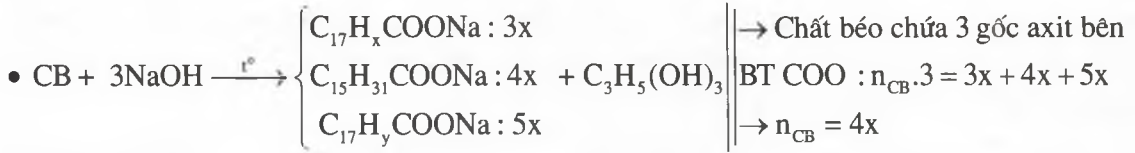
⊕ Cách 2 - Đồng đẳng hóa : CB $\begin{cases} (HCOO)_3C_3H_5 : x \\ CH_2 : 51x \text{ (Vì số } CH_2 \text{ tách ra} = 17 \cdot 3 = 51 \text{ từ công thức CB ban đầu)} \\ H_2 : y \text{ (Không theo } x \text{ vì chưa biết bao nhiêu } H_2 \text{ tách ra)} \end{cases}$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{BT C: } 6x + 51x = 1,14 \\ n_{O_2} = 5x + 1,5 \cdot 51x + 0,5y = 1,61 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = -0,04 \end{cases} \rightarrow n_{Br_2} = 0,04 \rightarrow V_{\text{dd } Br_2} = \frac{0,04}{0,5} = 0,08 \text{ lít} = \boxed{80} \text{ ml}$$

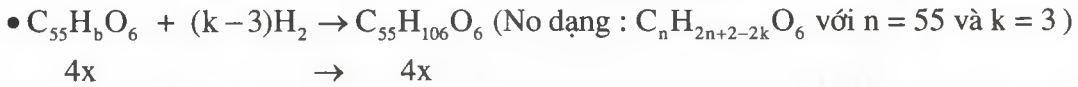
Ví dụ 4: Xà phòng hóa hoàn toàn m gam hỗn hợp **E** gồm các triglixerit bằng dung dịch $NaOH$, thu được glixerol và hỗn hợp **X** gồm ba muối $C_{17}H_xCOONa$, $C_{15}H_{31}COONa$, $C_{17}H_yCOONa$ với tỉ lệ mol tương ứng là 3 : 4 : 5. Mặt khác, hiđro hóa hoàn toàn m gam **E** thu được 68,96 gam hỗn hợp **Y**. Nếu đốt cháy hoàn toàn m gam **E** cần vừa đủ 6,09 mol O_2 . Giá trị của m là

- A. 60,32. B. 60,84. C. 68,20. D. 68,36.

[Đề minh họa thi THPTQG – Bộ Giáo Dục – Năm 2021]

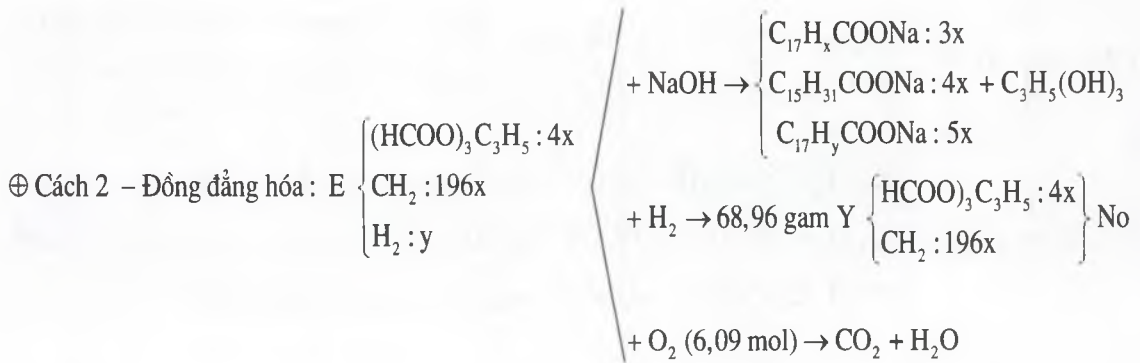


⊕ Cách 1 : Chất béo có công thức phân tử dạng $\text{C}_{55}\text{H}_b\text{O}_6$ (4x mol)



$$\rightarrow m_Y = 4x \cdot 862 = 68,96 \rightarrow x = 0,02 \rightarrow n_{\text{O}_2} = 4x \cdot \left(55 + \frac{b}{4} - \frac{6}{2} \right) = 6,09 \rightarrow b = 96,5$$

$$\rightarrow \text{C}_{55}\text{H}_{96,5}\text{O}_6 \text{ (4x mol)} \rightarrow m = 4x \cdot 852,5 = \boxed{68,2}$$



$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{BT COO} : n_{(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5} \cdot 3 = 3x + 4x + 5x \rightarrow n_{(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5} = 4x \\ \text{BT CH}_2 : n_{\text{CH}_2} = 3x \cdot 17 + 4x \cdot 15 + 5x \cdot 17 = 196x \end{array} \right. \rightarrow m_Y = 176 \cdot 4x + 14 \cdot 196x = 68,96 \rightarrow x = 0,02$$

$$\rightarrow n_{\text{O}_2} = 5 \cdot 4x + 1,5 \cdot 196x + 0,5y = 6,09 \rightarrow y = -0,38 \rightarrow m_E = m_Y + m_{\text{H}_2} = 68,96 + 2 \cdot (-0,38) = \boxed{68,2}$$

• Giải thích : Vì E không no = Y (no) + H₂ (âm - không no)

Nhận xét: Qua 4 thí dụ trên, rõ ràng với cách giải “truyền thống” thì cách giải bằng phương pháp “đồng đẳng hóa” đơn giản và dễ hiểu hơn nhiều. Tuy nhiên với bài toán cho hỗn hợp axit béo và chất béo thì phương pháp đồng đẳng hóa lại tỏ ra kém hiệu quả hơn so với phương pháp Thủy phân hóa.

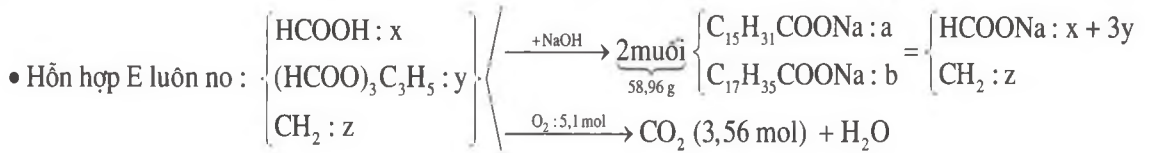
3.4.2. Áp dụng phương pháp thủy phân hóa

Ví dụ 1: Hỗn hợp E gồm axit panmitic, axit stearic và triglixerit X. Cho m gam E tác dụng hoàn toàn với dung dịch NaOH dư, thu được 58,96 gam hỗn hợp hai muối. Nếu đốt cháy hoàn toàn m gam E thì cần vừa đủ 5,1 mol O₂, thu được H₂O và 3,56 mol CO₂. Khối lượng của X có trong m gam E là

- A. 32,24 gam. ○ B. 25,60 gam. ○ C. 33,36 gam. ○ D. 34,48 gam.

[Đề thi THPTQG chính thức – Bộ Giáo dục & Đào tạo – Mã đề 201 – Lần 1 – Năm 2020]

⊕ Cách 1 – Đồng đẳng hóa : Vì hỗn hợp ban đầu chỉ gồm 2 axit no + chất béo → 2 muối nên :

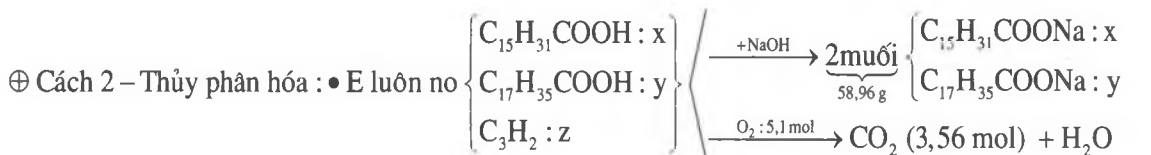


• BT C :
$$\begin{cases} m_{\text{muối}} = 68.(x + 3y) + 14z = 58,96 \\ x + 6y + z = 3,56 \\ n_{\text{O}_2} = 0,5x + 5y + 1,5z = 5,1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,08 \\ y = 0,04 \\ z = 3,24 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} m_{\text{CH}_2} = 15a + 17b = 3,24 \\ n_{\text{COO}} = a + b = x + 3y = 0,2 \\ \text{Hoặc : } m_{\text{muối}} = 278a + 306b = 58,96 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = 0,08 \\ b = 0,12 \end{cases}$$

• Biện luận : Ta có
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Axit : } n_{\text{HCOOH}} = 0,08 \\ \text{CB : } n_{(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5} = 0,04 \end{array} \right. \text{ và } \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}} : 0,08 \\ n_{\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}} : 0,12 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Do muối tạo nên từ cả Axit \& CB} \\ n_{\text{Muối (từ CB)}} < \underbrace{\text{Giá trị muối ở bên}}_{0,08 \text{ và } 0,12} \end{array} \right.$$

→ CB không thể là
$$\left[\begin{array}{l} (\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5 : 0,04 \xrightarrow{\text{vi}} n_{\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa (từ CB)}} = 0,12 > 0,08 \\ (\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_2(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})\text{C}_3\text{H}_5 : 0,04 \xrightarrow{\text{vi}} n_{\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa (từ CB)}} = 0,08 = 0,08 \\ (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5 : 0,04 \xrightarrow{\text{vi}} n_{\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa (từ CB)}} = 0,12 = 0,12 \end{array} \right.$$

→ Vậy chất béo ban đầu phải là :
$$\underbrace{(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{C}_3\text{H}_5 : 0,04}_{\text{Đúng theo điều kiện mol muối tạo thành ở trên}} \rightarrow m_{\text{CB}} = 0,04.862 = \boxed{34,48} \text{ gam}$$

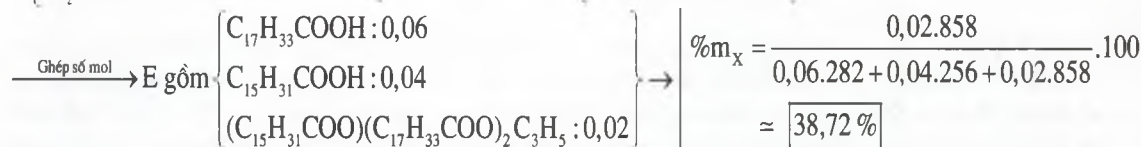
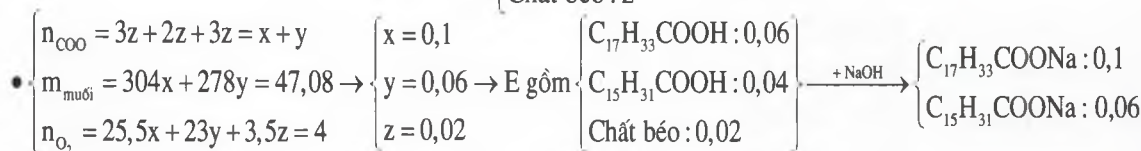
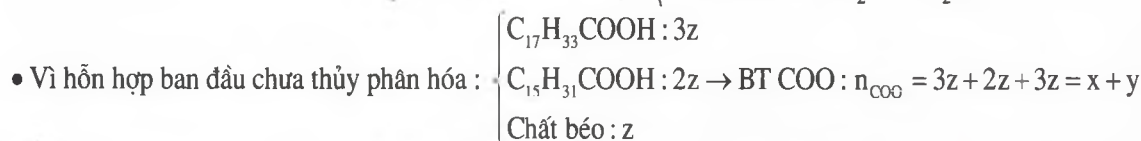
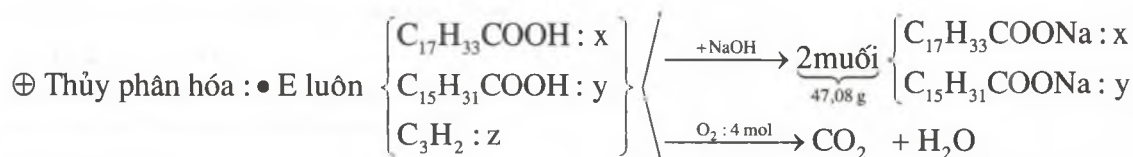


• BT C :
$$\begin{cases} m_{\text{muối}} = 278x + 306y = 58,96 \\ 16x + 18y + 3z = 3,56 \\ n_{\text{O}_2} = 23x + 26y + 3,5z = 5,1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,08 \\ y = 0,12 \\ z = 0,04 \end{cases} \rightarrow n_{\text{CB}} = z = 0,04 \xrightarrow{\text{Biện luận như trên}} m_{\text{CB}} = \boxed{34,48} \text{ gam}$$

Ví dụ 2: Hỗn hợp E gồm axit oleic, axit panmitic và triglixerit X có tỉ lệ số mol tương ứng 3 : 2 : 1. Đốt cháy hoàn toàn m gam E cần dùng vừa đủ 4 mol O₂, thu được CO₂ và H₂O. Mặt khác, cho m gam E tác dụng hết với lượng dư dung dịch NaOH đun nóng, thu được sản phẩm hữu cơ gồm glixerol và 47,08 gam hỗn hợp hai muối khan. Phần trăm khối lượng của X trong E là

- A. 38,72%. B. 37,25%. C. 37,99%. D. 39,43%.

[Đề thi THPTQG chính thức – Bộ Giáo dục & Đào tạo – Mã đề 201 – Lần 1 – Năm 2021]



Độc giả có thể tự giải bài trên bằng phương pháp đồng đẳng hóa để thấy rõ với dạng bài tập này thì phương pháp Thủy phân hóa tỏ ra ưu việt hơn hẳn phương pháp đồng đẳng hóa.

4. KẾT LUẬN

Với việc hệ thống hóa kiến thức cũng như đưa ra 2 phương pháp Đồng đẳng hóa và Thủy phân hóa để giải các bài toán vận dụng cao về axit béo và triglixerit sẽ giúp học sinh dễ nhớ, dễ nhận diện dạng toán áp dụng và vận dụng phương pháp này để giải nhanh và chính xác. Tác giả hy vọng sẽ nhận được sự trao đổi, góp ý chân thành của bạn đọc và đồng nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ giáo dục và đào tạo (2018), *Hóa học 10, 11, 12*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.
- Bộ giáo dục và đào tạo, Đề thi THPT Quốc gia năm 2010 đến năm 2020.
- Lâm Ngọc Thiềm, Nguyễn Đình Thành, Huỳnh Văn Trung, Nguyễn Cương (2020), *Từ điển hóa học phổ thông*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.