GV: Lê Quế – Vĩnh Phúc

CHUYÊN ĐỀ 63: CHẤT BÉO - ESTER

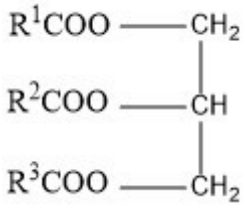
PHẦN A: LÍ THUYẾT

I. LIPID VÀ CHẤT BÉO

1. Khái niệm, phân loại và trạng thái tự nhiên.

• Lipid là những hợp chất hữu cơ có trong tế bào sống không hòa tan trong nước nhưng tan trong các dung môi không phân cực như ether, chloroform, ether dâu hỏa, ... Lipid bao gồm chất béo, sáp, steroit, photpholipit, ... chúng đều là các ester phức tạp. Dưới đây ta chỉ xét về chất béo.

• Chất béo là triester của glycerol với các acid monocacboxylic có số chẵn nguyên tử carbon (khoảng từ 12C đến 24C) không phân nhánh (acid béo), gọi chung là triglyceride hay triaxylglixerol. Công thức chung của chất béo:



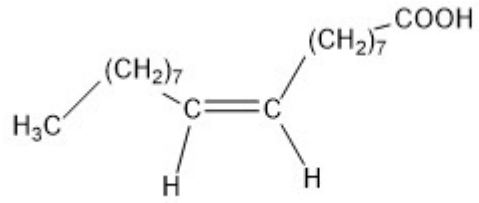
Khi thủy phân chất béo thì thu được glycerol và acid béo. Một số acid béo thường gặp là:

Acid béo no thường gặp là:

$C_{15}H_{31}COOH$: CH_3-$[CH_2]_{14}$-COOH (Panmitic acid)

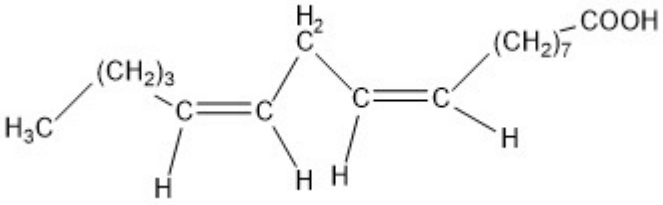
CH_3COOH: CH_3-$[CH_2]_{16}$-COOH (Stearic acid).

$C_{17}H_{31}COOH$:



(axit oleic)

$C_{17}H_{31}COOH$:



(axit linoleic)

2. Tính chất của chất béo

a) Tính chất vật lí

- Các triglyceride chứa chủ yếu các gốc acid béo no thường là chất rắn (mỡ) ở nhiệt độ phòng. Các triglyceride chứa chủ yếu các gốc acid béo không no thường là chất lỏng (dầu) ở nhiệt độ phòng.

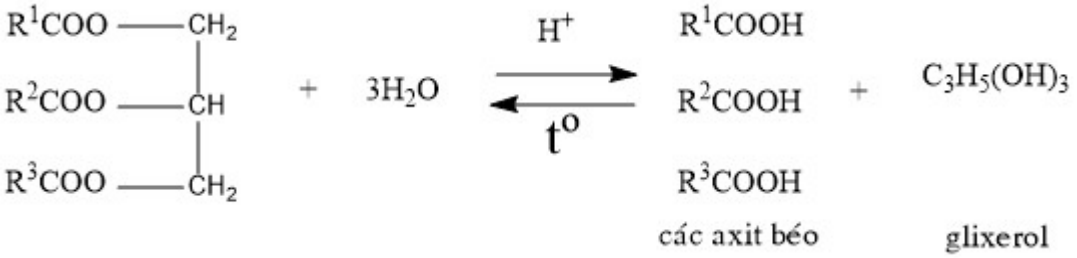
Ví dụ: tristearin, t_{nc} = 72°C (rắn); triolein, t_{nc} = - 4°C (lỏng)

Chú ý: Các triglyceride không no có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn là vì các gốc acid không no, đặc biệt là dạng cis như oleic acid, không thể xếp chặt khít được trong mạng tinh thể rắn như trường hợp acid no.

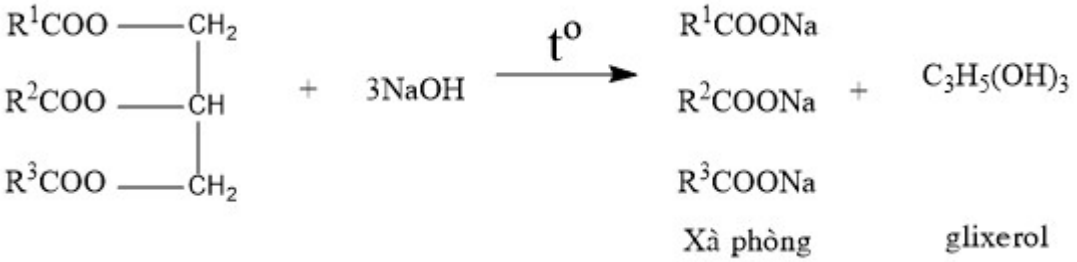
- Chất béo nhẹ hơn nước và không tan trong nước, tan trong các dung môi hữu cơ như benzene, xăng, ether, …

b) Tính chất hóa học

- *Phản ứng thủy phân trong môi trường acid:* Khi đun nóng chất béo có xúc tác acid, chất béo bị thuỷ phân tạo ra glycerol và các acid béo.

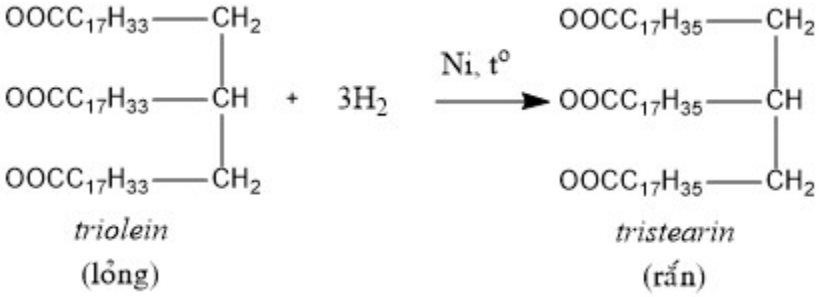


- *Phản ứng xà phòng hóa:* Khi đun nóng chất béo với dung dịch kiềm (KOH hoặc NaOH) thì tạo ra glycerol và hỗn hợp muối của các acid béo. Muối sodium hoặc potassium của các acid béo chính là xà phòng. Phản ứng của chất béo với dung dịch kiềm gọi là phản ứng xà phòng hoá.



- *Phản ứng hydrogen hóa*

Chất béo chứa các gốc acid béo không no tác dụng với hydrogen ở nhiệt độ và áp suất cao có Ni xúc tác. Khi đó hydrogen cộng vào nối đôi C=C.



3. Chất giặt rửa

a) Khái niệm về chất giặt rửa

• Chất giặt rửa là những chất khi dùng cùng với nước thì có tác dụng làm sạch các chất bẩn bám trên các vật rắn mà không gây ra phản ứng hóa học với các chất đó.

• Từ xưa, con người đã biết dùng các chất giặt rửa lấy trực tiếp từ thiên nhiên như bồ kết, bồ hòn, ...Trước khi hóa học hữu cơ ra đời, người ta cũng đã biết nấu xà phòng từ dầu mỡ và các chất kiềm. Xà phòng chính là muối hỗn hợp của sodium (hoặc potassium) của các acid béo. Ngày nay người ta còn tổng hợp ra nhiều chất không phải muối sodium (hoặc potassium) của các acid béo, nhưng có tác dụng giặt rửa tương tự như xà phòng. Chúng gọi là các chất giặt rửa tổng hợp và đượcđiều chế thành các loại bột giặt, kem giặt, ...

b) Tính chất giặt rửa

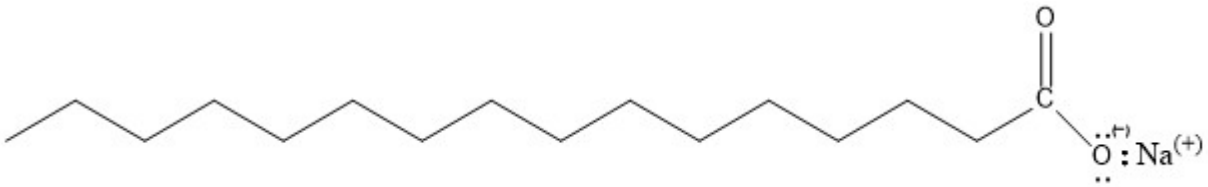
• *Một số khái niệm liên quan*

- Chất tẩy màu làm sạch các viết màu bẩn nhờ những phản ứng hóa học. Ví dụ: nước Javel, nước chlorine oxygenhóa chất màu thành chất không màu; SO_2 khử chất màu thành không màu. Chất giặt rửa như xà phòng làm sạch các vết bẩn không phải nhờ các phản ứng hóa học (xem mục c).

- Chất ưa nước là những chất tan tốt trong nước, chẳng hạn như methanol, ethanol, axetic, muối acetate kim loại kiềm, ...

- Chất kị nước là những chất hầu như không tan trong nước, chẳng hạn như hydrocarbon, dẫn xuất halogen, ... Chất kị nước thì lại ưa dầu mỡ, tức là tan tốt vào dầu mỡ. Chất ưa nước thường kị dầu mỡ, tức là không tan trong dầu mỡ.

• *Đặc điểm cấu trúc phân tử muối sodium của các acid béo*



Phân tử muối sodium của acid béo gồm một "đầu" ưa nước là nhóm $-COO^-Na^+$ nối với một "đuôi" kị nước, ưa dầu mỡ là nhóm $-C_xH_y$ (thường x ≥15). Cấu trúc hóa học gồm đầu ưa nước và đuôi ưa dầu mỡ là hình mẫu chung cho "phân tử chất giặt rửa".

• *Cơ chế hoạt động của chất giặt rửa*

Lấy trường hợp stearate làm ví dụ, nhóm $CH_3[CH_2]_{16}$ -, "đuôi" ưa dầu mỡ của phân tử stearate thâm nhập vào vết bẩn, còn nhóm $-COO^-Na^+$ ưa nước lại có xu hướng kéo ra phía các phân tử nước. Kết quả vết bẩn bị phân chia thành các (hạt rất nhỏ được giữ chặt bởi các phân tử sodium stearate không bám vào vật rắn nữa mà phân tán vào nước rồi bị rửa trôi.

c) Xà phòng

• *Sản xuất xà phòng*

- Phương pháp thông thường để sản xuất xà phòng là đun dầu thực vật hoặc mỡ động vật (thường là loại không dùng để ăn) với xút hoặc KOH ở nhiệt độ và áp suất cao. Sau khi phản ứng xà phòng hóa kết thúc, người ta cho thêm NaCl vào và làm lạnh. Xà phòng tách ra khỏi dung dịch được cho thêm phụ gia và thành bánh. Dung dịch còn lại được loại tạp chất, cô đặc rồi li tâm tách muối NaCl để thu lấy glycerol.

- Người ta còn sản xuất xà phòng bằng cách oxygenhóa parafin của dầu mỏ nhờ oxygen không khí, ở nhiệt độ cao, có muối manganese xúc tác, rồi trung hòa acid sinh ra bằng NaOH.

$$R - CH_2 - CH_2 - R' + O_2 \xrightarrow{Mn^{2+},t^0} R - COOH + R'COOH$$

$$R - COOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$$

$$R'COOH + NaOH \rightarrow R'COONa + H_2O$$

- Muối sodium của các acid có phân tử khối nhỏ tan nhiều, còn muối sodium của các phân tử acid phân tử khối lớn không tan trong dung dịch NaCl. Chúng được tách ra dùng làm xà phòng tổng hợp. Xà phòng tổng hợp có tính chất giặt rửa tương tự xà phòng thường.

•Thành phần của xà phòng và sử dụng xà phòng

- Thành phần chính của xà phòng là các muối sodium (hoặc potassium) của acid béo, thường là sodium stearate ($C_{17}H_{35}COONa$), natripanmitat ($C_{15}H_{31}COONa$), natrioleat ($C_{17}H_{33}COONa$), ... các phụ gia thường có là chất màu, chất thơm.

- Xà phòng dùng trong tắm gội, giặt giũ, ... có ưu điểm là không gây hại cho da, cho môi trường (vì dễ bị phân hủy bởi vi sinh vật có trong thiên nhiên). Xà phòng có nhược điểm là khi dùng với nước cứng (nước chứa nhiều ion Ca^{2+} và Mg^{2+}) thì các muối calcium stearate, calcium palmitate ... sẽ kết tủa làm giảm chất lượng giặt rửa và ảnh hưởng đến vải sợi.

d) Chất tẩy rửa tổng hợp

• *Sản xuất chất tẩy rửa tổng hợp*

- Để đáp ứng nhu cầu to lớn và đa đạng về chất giặt rửa, người ta đã tổng hợp nhiều chất theo hình mẫu "phân tử xà phòng" (từ là gồm đầu phân cực gắn với đuôi dài không phân cực), chúng đều có tính chất giặt rửa tương tự như xà phòng và được gọi là chất giặt rửa tổng hợp. Ví dụ:

$CH_3(CH_2)_{10} - CH_2 - OSO_3^-Na^+$ $\qquad$ $CH_3(CH_2)_{10} - CH_2 - C_6H_4 - OSO_3^-Na^+$

sodium lauryl sulfate $\qquad$ sodium đodecylbenzen sunfonate

- Chất giặt rửa tổng hợp được điều chế từ các sản phẩm của dầu mỏ. Chẳng hạn, oxygen hóa parafin được carboxylic acid, khử acid thu được alcohol , cho alcohol phản ứng với H_2SO_4 rồi trung hòa thì được chất giặt rửa loại alkyl sulfate.

$$R - COOH \xrightarrow{khu} R - CH_2OH \xrightarrow{H_2SO_4} R - CH_2OSO_3H \xrightarrow{NaOH} R - CH_2 - OSO_3^-Na^+$$

• *Thành phần và sử dụng các chế phẩm từ chất giặt rửa tổng hợp*

- Các chế phẩm như bột giặt, kem giặt ngoài chất rửa tổng hợp, chất thơm, chất màu ra, còn có thể có chất tẩy trắng như sodium hypochlorite, ... Sodium hypochlorite có hại cho da khi giặt bằng tay..
- Ưu điểm của chất giặt rửa tổng hợp là dùng được với nước cứng, vì chúng ít bị kết tủa bởi ion calcium. Những chất giặt rửa tổng hợp có chứa gốc hydrocarbon phân nhánh gây ô nhiễm môi trường, vì chúng không bị các vị sinh vật phân hủy.

II. ESTER

1. Cấu tạo phân tử

• Ester đơn giản có công thức cấu tạo như sau:

R – C – OR' || O R, R' là gốc hydrocarbon no, không no hoặc thơm (trừ trường hợp ester của acid fomic có R là H)

• Ester tạo bởi acid đa chức và alcohol đa chức

$$mR(COOH)_n + nR'(OH)_m \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4\text{ñaë}}{\rightleftarrows}} R_m(COO)_{nm}R'_n + nmH_2O$$

m mol n mol 1 mol

• Ester tạo bởi acid đơn chức và alcohol đa chức

$$mRCOOH + R'(OH)_m \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4\text{ñaë}}{\rightleftarrows}} (RCOO)_m R' + mH_2O$$

m mol 1 mol 1 mol

• Ester tạo bởi acid đa chức và alcohol đơn chức

$$R(COOH)_n + nR'OH \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4\text{ñaë}}{\rightleftarrows}} R(COOR')_n + nH_2O$$

1 mol n mol 1 mol

• Ester tạo bởi acid đơn chức và alcohol đơn chức

$$RCOOH + R'OH \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4\text{ñaë}}{\rightleftarrows}} RCOOR' + H_2O$$

1 mol 1 mol 1 mol

2. Cách gọi tên ester

Tên gốc hydrocarbon R' + tên anion gốc acid (đuôi "at")

Ví dụ:

$HCOOCH_3$: Methyl formate

$CH_2=CHCOOC_6H_5$: Phenyl acrylate

$C_6H_5COOCH=CH_2$: Vinyl benzoate

$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5$: Ethyl butirat

$C_2H_5OCO-CH_2-COOCH_3$: Ethylmetylmalonat

$CH_3OCO-COOCH_3$: Đimethyl oxalate

3. Tính chất vật lí

• Giữa các phân tử ester không có liên kết hydrogen vì thế ester có nhiệt độ sôi thấp hơn so với các acid và alcohol có cùng số nguyên tử C.

• Các ester thường là những chất lỏng, nhẹ hơn nước, rất ít tan trong nước, có khả năng hòa tan được nhiều chất hữu cơ khác nhau. Những ester có khối lượng phân tử rất lớn có thể ở trạng thái rắn (như mỡ động vật, sáp ong, ...). Các ester thường có mùi thơm dễ chịu, chẳng hạn:

- Isoamyl formate $HCOOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$: Mùi chuối chín.
- Benzyl propionate $CH_3CH_2COOCH_3C_6H_5$: Mùi hoa nhài.
- Ethyl butirat $CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5$: Mùi dứa.
- Ethyl isovalerate $CH_3CH(CH_3)CH_2COOC_2H_5$: Mùi táo,
- Geranyl acetate $CH_3COOC_{10}H_{17}$: Mùi hoa hồng.

4. Tính chất hóa học

a) Phản ứng ở nhóm chức

• *Phản ứng thủy phân*

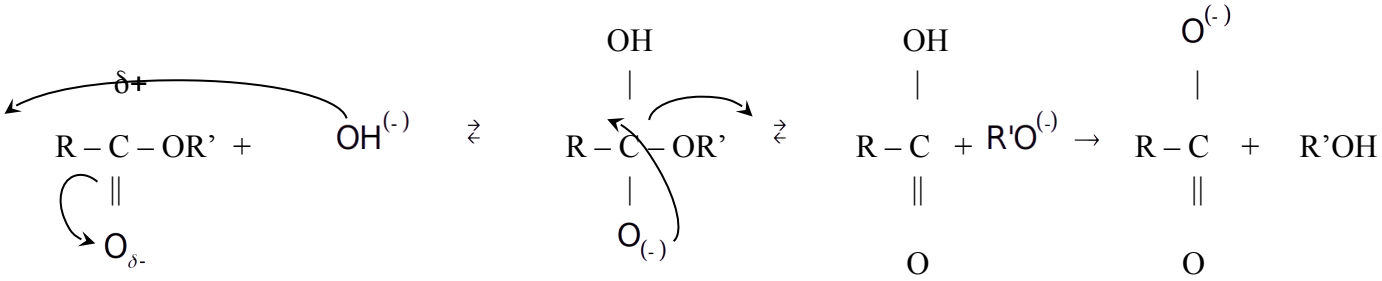
Ester bị thủy phân cả trong môi trường acid và base. Phản ứng thủy phân trong môi trường acid là phản ứng nghịch của phản ứng ester hóa.

$$RCOOR' + H\text{-}OH \xleftrightarrow{H_2SO_4} RCOOH + R'OH$$

Phản ứng thủy phân trong môi trường kiềm là phản ứng một chiều và còn được gọi là phản ứng xà phòng hóa:

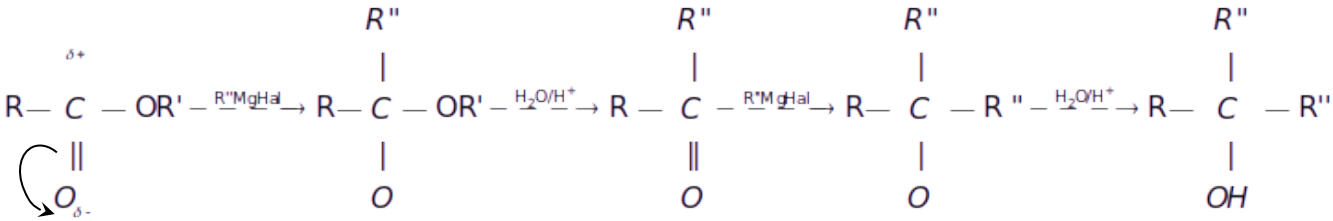
$$RCOOR' + NaOH \xrightarrow{H_2O,t^o} RCOONa + R'OH$$

Cơ chế: cộng $HO^{(-)}$ vào nhóm C=O.

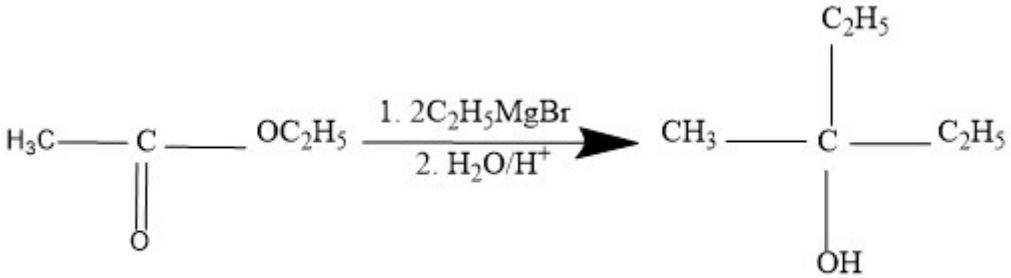


Giai đoạn cuối cùng là bất thuận nghịch, nên toàn bộ phản ứng xà phòng hóa là bất thuận nghịch.

• *Tác dụng với hợp chất cơ-magie*



Ví dụ:



3-metylpent-3-ol

• Phản ứng với NH_3 hay R"NH_2

$$RCOOR' + NH_3 \rightarrow RCONH_2 + R'OH$$

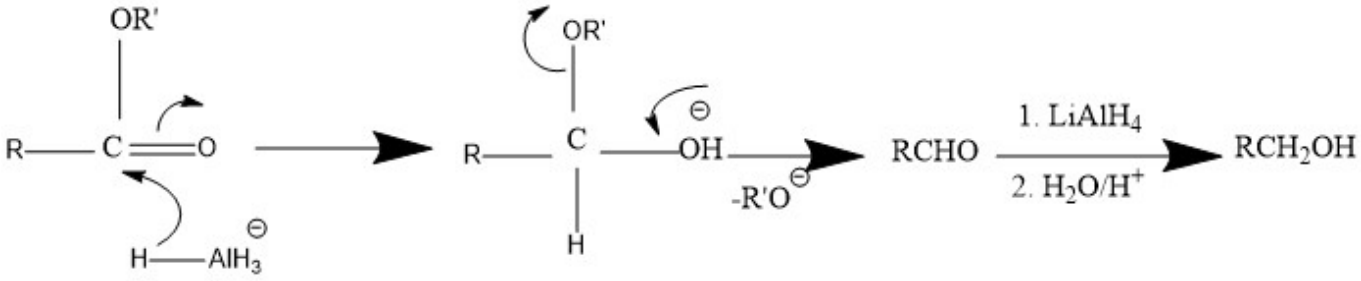
$$RCOOR' + R''NH_2 \rightarrow RCONHR'' + R'OH$$

• ***Phản ứng khử***

- *Khử bởi $LiAlH_4$:*

$$RCOOR' \xrightarrow[2.H_2O/H^+]{1.LiAlH/\text{ete}} RCH_2OH + R'OH$$

Cơ chế:



Este không bị khử bởi $NaBH_4 / C_2H_5OH$

Ví dụ:

$$CH_2=CHCOOCH_3 \xrightarrow[2.H_2O/H^+]{1.LiAlH_4/ete} CH_2=CHCH_2OH + CH_3OH$$

- Khử bằng Na + C_2H_5OH (phản ứng Buvo- Blăng)

$$RCOOR' \xrightarrow{Na+C_2H_5OH} RCH_2OH + R'OH$$

Ví dụ:

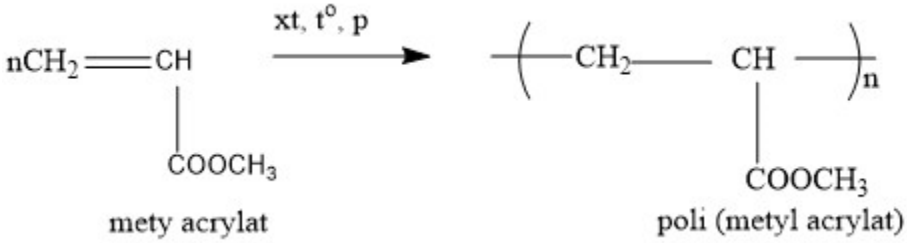
$$CH_2=CHCOOCH_3 \xrightarrow{Na+C_2H_5OH} CH_2=CHCH_2OH + CH_3OH$$

b) Phản ứng ở gốc hydrocarbon

• *Phản ứng cộng vào gốc không no:* Gốc hidrocacbon không no ở ester có phản ứng cộng $H_2, Br_2, HBr, \cdots$ giống như hidrocarbon chưa no. Ví dụ:

$$CH_2=CHCOOCH_3 + H_2 \xrightarrow{Ni,t^0} CH_3CH_2COOCH_3$$

• *Phản ứng trùng hợp:* Một số ester có liên kết đôi C=C có thể tham gia phản ứng trùng hợp giống như alkene. Ví dụ:



• *Phản ứng thế H_α* : Ester có H_α tham gia các phản ứng:

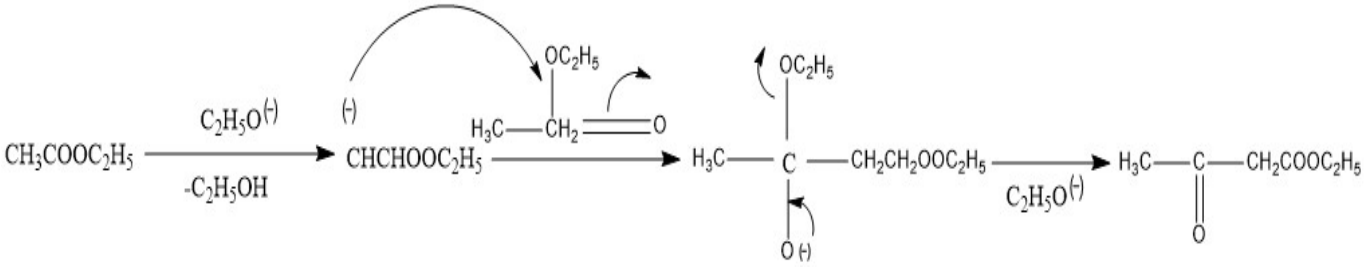
- Tổng hợp malonic:

$$CH_2(COOC_2H_5)_2 \xrightarrow{C_2H_5ONa} CH(COOC_2H_5)_2 \xrightarrow[-Hal]{R-Hal} RCH(COOC_2H_5)_2$$

$$RCH(COOC_2H_5)_2 \xrightarrow[-2C_2H_5OH]{2H_2O/H^+} RCH(COOH)_2 \xrightarrow[-CO_2]{t^0} RCH_2COOH$$

- Phản ứng ngưng tụ Claisen tạo ra β-xetoeste. Ví dụ:

$$CH_3CO-OC_2H_5 + H-CH_2COOC_2H_5 \xrightarrow[C_2H_5OH]{C_2H_5ONa} RCO-CH_2COOC_2H_5$$



Cơ chế:

• *Phản ứng với dung dịch $AgNO_3/NH_3$*

Ester có dạng tổng quát HCOOR', RCOOCH=CHR', HCOOCH=CHR' có thể phản ứng với dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng, sinh ra kết tủa bạc.

$$HCOOR' + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \xrightarrow{t^0} (NH_4)_2CO_3 + R'OH + 2Ag\downarrow + 2NH_3$$

$$\Rightarrow n_{HCOOR'} = \frac{1}{2}n_{Ag}$$

$$RCOOCH=CHR' + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \xrightarrow{t^0} RCOONH_4 + R'CH_2COONH_4 + 2Ag\downarrow + 2NH_3$$

$$\Rightarrow n_{RCOOCH=CHR'} = \frac{1}{2}n_{Ag}$$

$$HCOOCH=CHR' + 4\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \xrightarrow{t^0} (NH_4)_2CO_3 + R'CH_2COONH_4 + 4Ag\downarrow + 5NH_3 + H_2O$$

$$\Rightarrow n_{HCOOCH=CHR'} = \frac{1}{4}n_{Ag}$$

5. Điều chế

a) Phản ứng ester hóa

$$RCOOH + R'OH \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4 đặc}{\rightleftharpoons}} RCOOR' + H_2O$$

b) Phản ứng giữa anhydride acid và alcohol

$(RCO)_2O + R'OH \rightarrow RCOOR' + RCOOH$

Ứng dụng của phản ứng này để điều chế ester phenyl vì phenol không phản ứng trực tiếp với carboxylic acid.

$(RCO)_2O + C_6H_5OH \rightarrow RCOOC_6H_5 + RCOOH$

c) Phản ứng giữa acid và hydrocarbon chưa no

• Điều chế ester vinyl

$$RCOOH + CH\equiv CH \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} RCOOCH=CH_2$$

• Điều chế ester với gốc alkyl bậc ba:

$$CH_3COOH + CH_3C(CH_3)=CH_2 \underset{t^0}{\overset{H_2SO_4 đặc}{\rightleftharpoons}} CH_3COOC(CH_3)_3$$

d) Phản ứng giữa muối silver hay cacboxylat của kim loại kiềm và alkyl halide

$$RCOONa + R'Br \rightarrow RCOOR' + NaBr$$

$$RCOOAg + RT \rightarrow RCOOR' + AgI$$

e) Phản ứng Canizaro

$$2C_6H_5CHO \xrightarrow{OH^{(-)}} C_6H_5COOCH_2C_6H_5$$

Benzandehit benzyl benzoat

f) Phản ứng Tisenco

$$2CH_3CHO \xrightarrow{Al(OC_2H_5)_3} CH_3COOC_2H_5$$

ethyl acetate

PHẦN B: BÀI TẬP

DẠNG 1: VIẾT CÔNG THỨC CẤU TẠO CÁC ĐỒNG PHÂN LÀ ESTER

<u>Phương pháp:</u>

• Số đồng phân cấu tạo là ester no, đơn chức, mạch hở ứng với công thức $C_nH_{2n}O_2$ là

$$2^{n-2} (1 < n < 5)$$

• Công thức tính số trieste tạo bởi gixerol và các carboxylic acid đơn chức

Số trieste $= \frac{n^2(n+1)}{2}$

Ví dụ1: Tính số đồng phân cấu tạo là ester ứng với các công thức phân tử sau: $C_2H_4O_2$, $C_3H_6O_2$, $C_4H_8O_2$. Viết công thức cấu tạo của các đồng phân đó và gọi tên.

Giải

Các đồng phân ester:

- $C_2H_4O_2 : 2^{2-2} = 1$

$HCOOCH_3$: Methyl formate

- $C_3H_6O_2 : 2^{3-2} = 2$

$HCOOCH_2CH_3$: Ethyl formate

CH_3COOCH_3: Methyl acetate

- $C_4H_8O_2 : 2^{4-2} = 4$

$HCOOCH_2CH_2CH_3$: Propyl formate

$CH_3COOCH_2CH_3$: Ethyl acetate

$HCOOCH(CH_3)CH_3$: Isopropyl formate

$CH_3CH_2COOCH_3$: Methyl propionate

Ví dụ 2: Đun nóng hỗn hợp gồm glycerol cùng acetic acid và propionic acid (xúc tác H_2SO_4 đặc) thì số triester tối đa thu được là

A. 4. **B.** 6. **C.** 8. **D.** 2.

Giải

Số trieste $= \frac{n^2(n+1)}{2} = \frac{2^2(2+1)}{2} = 6$

$\Rightarrow$ Đáp án B

Cần lưu ý rằng: Nếu đề yêu cầu tính số triester biết khi thuỷ phân trong môi trường acid nóng thu được dung dịch chứa glycerol và n acid béo khác nhau thì ta không sử dụng công thức trên.

Ví dụ 3: Khi thuỷ phân một triglyceride thu được dung dịch chứa glycerol, panmitic acid và stearic acid. Số triglyceride thoả mãn điều kiện trên là

A. 4. **B.** 6. **C.** 8. **D.** 2.

Giải

Số triglyceride $= \frac{2^2(2+1)}{2} - 2 = 4$

$\Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 4: Trung hoà 39,8 gam hỗn hợp X gồm hai carboxylic acid no, đơn chức, mạch hở không nhánh X_1, X_2 (phân tử X_2 nhiều hơn phân tử X_1 hai nguyên tử carbon) bằng lượng vừa đủ dung dịch NaOH, thu được 43,1 gam muối.

a) Xác định công thức phân tử và gọi tên X_1, X_2.

b) Tính số triester tối đa thu được khi đun nóng hỗn hợp gồm glycerol, X_1 và X_2 (xúc tác H_2SO_4 đặc).

Giải

a) Đặt công thức chung của hai acid là $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}COOH$

$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}COOH + NaOH \rightarrow C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}COONa + H_2O$

x $\rightarrow$ x

$\Rightarrow \Delta m\uparrow = 22x = 43,1 - 39,8 \Rightarrow x = 0,15 mol$

$\Rightarrow 14\overline{n}+46=\frac{39,8}{0,15}\Rightarrow \overline{n}=15,66$

$\Rightarrow n_1=14$ hoặc $15<\overline{n}=15,66<n_2=16$ hoặc 17

Công thức của hai acid là:

$X_1:CH_3-\left[CH_2\right]_{13}-COOH:$ pentadecanoic acid

$X_2:CH_3-\left[CH_2\right]_{15}-COOH:$ heptadecanoic acid

Hoặc:

$X_1:CH_3-\left[CH_2\right]_{14}-COOH$: panmitic acid

$X_2:CH_3-\left[CH_2\right]_{16}-COOH:$ stearic acid

b) Từ công thức tính số triglyceride tạo bởi glycerol với n acid béo khác nhau:

$$\frac{n^2(n+1)}{2}$$

$\Rightarrow$ Số triester tối đa thu được khi đun nóng hỗn hợp gồm glycerol, $C_{15}H_{31}COOH$ và $C_{17}H_{35}COOH$ hoặc $C_{14}H_{29}COOH$ và $C_{16}H_{33}COOH$ (xúc tác H_2SO_4 đặc) là

$$\frac{2^2(2+1)}{2}=6$$

Ví dụ 5: Cho 10,2 gam một ester đơn chức X tác dụng vừa đủ với 40 gam dung dịch NaOH 15%. Số đồng phân cấu tạo thỏa mãn điều kiện trên của X là

A. 4. **B.** 3. **C.** 5. **D.** 6.

Giải

$n_{NaOH}=\frac{40.15}{100.40}=0,15mol$. Xét hai trường hợp sau:

• *Trường hợp 1:* $n_{NaOH}:n_X=1:1\Rightarrow n_X=0,15mol$

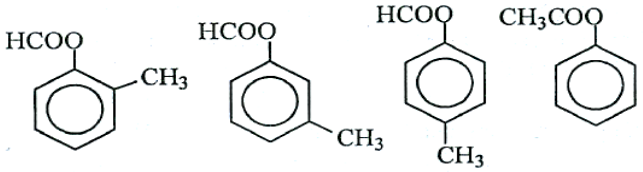
$\Rightarrow M_X=R+R'+44=\frac{10,2}{0,15}=68$

$\Rightarrow R+R'=24$ (loại vì không có R, R' phù hợp)

• *Trường hợp 2:* $n_{NaOH}:n_X=2:1\Rightarrow n_X=0,075mol$

$\Rightarrow M_X=\frac{10,2}{0,075}=136(C_8H_8O_2)$

Công thức cấu tạo có thể có:



$\Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 6: Hợp chất hữu cơ X (mạch hở, không phân nhánh) có công thức phân tử $C_4H_8O_2$. Chất X tham gia phản ứng tráng bạc. Số đồng phân cấu tạo phù hợp với điều kiện trên của X là

A. 5. **B.** 10. **C.** 7. **D.** 6.

Giải

CH_3-O-CH_2-CH_2-CHO; CH_3-CH_2-O-CH_2-CHO; CH_2OH-CH_2-CH_2-CHO; CH_3-CHOH-CH_2-CHO; CH_3-CH_2-CHOH-CHO; HCOOCH_2-CH_2-CH_3

$\Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 7: Viết CTCT các đồng phân ester có cùng CTPT $C_4H_6O_2$.

Giải

- $C_4H_6O_2$ có dạng $C_nH_{2n-2}O_2$ => ester đơn chức không no có 1 nối đôi trong phân tử

CTCT các đồng phân: CH_2=CH-$COOCH_3$ (1) CH_3COOCH=CH_2 (2) HCOOCH=CH-CH_3 (3)
HCOOCH_2-CH=CH_2 (4) HCOOCH(CH_3)=CH_2 (5)

Ví dụ 8: Viết CTCT các đồng phân ester có cùng CTPT $C_4H_6O_4$.

Giải

- $C_4H_6O_4$ có dạng $C_nH_{2n-4}O_2$ => ester 2 chức no

CTCT các đồng phân: CH_3COO-$COOCH_3$ (1) HCOOCH_2-CH_2OOCH (2)

Ví dụ 9: Thực hiện phản ứng xà phòng hoá chất hữu cơ X đơn chức với dung dịch NaOH thu được một muối Y và alcohol Z. Đốt cháy hoàn toàn 2,07 gam Z cần 3,024 lít O_2 (đktc) thu được lượng CO_2 nhiều hơn khối lượng nước là 1,53 gam. Nung Y với vôi tôi xút thu được khí T có tỉ khối so với không khí bằng 1,03. Xác định CTCT của X ?

Bài giải :

Theo đề bài: X đơn chức, tác dụng với NaOH sinh ra muối và alcohol ⇒ X là ester đơn chức: RCOOR'.

Áp dụng BTKL: $m_X + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$

⇒ $44.n_{CO_2} + 18.n_{H_2O} = 2,07 + (3,024/22,4).32 = 6,39$ gam

Và $44.n_{CO_2} - 18.n_{H_2O} = 1,53$ gam ⇒ $n_{CO_2} = 0,09$ mol ; $n_{H_2O} = 0,135$ mol

$n_{H_2O} > n_{CO_2}$ → Z là alcohol no, đơn chức, mạch hở có công thức: $C_nH_{2n+1}OH$ ($n \geq 1$)

Từ phản ứng đốt cháy Z ⇒ $\frac{n_{H_2O}}{n_{CO_2}} = \frac{n+1}{n} = \frac{0,135}{0,09}$ ⇒ n = 2.

Y có dạng: C_xH_yCOONa → T: C_xH_{y+1} ⇒ $M_T = 12x + y + 1 = 1,03.29$

→ [illegible] ⇒ **CTCT của X : $C_2H_5COOC_2H_5$**

Ví dụ 10: Ester mạch thẳng A có CTPT $C_7H_{12}O_4$ chỉ chứa 1 loại nhóm chức. Để thủy phân 16g A cần vừa đủ 200g dung dịch NaOH 4%, thu được 1 alcohol B và 17,8g hỗn hợp 2 muối. Xác định CTCT của A.

Giải

nNaOH = 0,2 mol

nA= 0,1 mol

=> A là ester 2 chức

- Lại có: A + NaOH => hỗn hợp 2 muối => A có dạng: R_1-COO-R-$OOCR_2$

R_1-COO-R-OOC-R_2 + 2NaOH → R_1COONa + R_2COONa + $R(OH)_2$

0,1 0,1 0,1 0,1 mol

M muối = 0,1. (R_1 + R_2 + 134) = 17,8 g

=> R_1 + R_2 = 44

R_1 = 1: HCOONa thì R_2= 43: C_3H_7COONa

R_2=15: CH_3COONa thì R_2 = 29: C_2H_5COONa

Mặt khác: BTKL => $mR(OH)_2$ = (16+ 8 -17,8).0,1 = 6,2

=> $R(OH)_2$ = 62

=> R= 28 => $C_2H_4(OH)_2$

X không phân nhánh nên có thể có 2 CTCT phù hợp là:

$HCOO-CH_2-CH_2-OOC-CH_2-CH_2-CH_3$

$CH_3COOCH_2-CH_2-OOCCH_2CH_3$

DẠNG 4: BÀI TẬP VỀ PHẢN ỨNG THỦY PHÂN ESTER

• Khi bài toán cho thủy phân hoàn toàn một ester thu được

+) Muối của acid đơn chức và alcohol đơn chức

⇒ Đó là ester đơn chức (RCOOR')

$$RCOOR' + NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + R'OH$$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{este}$

+) Muối của acid đơn chức và alcohol đa chức $\Rightarrow$ Đó là ester đa chức $(RCOO)_nR'$

$(RCOO)_n R' + nNaOH \xrightarrow{t^0} nRCOONa + R'(OH)_n$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n.n_{este}$

+) Muối của acid đa chức và alcohol đơn chức $\Rightarrow$ Đó là ester đa chức $R(COOR')_m$

$R(COOR')_m + mNaOH \xrightarrow{t^0} R(COONa)_m + mR'OH$

$\Rightarrow n_{NaOH} = m.n_{este}$

+) Muối của acid đa chức và alcohol đa chức $\Rightarrow$ Đó là ester đa chức $R_n(COO)_{nm}R'_m$

$R_n(COO)_{nm}R'_m + nmNaOH \xrightarrow{t^0} nR(COONa)_m + mR'(OH)_n$

$\Rightarrow n_{NaOH} = mn.n_{este}$

+) Hai muối của acid đơn chức $\Rightarrow$ Đó là ester đơn chức $RCOOAr$

$RCOOAr + 2NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + ArONa + H_2O$

$\Rightarrow n_{NaOH} = 2.n_{este}$

+) Muối của acid đơn chức và aldehyde đơn chức

$\Rightarrow$ Đó là ester đơn chức RCOOCH=CHR'

$RCOOCH=CHR' + NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + RCH_2CHO$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{este}$

+) Muối của acid đơn chức và ketone đơn chức

$\Rightarrow$ Đó là ester đơn chức $RCOOCR^2=CHR^1$

$RCOOCR^2=CHR^1 + NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + R^1CH_2COR^2$

$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{este}$

• Ester 2 chức tác dụng với dung dịch NaOH cho

+) 1 muối + 1 alcohol + 1 aldehyde thì ester đó có công thức tổng quát: $ROCOC_xH_yCOOCH=CHR'$

$ROCOC_xH_yCOOCH=CHR' + 2NaOH \xrightarrow{t^0} ROH + C_xH_y(COONa)_2 + R'CH_2CHO$

+) 1 muối + 1 alcohol + 1 ketone thì ester đó có công thức tổng quát: $ROCOC_xH_yCOOCR''=CH-R'$

$ROCOC_xH_yCOOCR''=CHR' + 2NaOH \xrightarrow{t^0} ROH + C_xH_y(COONa)_2 + R'CH_2COR''$

+) 2 muối + 1 alcohol: công thức tổng quát: $RCOOC_xH_yOCOR'$

$RCOOC_xH_yOCOR' + 2NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + R'COONa + C_xH_y(OH)_2$

+) 1 muối + 2 alcohol: công thức tổng quát: $ROCOC_xH_yCOOR'$

$ROCOC_xH_yCOOR' + NaOH \xrightarrow{t^0} ROH + NaOCOC_xH_yCOONa + R'OH$

+) 1 muối + 1 alcohol: công thức tổng quát: $R-OCO-C_xH_y-COO-R$

$ROCOC_xH_4COOR + NaOH \xrightarrow{t^0} 2ROH + C_xH_y(COONa)_2$

• Khi đầu bài cho 2 chất hữu cơ đơn chức mạch hở tác dụng với NaOH cho

+) 2 muối và 1 alcohol, có khả năng hai chất đó là:

$\begin{cases} R^1COOR' \\ R^2COOR' \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} R^1COOH \\ R^2COOR' \end{cases}$

+) 1 muối và 1 alcohol có khả năng hai chất đó là

$\begin{cases} RCOOH \\ R'OH \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} RCOOR' \\ R'OH \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} RCOOR' \\ R'OH \end{cases}$

+) 1 muối và 2 alcohol có khả năng hai chất đó là

$\begin{cases} RCOOR' \\ RCOOR'' \end{cases}$ hoặc $\begin{cases} RCOOR' \\ R''OH \end{cases}$

Chú ý:

• Nếu bài toán cho dung dịch thu được sau phản ứng với dung dịch MOH (M là kim loại kiềm), đem cô cạn còn lại m gam chất rắn khan thì trong chất rắn khan ngoài muối kim loại kiềm của carboxylic acid còn có thể có MOH nếu MOH dư.

• Hai ester đồng phân (chẳng hạn CH_3COOCH_3 và $HCOOC_2H_5$) sẽ có cùng công thức phân tử nhưng gốc acid và gốc alcohol khác nhau nên trong phản ứng xà phòng hóa ta vẫn phải sử dụng công thức trung bình để thay cho công thức của hai ester.

• Ester HCOOR', RCOOCH=CHR', HCOOCH=CHR' có phản ứng với dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng, sinh ra kết tủa Ag.

$$HCOOR' + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + R'OH + 2Ag\downarrow + 2NH_3$$

$$RCOOCH=CHR' + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow RCOONH_4 + R'CH_2COONH_4 + 2Ag\downarrow + 2NH_3$$

$$HCOOCH=CHR' + 4\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + R'CH_2COONH_4 + 4Ag\downarrow + 5NH_3 + H_2O$$

• Khi xà phòng hoá hoàn toàn một ester đơn chức mà thu được $m_{muối} = m_{MOH} + m_{este}$ thì đó là ester vòng.

Ví dụ 1: Hợp chất hữu cơ X chứa C, H, O. Lấy 0,1 mol X tác dụng vừa đủ với 200ml dung dịch NaOH 1M chỉ thu được 19,6 gam chất hữu cơ Y và 6,2 gam alcohol Z. Đem Y tác dụng với dung dịch HCl loãng, dư thu được hợp chất hữu cơ Y_1. Khi Y_1 tác dụng với Na thì số mol H_2 thoát ra bằng số mol Y_1 tham gia phản ứng. Kết luận **không** đúng về X là

A. X có 2 chức ester.

B. Trong X có 2 nhóm hiđroxy.

C. X có công thức phân tử $C_6H_{10}O_6$.

D. X có khả năng tham gia phản ứng tráng silver.

Giải

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_X = 19,6 + 6,2 - 0,2.40 = 17,8$ gam $\Rightarrow M_X = 178$ ($C_6H_{10}O_6$)

$\Delta = \frac{6.2 + 2 - 10}{2} = 2 =$ số vòng + số liên kết π

$n_x : n_{NaOH} = 1:2 \Rightarrow$ X có chứa 2 nhóm ester hoặc 1 ester + 1 acid, khi đó số mol alcohol Z có thể bằng số mol X hoặc bằng 2 lần số mol X.

Nếu $n_Z = 2n_X = 0,2mol \Rightarrow M_Z = 31$ gam $/ mol$ (loại)

Nếu $n_Z = n_X = 0,1mol \Rightarrow M_Z = 62gam/mol \Rightarrow$ Z là $C_2H_4(OH)_2$

Y_1 tác dụng với Na thì số mol H_2 thoát ra bằng số mol Y_1 tham gia phản ứng

$\Rightarrow$ Y_1 là CH4(OH)COOH

$\Rightarrow$ Công thức của X: $(CH_2OHCOO)_2C_2H_4$ (không tham gia phản ứng tráng silver)

$\Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 2: Thủy phân hoàn toàn 0,15 mol một ester X cần dùng vừa đủ 100 gam dung dịch NaOH 18%, thu được một alcohol và 36,9 gam hỗn hợp muối của hai carboxylic acid đơn chức. Công thức phân tử của hai acid là

A. HCOOH và C_2H_5COOH. **B.** C_2H_5COOH và C_3H_7COOH.

C. HCOOH và C_3H_7COOH. **D.** CH_3COOH và C_2H_5COOH.

Giải

$$n_{NaOH} = \frac{100.18}{40.100} = 0,45mol \Rightarrow n_{NaOH} : n_X = 0,45 : 0,15 = 3 : 1$$

$\Rightarrow$ X là ester ba chức

$$(\overline{R}COO)_3R' + 3NaOH \rightarrow 3\overline{R}COONa + R'(OH)_3$$

$$0,15 \rightarrow 0,45$$

$$\Rightarrow \overline{R} + 67 = \frac{36,9}{0,45} = 82 \Rightarrow \overline{R} = 15 \Rightarrow R_1 = 1(H-) < \overline{R} < R_2$$

Xét hai trường hợp:

• *Trường hợp 1:* X có hai gốc R_1 và một gốc R_2

$$\frac{2.1 + R_2}{3} = 15 \Rightarrow R_2 = 43(C_3H_7-)$$

$\Rightarrow$ Công thức của hai acid là HCOOH và C_3H_7COOH.

• *Trường hợp 2*: X có một gốc R_1 và hai gốc R_2

$$\frac{1.1 + 2R_2}{3} = 15 \Rightarrow R_2 = 22$$ (loại!)

$\Rightarrow$ Đáp án C.

Ví dụ 3: Thủy phân hoàn toàn m_1 gam ester X mạch hở bằng dung dịch NaOH dư, thu được m_2 gam alcohol Y (không có khả năng phản ứng với $Cu(OH)_2$) và 15 gam hỗn hợp muối của hai carboxylic acid đơn chức. Đốt cháy hoàn toàn m_2 gam Y bằng oxygen dư, thu được 0,3 mol CO_2 và 0,4 mol H_2O. Giá trị của m là

A. 11,6. **B.** 16,2. **C.** 10,6. **D.** 14,6.

Giải

$n_{CO_2}(Y) < n_{H_2O}(Y) \Rightarrow$ Y là alcohol no $(C_nH_{2n+2}O_x)$

$$n = \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O} - n_{CO_2}} = \frac{0,3}{0,4 - 0,3} = 3(C_3H_8O_x)$$

Vì thu được hỗn hợp hai muối nên Y là alcohol đa chức. Do Y không phản ứng với $Cu(OH)_2$ nên Y không chứa hai nhóm OH ở hai nguyên tử carbon cạnh nhau. Vậy công thức của Y là

$CH_2OH - CH_2 - CH_2OH$

Đặt công thức tổng quát của X là $(\overline{R}COO)_2C_3H_6$

$$(\overline{R}COO)_2C_3H_6 + 2NaOH \xrightarrow{t^0} 2\overline{R}COONa + C_3H_6(OH)_2$$

$$0,1 \leftarrow 0,2 \leftarrow 0,1$$

$$\Rightarrow \overline{M}_{muối} = \overline{R} + 67 = \frac{15}{0,2} \Rightarrow \overline{R} = 8 \Rightarrow m_1 = (2.8 + 44.2 + 42).0,1 = 14,6gam$$

Ví dụ 4: Thủy phân hoàn toàn 0,1 mol một ester E cần dùng vừa đủ 100 gam dungdịch NaOH 12%, thu được một alcohol và 21,8 gam hỗn hợp muối của hai carboxylic acid đơn chức. Hai acid đó là

A. HCOOH và CH_3COOH. **B.** HCOOH và C_2H_5COOH.

C. CH_3COOH và C_2H_5COOH. **D.** CH_3COOH và C_2H_3COOH.

Giải

$$n_{NaOH} = \frac{100.12}{40.100} = 0,3mol \Rightarrow n_E : n_{NaOH} = 1 : 3 \Rightarrow$$ E là ester 3 chức

$$(\overline{R}COO)_3R' + 3NaOH \xrightarrow{t^0} 3\overline{R}COONa + R'(OH)_3$$

$0,1 \rightarrow 0,3$

$\Rightarrow \overline{R} + 67 = \frac{21,8}{0,3} = 72,66 \Rightarrow \overline{R} = 5,66 \Rightarrow$ Có 1 acid là HCOOH

Nếu E chứa 1 gốc HCOOH $\Rightarrow \overline{R} = \frac{1 + 2.R^2}{3} = \frac{17}{3} \Rightarrow R^2 = 8$ (loại)

Nếu E chứa 2 gốc HCOOH $\Rightarrow \overline{R} = \frac{2.1 + R^2}{3} = \frac{17}{3} \Rightarrow R^2 = 15 (CH_3 -)$

$\Rightarrow$ Acid còn lại là CH_3COOH.

Ví dụ 5: Một loại chất béo có chứa 25% triolein, 25% panmitin và 50% stearin về khối lượng. Cho m kg chất béo trên phản ứng vừa đủ với dung dịch NaOH đùn nóng, thu được 1 tấn xà phòng nguyên chất. Giá trị của m là

A. 968,68. **B.** 972,75. **C.** 1032,33. **D.** 1004,2.

Giải

$(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{17}H_{33}COONa + C_3H_5(OH)_3$

$\frac{0,25m}{884} \rightarrow \frac{0,75m}{884}$

$(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$

$\frac{0,5m}{890} \rightarrow \frac{1,5m}{890}$

$(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{15}H_{31}COONa + C_3H_5(OH)_3$

$\frac{0,25m}{806} \rightarrow \frac{0,75m}{806}$

$\Rightarrow m_{\text{xà phòng}} = \frac{304.0,75m}{884} + \frac{306.1,5m}{890} + \frac{278.0,75m}{806} = 10^3$

$\Rightarrow$ Đáp án A.

Ví dụ 6: Có hai ester đơn chức là đồng phân của nhau. Cho 4,44 gam hỗn hợp ester trên vào 200 ml dung dịch NaOH 0,4M. Sau khi phản ứng kết thúc cô cạn dung dịch thu được 5,16 gam chất rắn khan. Ngưng tụ hỗn hợp hai alcohol bay hơi khi tiến hành cô cạn, làm khan rồi cho tác dụng với Na (dư) thấy thoát ra 0,672 lít khí H_2 (đktc). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

a) Xác định công thức cấu tạo của mỗi ester.

b) Tính khối lượng của mỗi ester trong 4,44 gam hỗn hợp.

c) Trình bày phương pháp hoá học để phân biệt hai ester đó.

Giải

a) Đặt công thức chung của hai ester $\overline{R}COO\overline{R}'$

$\overline{R}COO\overline{R}' + NaOH \rightarrow \overline{R}COONa + \overline{R}'OH$

$0,06 \leftarrow 0,06 \leftarrow 0,06 \leftarrow 0,06$

$2\overline{R}'OH + 2Na \rightarrow 2\overline{R}'ONa + H_2 \uparrow$

$0,06 \leftarrow 0,03$

$M_{\text{este}} = \frac{4,44}{0,06} = 74 \Rightarrow$ Công thức phân tử của hai ester là

$HCOOC_2H_5$: Ethyl formate

CH_3COOCH_3: Methyl acetate

b) Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_{este} + m_{NaOH} = m_{chất\ rắn} + m_{ancol}$

$\Rightarrow m_{ancol} = m_{este} + m_{NaOH} - m_{chất\ rắn} = 4,44 + 0,2.0,4.40 - 5,16 = 2,48$ gam

Gọi x, y lần lượt là số mol $HCOOC_2H_5$ và CH_3COOCH_3 có trong 4,44 gam hỗn hợp ester. Ta có hệ:

$$\begin{cases} x + y = 0,06 \\ 46x + 32y = 2,48 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,04 \text{ mol} \\ y = 0,02 \text{mol} \end{cases}$$

Khối lượng mỗi ester trong 4,44 gam hỗn hợp:

$m_{HCOOC_2H_5} = 0,04.74 = 2,96 \text{gam}$

$m_{CH_3COOCH_3} = 0,02.74 = 1,48 \text{gam}$

c) Dùng dung dịch $AgNO_3/NH_3$ dư làm thuốc thử, chất nào có phản ứng tráng silver là $HCOOC_2H_5$.

$$HCOOC_2H_5 + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + C_2H_5OH + 2NH_3 + 2Ag\downarrow$$

Chất còn lại là CH_3COOCH_3 không có hiện tượng gì.

Ví dụ 7: Hỗn hợp X gồm hai chất hữu cơ A và B là copper phân của nhau, có công thức đơn giản nhất là $C_9H_8O_2$. Lấy 2,96 gam X tác dụng vừa đủ với 60ml dung dịch NaOH 0,5M đun nóng. Kết thúc phản ứng thu được chất hữu cơ D và 3 muối. Trong 3 muối đó có sodium phenolat và sodium benzoate (muối của acid benzoic). Biết A tạo ra một muối và B tạo ra hai muối.

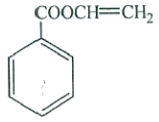
a) Xác định công thức cấu tạo của A, B.

b) Tính tổng khối lượng 3 muối.

Giải

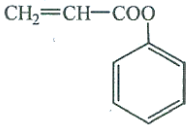
a) Theo giả thiết A, B thì A, B đều có chứa vòng benzene trong phân tử.

• A + NaOH $\Rightarrow$ Tạo một muối $\Rightarrow$ Công thức cấu tạo của A:



vinyl benzoate

• B + NaOH $\Rightarrow$ Tạo 2 muối $\Rightarrow$ Công thức cấu tạo của B:



phenyl acrylate

b) Phương trình hóa học của các phản ứng:

$$C_6H_5COOCH=CH_2 + NaOH \rightarrow C_6H_5COONa + CH_3CHO$$

a → a → a

$$CH_2=CHCOOC_6H_5 + 2NaOH \rightarrow CH_2=CHCOONa + C_6H_5ONa + H_2O$$

b → 2b → b → b

Ta có hệ:

$$\begin{cases} a + b = 0,02 \\ a + 2b = 0,03 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01 \text{ mol} \\ b = 0,01 \text{ mol} \end{cases}$$

$\Rightarrow m_{muối} = m_{C_6H_5COONa} + m_{C_2H_3COONa} + m_{C_6H_5ONa} = (144 + 94 + 116).0,01 = 3,54$ gam

Ví dụ 8: Khử ester no, đơn chức, mạch hở X bằng $LiAlH_4$, thu được alcohol duy nhất Y. Đốt cháy hoàn toàn Y thu được 0,2 mol CO_2 và 0,3 mol H_2O. Đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol X thu được tổng khối lượng CO_2 và H_2O là

A. 24,8 gam **B.** 28,4 gam **C.** 16,8 gam **D.** 18,6 gam

Giải

$$n = \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O} - n_{CO_2}} = \frac{0,2}{0,3 - 0,2} = 2(C_2H_5OH)$$

$\Rightarrow X: CH_3COOC_2H_5$ hay $C_4H_8O_2$

$$C_4H_8O_2 \xrightarrow{+O_2} 4CO_2 + 4H_2O$$

$0,1 \rightarrow \quad 0,4 \rightarrow \quad 0,4$

$\Rightarrow m_{co_2} + m_{H_2O} = (44+18)\cdot 0,4 = 24,8gam \Rightarrow$ Đáp án A

Ví dụ 9: Đốt cháy 1,6 gam một ester E đơn chức, mạch không nhánh thu được 3,52 gam CO_2 và 1,152 gam H_2O. Nếu cho 10 gam E tác dụng với 150ml dung dịch NaOH 1M, cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 16 gam chất rắn khan. Vậy công thức của acid tạo nên ester trên có thể là

A. $CH_2=C(CH_3)-COOH$ **B.** $HOOC-CH_2-CH(OH)-CH_3$

C. $CH_2=CH-COOH$ **D.** $HOOC(CH_3)_3CH_2OH$

Giải

$$n_{CO_2} = \frac{3,52}{44} = 0,08mol; n_{H_2O} = \frac{1,152}{18} = 0,064mol$$

$$n_O(E) = \frac{1,6 - 12.0,08 - 2.0,064}{16} = 0,032mol \Rightarrow n_E = 0,016mol$$

Đặt E là $C_nH_mO_2$

$$C_nH_mO_2 - \xrightarrow{+O_2} nCO_2 + \frac{m}{2}H_2O$$

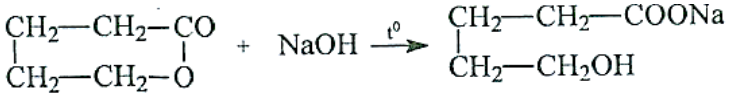
$0,016 \quad \rightarrow \quad 0,016n \rightarrow \frac{m}{2}\cdot 0,016$

$\Rightarrow n_{CO_2} = 0,016n = 0,08 \Rightarrow n = 5; n_{H_2O} = m\cdot 0,008 = 0,064 \Rightarrow m = 8$

$\Rightarrow$ E là $C_5H_8O_2$

Vì $m_E + m_{NaOH} = 10 + 6 = 16gam = m_{CR}$

nên E là ester vòng



$\Rightarrow$ Đáp án D

DẠNG 3: BÀI TẬP VỀ PHẢN ỨNG ĐỐT CHÁY ESTER

Phương pháp:

Do ester là đồng phân của carboxylic acid nên các kết luận tương tự như bài tập về phản ứng cháy của carboxylic acid.

$$C_nH_{2n+2-2k-2x}O_{2x} + \frac{3n+1-k-3x}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1-k-x)H_2O$$

a $\qquad \frac{3n+1-k-3x}{2}a \qquad$ na $\qquad$ (n+1-k-x) a

• Nếu bài toán cho đốt cháy hoàn toàn một hay một hỗn hợp các ester thu được $n_{CO_2} = n_{H_2O} \Rightarrow$ Đó là các ester no, đơn chức, mạch hở.

$$n_{C_nH_{2n}O_2} = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2}$$

$$n = \frac{n_{CO_2}}{1,5n_{CO_2} - n_{O_2}}$$

Hoặc nếu là hỗn hợp các ester:

$$n_{C_nH_{2n}O_2} = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2}$$

$$\bar{n} = \frac{n_{CO_2}}{1,5n_{CO_2} - n_{O_2}}$$

• Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp gồm alcohol X và acid hoặc ester Y (đều no, đơn chức, mạch hở) thì

$$x = n_{H_2O} - n_{CO_2}$$

$$n_X = \frac{n_{CO_2}(X)}{x} < \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O} - n_{CO_2}}$$

$$y = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2}$$

$$n_Y = \frac{n_{CO_2}(Y)}{y} < \frac{n_{CO_2}}{1,5n_{CO_2} - n_{CO_2}}$$

• Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp gồm aldehyde hoặc ketone X và acid hoặc ester Y thu được $n_{CO_2} = n_{H_2O}$ thì X, Y đều là hợp chất no, đơn chức, mạch hở.

$$0,5x + y = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2}$$

Ví dụ 1: Hỗn hợp X gồm hai ester no, đơn chức, mạch hở. Đốt cháy hoàn toàn một lượng X cần dùng vừa đủ 3,976 lít O_2 (ở đktc), thu được 6,38 gam CO_2. Mặt khác, X tác dụng với dung dịch NaOH thu được một muối và hai alcohol là copper đẳng kế tiếp. Công thức phân tử của hai ester trong X là

A. $C_3H_6O_2$ và $C_4H_8O_2$.
B. $C_2H_4O_2$ và $C_3H_6O_2$
C. $C_2H_4O_2$ và $C_5H_{10}O_2$.
D. $C_3H_4O_2$ và $C_4H_6O_2$.

Giải

$$\bar{n} = \frac{n_{CO_2}}{1,5n_{CO_2} - n_{O_2}} = \frac{0,145}{1,5.0,145 - 0,1775} = 3,625$$

$$\Rightarrow n_1 = 3(C_3H_6O_2) < 3,625 < n_2 = 4(C_4H_8O_2) \Rightarrow$$ Đáp án A

Ví dụ 2: Hỗn hợp M gồm hai chất hữu cơ X và Y. Cho M tác dụng vừa đủ với 150ml dung dịch NaOH 1M đun nóng, thu được 14,1 gam một muối và 2,3 gam một alcohol no, mạch hở. Nếu đốt cháy hoàn toàn lượng M trên thì thu được 0,55 mol CO_2. Công thức của X và Y lần lượt là

A. CH_2=CHCOOH và CH_2=CH-COO-CH_3.
B. $CH \equiv C\text{-}COOH$ và CH≡C-COO-CH_3.
C. CH≡C-COOH và CH≡C-COO-C_2H_5.
D. CH_2=CHCOOH và CH_2=CH-COO-C_2H_5.

Giải

Đáp án $\Rightarrow$ X là acid đơn chức (RCOOH) và Y là ester đơn chức (RCOOR').

$$n_M = n_{RCOONa} = n_{NaOH} = 0,15mol \Rightarrow R + 67 = \frac{14,1}{0,15} = 94$$

$$\Rightarrow R = 27(C_2H_3) \Rightarrow X \text{ là } CH_2 = CHCOOH$$

$\Rightarrow$ X, Y đều chứa 2 liên kết π trong phân tử

$$\Rightarrow n_{H_2O} = n_{CO_2} - n_M = 0,55 - 0,15 = 0,4mol$$

Theo định luật bảo toàn nguyên tố:

$$m_M = m_C + m_H + m_{O(M)} = 12.0,55 + 2.0,4 + 32.0,15 = 12,2gam$$

$$C_2H_3COOH + NaOH \rightarrow C_2H_3COONa + H_2O$$

x x x x

$$C_2H_3COOR' + NaOH \rightarrow C_2H_3COONa + R'OH$$

y y y y

$$\Rightarrow m_M + m_{NaOH} = m_{muối} + m_{R'OH} + m_{H_2O}$$

$$\Rightarrow m_{H_2O} = 12,2 + 40.0,15 - 14,1 - 2,3 = 1,8 gam \Rightarrow x = 0,1 mol$$

$$\Rightarrow y = 0,15 - 0,1 = 0,05 mol \Rightarrow M_{ancol} = \frac{2,3}{0,05} = 46 (C_2H_5OH)$$

$\Rightarrow$ Y là $CH_2 = CHCOOC_2H_5 \Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 3: Đốt cháy hoàn toàn 0,05 mol hỗn hợp M gồm aldehyde X và ester Y, cần dùng vừa đủ 0,155 mol O_2, thu được 0,13 mol CO_2 và 2,34 gam H_2O. Mặt khác, cho 0,1 mol M phản ứng với lượng dư dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3, kết thúc các phản ứng thu được 21,6 gam Ag. Công thức cấu tạo thu gọn của X, Y lần lượt là

A. CH_3CHO và $HCOOCH_3$. **B.** CH_3CHO và $HCOOC_2H_5$.

C. HCHO và CH_3COOCH_3. **D.** CH_3CHO và CH_3COOCH_3.

Giải

$n_{CO_2} = n_{H_2O} \Rightarrow$ X, Y đều là hợp chất no, đơn chức, mạch hở. Ta có:

$$0,5x + y = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2} = 0,04 \ (1)$$

Mặt khác: x + y = 0,05 (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow$ x = 0,02 mol và y = 0,03 mol

$\Rightarrow n_{co_2} = n_X \cdot 0,02 + n_Y \cdot 0,03 = 0,13$ hay $2n_X + 3n_Y = 13$

Nghiệm phù hợp: $n_X = 2 (CH_3CHO)$ và $n_Y = 3 (C_3H_6O_2)$

Trong 0,1 mol M chứa 0,04 mol CH_3CHO và 0,06 mol $C_3H_6O_2$.

Vì $2n_{CH_3CHO} = 0,08 < n_{Ag} = 0,2$ mol nên Y có phản ứng tráng silver

$\Rightarrow$ Y là $HCOOC_2H_5 \Rightarrow$ Đáp án B

Ví dụ 4: Hỗn hợp X gồm một carboxylic acid no, đơn chức, mạch hở và một alcohol đơn chức, mạch hở. Đốt cháy hoàn toàn 21,7 gam X, thu được 20,16 lít khí CO_2 (đktc) và 18,9 gam H_2O. Thực hiện phản ứng ester hóa X với hiệu suất 60%, thu được m gam ester. Giá trị của m là

A. 15,30 **B.** 12,24 **C.** 10,80 **D.** 9,18

Giải

Đặt công thức tổng quát của acid no, đơn chức, mạch hở là $C_nH_{2n}O_2$.

$$n_{CO_2} = \frac{20,16}{22,4} = 0,9 mol < n_{H_2O} = \frac{18,9}{18} = 1,05 mol$$

Đó là alcohol no, đơn chức mạch hở ($C_mH_{2m+2}O$)

$$\Rightarrow n_{C_mH_{2m+2}O} = n_{H_2O} - n_{CO_2} = 1,05 - 0,9 = 0,15 mol$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{O_2} = n_{CO_2} + m_{H_2O} - m_X = 0,9.44 + 18,9 - 21,7 = 36,8 gam$$

$$\Rightarrow n_{O_2} = \frac{36,8}{32} = 1,15 mol$$

Theo bảo toàn nguyên tố oxygen:

$$2n_{C_nH_{2n}O_2} + n_{C_mH_{2m+2}O} + 2n_{O_2} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O}$$

$\Rightarrow n_{C_nH_{2n}O_2} = 0,2mol \Rightarrow n_{CO_2} = 0,2n + 0,15m = 0,9 \Rightarrow 4n + 3m = 18$

n	1	2	3	4
m	$\frac{14}{3}$ (loại)	$\frac{10}{3}$ (loại)	2 (nhận)	$\frac{2}{3}$ (loại)

Công thức của acid là CH_3CH_2COOH và của alcohol là C_2H_5OH

$$CH_3CH_2COOH + C_2H_5OH \xleftrightarrow[t^0]{H_2SO_4 đặc} CH_3CH_2COOC_2H_5 + H_2O$$

n_0 0,2 0,15

n 0,15.0,6 $\leftarrow$ 0,15.0,6 $\rightarrow$ 0,15.0,6

$\Rightarrow m = 102.0,15.0,6 = 9,18gam \Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 5: Hỗn hợp X gồm một carboxylic acid no, đơn chức, mạch hở và một alcohol đơn chức, mạch hở. Đốt cháy hoàn toàn 21,7 gam X, thu được 20,16 lít khí CO_2 (đktc) và 18,9 gam H_2O. Thực hiện phản ứng ester hóa X với hiệu suất 60%, thu được m gam ester. Giá trị của m là

A. 15,30 **B.** 12,24 **C.** 10,80 **D.** 9,18

Giải

$n_{CO_2} = \frac{20,16}{22,4} = 0,9mol; \quad n_{H_2O} = \frac{18,9}{18} = 1,05mol$

Vì $n_{CO_2} < n_{H_2O} \Rightarrow X$ chứa alcohol , no, đơn chức, mạch hở

Do giả thiết cho acid là no, đơn chức, mạch hở nên

$n_{ancol} = n_{H_2O} - n_{CO_2} = 1,05 - 0,9 = 0,15mol$

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{O_2} = n_{CO_2} + m_{H_2O} - m_X = 0,9.44 + 18,9 - 21,7 = 36,8gam$$

$\Rightarrow n_{O_2} = \frac{36,8}{32} = 1,15mol$

Theo bảo toàn nguyên tố oxygen:

$2n_{C_nH_{2n}O_2} + n_{C_mH_{2m+2}O} + 2n_{O_2} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O}$

$\Rightarrow n_{C_nH_{2n}O_2} = 0,2mol \Rightarrow n_{CO_2} = 0,2n + 0,15m = 0,9 \Rightarrow 4n + 3m = 18$

n	1	2	3	4
m	$\frac{14}{3}$ (loại)	$\frac{10}{3}$ (loại)	2 (nhận)	$\frac{2}{3}$ (loại)

Công thức của acid là CH_3CH_2COOH và của alcohol là C_2H_5OH

$$CH_3CH_2COOH + C_2H_5OH \xleftrightarrow[t^0]{H_2SO_4 đặc} CH_3CH_2COOC_2H_5 + H_2O$$

n_0 0,2 0,15

n 0,15.0,6 $\leftarrow$ 0,15.0,6 $\rightarrow$ 0,15.0,6

$\Rightarrow$ m = 102.0,15.0,6 = 9,18 gam $\Rightarrow$ Đáp án D

Ví dụ 6: Đốt cháy hoàn toàn một ester đơn chức X, cần dùng vừa đủ V lít (đktc) không khí (chứa 80% N_2 về thể tích, còn lại là O_2) thu được 0,4 mol CO_2; 0,3 mol H_2O và 1,8 mol N_2. Khi cho 1 mol X tác dụng hết với lượng dư dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3, sinh ra 4 mol Ag. Công thức của X và giá trị của V lần lượt là

A. $HCOOCH=CHCH_3$ và 50,4. **B.** $CH_3COOCH=CH_2$ và 50,4.

C. $CH_2=CHCOOCH_3$ và 45,3. **D.** $HCOOC(CH_3)=CH_2$ và 50,4.

Giải

n_{O_2} (không khí) $= \frac{1}{4} n_{N_2} = 0,45mol$

$\Rightarrow n_X = \frac{1}{2}n_O(X) = n_{CO_2} + \frac{1}{2}n_{H_2O} - n_{O_2} = 0,1\text{mol}; V = (0,45 + 1,8)\cdot 22,4 = 50,4$ lit

Đặt X: $C_nH_mO_2 \Rightarrow n = \frac{n_{CO_2}}{n_X} = 4; m = \frac{2n_{H_2O}}{n_X} = 6$

$\Rightarrow$ Công thức phân tử của X là $C_4H_6O_2$.

Khi cho 1 mol X tác dụng hết với lượng dư dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3, sinh ra 4 mol Ag $\Rightarrow$ Công thức cấu tạo phù hợp của X là

$HCOOCH=CHCH_3$

Phương trình hóa học:

$$HCOOCH=CHCH_3 + 4\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \xrightarrow{t^0} (NH_4)_2CO_3 + CH_3COONH_4 + 5NH_3 + H_2O + 4Ag\downarrow$$

Ví dụ 7: Đốt cháy hoàn toàn một lượng hỗn hợp hai ester no, đơn chức cần 3,976 lít oxygen (đktc) thu được 6,38 gam khí CO_2. Cho lượng ester này tác dụng vừa đủ với KOH thu được hỗn hợp hai alcohol kế tiếp và 3,92 gam muối của một acid hữu cơ. Tìm công thức cấu tạo và tính khối lượng của mỗi ester trong hỗn hợp đầu.

Giải

$n_{O_2} = \frac{3,976}{22,4} = 0,1775\text{mol}; n_{co_2} = \frac{6,38}{44} = 0,145\text{mol}$

$\Rightarrow n_{este} = 1,5n_{CO_2} - n_{O_2} = 1,5.0,145 - 0,1775 = 0,04\text{mol}$

$\Rightarrow \bar{n} = \frac{n_{CO_2}}{n_{este}} = \frac{0,145}{0,04} = 3,625$

Vì hai ester của cùng một acid và hai alcohol kế tiếp nhau nên hơn nhau một nhóm CH_2 vậy:

$n_1 = 3 < \bar{n} = 3,625 < n_2 = 4$

$\Rightarrow$ Công thức phân tử của hai ester: $C_3H_6O_2$ và $C_4H_8O_2$.

Phản ứng thuỷ phân:

$$RCOO\overline{R}' + KOH \rightarrow RCOOK + \overline{R}'OH$$
$$0,04 \quad \rightarrow \quad 0,04$$

$(R + 83).0,04 = 3,92 \Rightarrow R = 15\ (CH_3)$

Hai ester là: CH_3COOCH_3 : Methyl acetate

$CH_3COOC_2H_5$: Ethyl acetate

Gọi x, y lần lượt là số mol CH_3COOCH_3 và $CH_3COOC_2H_5$. Ta có hệ:

$$\begin{cases} x + y = 0,04 \\ 3x + 4y = 0,145 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,015 \\ y = 0,025 \end{cases}$$

$m_{CH_3COOCH_3} = 74.0,015 = 1,11\text{gam}$

$m_{CH_3COOC_2H_5} = 88.0,025 = 2,2\text{gam}$

Ví dụ 8: Đốt cháy hoàn toàn một lượng hỗn hợp gồm hai ester. Cho sản phẩm phản ứng qua bình đựng P_2O_5 dư, khối lượng bình tăng thêm 6,21 gam. Sau đó cho qua tiếp dung dịch $Ca(OH)_2$ dư thu được 34,5 gam kết tủa. Các ester nói trên thuộc loại gì (đơn chức hay đa chức, no hay không no)? Mặt khác cho 6,825 gam hỗn hợp 2 ester đó tác dụng vừa đủ với dung dịch KOH, thu được 7,7 gam hỗn hợp hai muối và 4,025 gam một alcohol . Tìm công thức phân tử và khối lượng của mỗi ester, biết rằng khối lượng phân tử của muối hơn kém nhau không quá 28 đơn vị carbon.

Giải

$n_{H_2O} = \frac{6,21}{18} = 0,345\text{mol}; n_{CO_2} = n_{CaCO_3} = 0,345\text{mol}$

$\Rightarrow n_{H_2O} = n_{CO_2} \Rightarrow$ Đó là hai ester là ester no, đơn chức, mạch hở

Vì tạo ra 2 muối một alcohol nên ta có thể đặt công thức trung bình của hai ester là

$$\overline{R}COOR' + KOH \rightarrow \overline{R}COOK + R'OH$$

x x x x

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_{KOH} = 56x = 7,7 + 4,025 - 6,825 = 4,9$ gam

$\Rightarrow x = 0,0875$ mol

$$\Rightarrow M_{R'OH} = \frac{4,025}{0,0875} = 46 (C_2H_5OH)$$

$$\Rightarrow M_{muối} = \overline{R} + 83 = \frac{7,7}{0,0875} = 88 \Rightarrow \overline{R} = 5$$

$$\Rightarrow R^1 = 1 (HCOOK) < \overline{R} < R^2 \le R^1 + 28 = 29$$

$$\Rightarrow R^2 = 15 (CH_3COOK) H \text{ hoặc } R^2 = 29 (C_2H_5COOK)$$

Vậy công thức của hai ester là

$$(I) \begin{cases} HCOOC_2H_5 \\ CH_3COOC_2H_5 \end{cases} \text{ hoặc (II)} \begin{cases} HCOOC_2H_5 \\ C_2H_5COOC_2H_5 \end{cases}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol của hai ester $R^1COOC_2H_5$ và $R^2COOC_2H_5$. Ta có:

• Cặp nghiệm I:

$$\begin{cases} a + b = 0,0875 \\ a + 15b = 5.0,0875 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,0625 \\ b = 0,025 \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_{HCOOC_2H_5} = 4,625 gam; m_{CH_3COOC_2H_5} = 2,2 gam$$

• Cặp nghiệm II:

$$\begin{cases} a + b = 0,0875 \\ a + 29b = 5.0,0875 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,075 \\ b = 0,0125 \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_{HCOOC_2H_5} = 5,55 gam; m_{C_2H_5COOC_2H_5} = 1,275 gam$$

Ví dụ 9: Hỗn hợp M gồm carboxylic acid X, alcohol Y (đều no, đơn chức, mạch hở) và ester Z tạo ra từ X và Y. Đốt cháy hoàn toàn 27 gam M rồi hấp thụ toàn bộ sản phẩm cháy vào bình đựng nước vôi trong dư, xuất hiện 110 gam kết tủa và khối lượng bình tăng 71,8 gam. Nếu cho 27 gam M phản ứng vừa đủ với 250ml dung dịch NaOH 1M, thu được 24 gam muối và 11,2 gam alcohol Y.

a) Xác định công thức phân tử của X, Y, Z.

b) Cho m gam alcohol Y phản ứng với CuO nung nóng, sau một thời gian thu được (m + 1,6) gam hỗn hợp A gồm aldehyde, alcohol dư và nước. Cho A phản ứng với lượng dư dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3 đun nóng, kết thúc phản ứng sinh ra bao nhiêu gam kết tủa silver?

Giải

a) Đặt X: $C_nH_{2n+1}COOH : x$ mol

Y: $C_mH_{2m+1}OH : y$ mol

$\Rightarrow Z : C_nH_{2n+1}COOC_mH_{2m+1} : z$mol

•M + O_2:

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_{3\downarrow} + H_2O$

1,1 1,1

$$\Rightarrow n_{H_2O} = \frac{71,8 - 44.1,1}{18} = 1,3 mol$$

Khi đốt cháy X, Z thu được số mol CO_2 bằng số mol H_2O nên

$y = n_{H_2O} - n_{CO_2} = 0,2$ mol

• M + NaOH :

$C_nH_{2n+1}COOH + NaOH \rightarrow C_nH_{2n+1}COONa + H_2O$

x x x x

$C_nH_{2n+1}COOC_mH_{2m+1} + NaOH \rightarrow C_nH_{2n+1}COONa + C_mH_{2m+1}OH$

z z z z

Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$m_{H_2O} = 27 + 40.0,25 - 24 - 11,2 = 1,8$ gam $\Rightarrow x = 0,1$mol

Mặt khác:

$n_{NaOH} = x + z = 0,25 \Rightarrow z = 0,15$mol

$m_{muối} = (14n + 68) \cdot 0,25 = 24 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow$ CTPT của X là C_2H_5COOH.

$m_{ancol} = (14m + 18) \cdot (0,2 + 0,15) = 11,2$

$\Rightarrow m = 1 \Rightarrow$ CTPT của Y là $CH_3OH \Rightarrow$ CTPT của Z là $C_2H_5COOCH_3$

b) $CH_3OH + CuO \xrightarrow{t^0} HCHO + Cu + H_2O$

a a a a

$\Delta m = 16a = (m + 1,6) - m = 1,6 \rightarrow a = 0,1$ mol

$HCHO + 4\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \xrightarrow{t^0} (NH_4)_2CO_3 + 6NH_3 \uparrow + 2H_2O + 4Ag \downarrow$

0,1 0,4

$\Rightarrow m_{Ag} = 0,4.108 = 43,2$gam

Ví dụ 10: Đốt cháy hoàn toàn 2,68 gam hỗn hợp X gồm C_xH_yCOOH, $C_xH_yCOOC_2H_5$, C_2H_5OH thu được 2,8 lít CO_2 (đktc) và 1,98 gam H_2O. Mặt khác, cho 2,68 gam X phản ứng vừa đủ với 25ml dung dịch NaOH 1M, thu được 1,15 gam C_2H_5OH. Xác định công thức của C_xH_yCOOH.

Giải

$n_{CO_2} = \frac{2,8}{22,4} = 0,125$mol; $n_{H_2O} = \frac{1,98}{18} = 0,11$mol

Gọi a, b, c lần lượt là số mol của $C_xH_yCOOH, C_xH_yCOOC_2H_5, C_2H_5OH$

Ta có:

(12x + y +45)a +(12x+y +73)b + 46c = 2,68 (1)

• X + NaOH

$C_xH_yCOOH + NaOH \rightarrow C_xH_yCOONa + H_2O$

a a

$C_xH_yCOOC_2H_5 + NaOH \rightarrow C_xH_yCOONa + C_2H_5OH$

b b b

$\Rightarrow n_{NaOH} = a + b = 0,025$ (2)

$n_{C_2H_5OH} = b + c = \frac{1,15}{45} = 0,025$ (3)

Từ (2) và (3) $\Rightarrow$ a=c (4)

• X + O_2:

$C_xH_yCOOH \xrightarrow{+O_2} (x+1)CO_2 + \frac{y+1}{2}H_2O$

a → (x+1)a → $\frac{y+1}{2}a$

$C_xH_yCOOC_2H_5 \xrightarrow{+O_2} (x+3)CO_2 + \frac{y+5}{2}H_2O$

b → (x+3)b → $\frac{y+5}{2}b$

$C_2H_5OH \xrightarrow{+O_2} 2CO_2 + 3H_2O$

a → 2a → 3a

$\Rightarrow n_{CO_2} = (x+1)a + (x+3)b + 2a = 0,125$ (5)

$\Rightarrow x(a+b) + 3(a+b) = 0,125 \Rightarrow x = 2$

$n_{H_2O} = \frac{y+1}{2}a + \frac{y+5}{2}b + 3a = 0,11$ (6)

(5)+(6): (x + y)(a + b) + 8(a + b) + 3 a=0,345

Kết hợp (2) $\Rightarrow x + y + 80a = 5,8$ (7)

Thay a= c vào (1) ta rút ra:

12x + y + 720a = 34,2 (8)

Từ (7) và (8) $\Rightarrow$ 8y - 3x = 18 $\Rightarrow$ y=3

Vậy công thức của acid C_xH_yCOOH là C_2H_3COOH

DẠNG 4: BÀI TẬP VỀ CÁC CHỈ SỐ CỦA CHẤT BÉO

Phương pháp:

Chỉ số acid: Là số miligam KOH cần để trung hòa acid béo tự do có trong 1 gam chất béo.

Chỉ số ester hóa: Là số miligam KOH cần để xà phòng hóa hết lượng triglyceride có trong 1 gam chất béo.

Chỉ số xà phòng hóa: Là tổng số miligam KOH cần để trung hòa hết lượng acid béo tự do và xà phòng hóa hết lượng triglyceride có trong 1 gam chất béo.

Chỉ số iode: là số gam iode có thể cộng vào liên kết bội trong mạch carbon của 100 gam chất béo.

***Ví dụ 1*:** Tính chỉ số acid của một chất béo, biết rằng để trung hoà 14 gam chất béo đó cần 15ml dung dịch NaOH 0,1M.

Giải

$n_{KOH} = n_{NaOH} = 0,0015mol$

$\Rightarrow m_{KOH} = 0,0015.56 = 0,084gam = 84mg$

$\Rightarrow$ Chỉ số acid của chất béo: $\frac{84}{14} = 6$

Ví dụ 2: Tổng số miligam KOH để trung hoà hết lượng axit tự do và xà phòng hoá hết lượng este trong một gam chất béo gọi là chi số xà phòng hoá của chất béo. Vậy chỉ số xà phòng hoá của mẫu chất béo có chi số axit bằng 7 chứa 89% tristearin là :

A. 185 . B. 175 . C. 165 . D. 155 .

Giải

Vì chất béo có chỉ số axit $=7$ nên cứ 1 gam chất béo cần $7mg(0,007$ gam KOH để trung hoà axit.

Trong 1 gam chất béo có $\frac{1.89}{100} = 0,89$ gam tristearin $(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5$.

$n_{(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5} = \frac{0.89}{890} = 0,001mol \Rightarrow n_{KOH\ phan\ ung\ voi\ ester} = 3.0,001 = 0,003mol$

.

$m_{KOH\ phan\ ung\ voi\ ester} = 0,003.56.1000 = 168mg$

Vậy chỉ số xà phòng hoá = chỉ số axit + chỉ số este hóa =7+168 = 175 .

Ví dụ 3: Số gam iot có thể cộng vào liên kết bội trong mạch cacbon của 100 gam chất béo được gọi là chỉ số iot của chất béo. Chỉ số iot của chất béo được tạo nên từ axit linoleic là :

A. 86,868. **B.** 90,188. **C.** 188,920. **D.** 173,736.

Giải

Chất béo tạo nên từ axit linoleic là $(C_{17}H_{31}COO)_3C_3H_5$ có M = 878 (gam/mol).

Axit linoleic $CH_3[CH_2]_4CH=CH-CH_2-CH=CH[CH_2]_7COOH$ có 2 liên kết π có khả năng cộng hợp với I_2.

Số mol chất béo trong 100 gam chất béo là $\frac{100}{878} = 0,114$ mol.

Phương trình phản ứng hóa học :

$(C_{17}H_{31}COO)_3C_3H_5 + 6I_2 \rightarrow (C_{17}H_{31}I_4COO)_3C_3H_5$

$m_{iot} = 6.0,114.254 = 173,736$ gam. Vậy chỉ số iot là 173,736.

Đáp án D.

***Ví dụ 4*:** Để trung hoà 4 g chất béo có chỉ số axit là 7. Khối lượng của KOH là:

A. 28 mg

B. 280 mg

C. 2,8 mg

D. 0,28 mg

Đáp án: A

Chỉ số axit = 7

=> Trung hòa 1 gam chất béo cần 7 mg KOH

=> Trung hòa 4 gam chất béo cần 7.4 = 28 mg KOH

***Ví dụ 5*:** Xà phòng hoá 100 gam chất béo cần 19,72 gam KOH. Chỉ số xà phòng hoá của chất béo là

A. 1,792

B. 17,92

C. 197,2

D. 1792

Xà phòng hóa 1 gam chất béo đó, cần mKOH = 19,72/100 = 0,1972 g = 197,2 mg

=> Chỉ số xà phòng hóa là 197,2

***Ví dụ 6*:** Xà phòng hoá hoàn toàn 2,5 gam chất béo cần 50 ml dung dịch KOH 0,1 M. Chỉ số xà phòng hoá của chất béo là:

A. 280

B. 140

C. 112

D. 224

Đáp án: C

Xà phòng hóa 2,5 mg chất béo à cần 0,05.0,1.56 = 0,28 g KOH

=> Xà phòng hóa 1 g chất béo cần mKOH =0,28/2,5= 0,112 g = 112 mg

=> Chỉ số xà phòng hóa là 112

Ví dụ 7 : Muốn trung hoà 2,8 gam chất béo cần 3 ml dung dịch KOH 0,1M. Chỉ số axit của chất béo là

A. 2

B. 5

C. 6

D. 10

Đáp án: C

Trung hòa 2,8 g chất béo, cần nKOH = = 3.10-4 mol

=> mKOH = 3.10-4 . 56 = 0,0168 g

=> Trung hòa 1 g chất béo cần mKOH = 0,0168/2,8 = 6 mg

Ví dụ 8 **:** Để trung hoà 10 gam một chất béo có chỉ số axit là 5,6 thì khối lượng NaOH cần dùng là

A. 0,05g

B. 0,06g

C. 0,04g

D. 0,08g

Đáp án: C

Trung hòa 10 g chất béo cần mKOH = 5,6 . 10 = 56 mg = 0,056 g

=> nKOH = 1. 10^{-3} mol => nNaOH = 10^{-3} mol => mNaOH = 10^{-3} .40 = 0,04 g

Ví dụ 9**:** Khối lượng của Ba(OH)2 cần để trung hòa 4 gam chất béo có chỉ số axit bằng 9 là:

A. 36mg

B. 20mg

C. 50mg

D. 54,96mg

Đáp án: D

Trung hòa 1 g chất béo cần mKOH = 4.9 = 36 mg

=> nKOH = $\frac{36.10^{-3}}{56}$ mol

=> nBa(OH)2 = $\frac{1}{2}$ nKOH

=> mBa(OH)2 = $171.\frac{1}{2}.\frac{36.10^{-3}}{56}$ = 0,05496 g = 54,96 mg

Ví dụ 10**:** Để xà phòng hoá 10 kg chất béo có chỉ số axit bằng 7 người ta đun chất béo với dung dịch chứa 1,42 kg NaOH. Sau phản ứng hoàn toàn muốn trung hoà hỗn hợp cần 50 ml dung dịch HCl 1M. Tính khối lượng glixerol và khối lượng xà phòng nguyên chất đã tạo ra.

A. 1035 g và 10342,5 g

B. 1200 g và 11230,3 g

C. 1048,8 g và 10346,7 g

D. 1452 g và 10525,2 g

Đáp án: C

Tổng nNaOH = 142040142040 = 35,5 mol ; nHCl = 0,05 mol

=> nNaOH (pứ với chất béo) = 35,5 - 0,05 = 35,45 mol

NaOH tham gia 2 pứ :

RCOOH + NaOH →→ RCOONa + H2O (1)

$(R'COO)_3C_3H_5$ + 3NaOH →→ 3R'COONa + $C_3H_5(OH)_3$ (2)

nNaOH (1) = 10000. 7.10^{-3}/ 56 = 1,25 mol => nNaOH (2) = 34,2 mol

=> m$C_3H_5(OH)_3$ = 34,2. 92/3 = 1048,8 g

Bảo toàn KL: m chất béo + mNaOH = m xà phòng + m$C_3H_5(OH)_3$ + mH_2O

<=> 10000 + 35,45.40 = m xà phòng + 1048,8 + 1,25.18 => m xà phòng = 10346,7 g

DẠNG 5: BÀI TẬP VỀ NHẬN BIẾT

Phương pháp: Nắm vững phương pháp nhận biết và điều chế ester.

• Nhận biết: Tuỳ theo đặc điểm cấu tạo của ester mà có thể dùng cách

- Đun nóng: Các ester thường có mùi thơm dễ chịu như isoamyl acetate có mùi chuối chín, ethyl butyrate có mùi dứa, ethyl isovalerate có mùi táo, ...

- Dùng dung dịch NaOH đun nóng, sau đó nhận biết sản phẩm. Chẳng hạn như $CH_3COOC_2H_5$ và $CH_3COOCH=CH_2$ sau khi tham gia phản ứng xà phòng hoá thì chỉ có $CH_3COOCH=CH_2$ mới cho sản phẩm tham gia phản ứng tráng bạc.

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \xrightarrow{t^0} CH_3COONa + C_2H_5OH$$

$$CH_3COOCH=CH_2 + NaOH \xrightarrow{t^0} CH_3COONa + CH_3CHO$$

$$CH_3CHO + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow CH_3COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$$

- Dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng: Các ester có dạng HCOOR', RCOOCH=CHR, HCOOCH=CHR', $R^1COOCHR'OCOR^2$, ...khi tác dụng với dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng, đều sinh ra kết tủa Ag.

Ví dụ 1: Có các lọ mất nhãn, mỗi lọ đựng một trong các chất lỏng sau: ethyl alcohol, axetic aldehyde, acetic acid, ethylic acetate. Trình bày phương pháp hoá học để nhận ra các dung dịch trên. Viết phương trình hoá học của phản ứng đã xảy ra.

Giải

Dùng quỳ tím ẩm nhận ra acetic acid vì có hiện tượng quỳ tím hoá đỏ.

Các chất còn lại cho phản ứng lần lượt với dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng, chất nào có kết tủa bạc xuất hiện thì đó là aldehyde axetic.

$$CH_3CHO + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow CH_3COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$$

Dùng Na làm thuốc thử đối với alcohol etylic và ethyl acetate. Nhận ra alcohol etylic vì có sủi bọt khí thoát ra.

$$C_2H_5OH + Na \rightarrow C_2H_5ONa + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

(sủi bọt)

Chất còn lại là ethyl acetate không hiện tượng gì.

Ví dụ 2: Viết công thức cấu tạo các đồng phân mạch hở có công thức $C_2H_4O_2$ và trình bày phương pháp hoá học để nhận biết từng đồng phân trên đựng riêng biệt trong các lọ mất nhãn.

Giải

• Công thức cấu tạo:

CH_3-COOH: Acetic acid

$HCOOCH_3$: Methyl formate

CH_2OH-CHO: 2-hiđroxietanal

• Nhận biết:

- Dùng quỳ tím ẩm làm thuốc thử nhận ra acetic acid vì có hiện tượng quỳ tím hoá đỏ.
- Hai chất còn lại cho tác dụng lần lượt với Na, nếu có sủi bọt khí thoát ra là 2-hiđroxietanal.

$$CH_2OH - CHO + Na \rightarrow CH_2ONa - CHO + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

(sủi bọt)

Chất còn lại là methyl formate.

Lưu ý: Không dùng dung dịch $AgNO_3/NH_3$ đun nóng để nhận biết methyl formate và 2-hiđroxietanal vì đều có kết tủa silver xuất hiện.

$$HCOOCH_3 + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + CH_3OH + 2NH_3 + 2Ag\downarrow + H_2O$$

$$CH_2OHCHO + 2\left[Ag(NH_3)_2\right]OH \rightarrow CH_2OHCOONH_4 + 3NH_3 + 2Ag\downarrow + H_2O$$

Ví dụ 3: Chỉ dùng nước bromine làm thuốc thử hãy trình bày phương pháp hoá học để phân biệt các dung dịch riêng biệt sau đựng trong các lọ mất nhãn: fomic acid, aldehyde axetic, ethyl acetate.

Giải

Dùng nước bromine làm thuốc thử. Nhận ra:

- Fomic acid: Có sủi bọt khí thoát ra

$HCOOH + Br_2 \rightarrow CO_2 \uparrow + 2HBr$

- Aldehyde axetic: Làm mất màu nước bromine

$CH_3CHO + Br_2 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + 2HBr$

- Chất còn lại là ethyl acetate không hiện tượng gì.

PHẦN C: BÀI TẬP TỪ CÁC ĐỀ THI CHỌN LỌC

Câu 1: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Nguyễn Trãi Hải Dương 2012-2013)

Thủy phân hoàn toàn 19 gam hợp chất hữu cơ A (mạch hở tác dụng được với Na) thu được m_1 gam B và m_2 gam D chứa 2 loại nhóm chức.

Đốt cháy hoàn toàn m_1 gam B cần 9,6 gam O_2 thu được 4,48 lít CO_2 và 5,4 gam H_2O.

Đốt cháy hoàn toàn m_2 gam D cần 19,2 gam O_2 thu được 13,44 lít CO_2 và 10,8 gam H_2O

Xác định CTPT và CTCT của A, B, D. Biết A có CTPT trùng CTĐG và các thể tích khí đo ở ĐKTC

Hướng dẫn giải

CTPT (B)C_2H_6O; CTCT (B)CH_3CH_2OH ;

CTPT (D): $C_3H_6O_3$; CTCT (D): $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2COOH$ hoặc $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$.

CTPT (A): $C_8H_{14}O_5$; CTCT (A): $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2COOCH_2\text{-}CH_2COOC_2H_5$

hoặc $CH_3\text{-}CH(OH)COOCH(CH_3)COOC_2H_5$.....

Câu 2: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Thái Nguyên năm học 2022-2023)

Hỗn hợp A gồm một axit hữu cơ và một este (các chất không chứa nhóm chức nào khác)

Đốt cháy hoàn toàn một lượng A thu được 2,128 lít CO_2 (đktc) và 1,71 gam H_2O. Mặt khác 2,13 gam A tác dụng vừa đủ với 10 gam dung dịch NaOH 10% đun nóng. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, cô cạn dung dịch thu được một chất rắn khan B và phần hơi D. Hóa lỏng D rồi cho vào bình đựng Na dư nhận thấy sau phản ứng khối lượng bình tăng 9,205 gam. Xác định công thức cấu tạo và tính phần trăm khối lượng mỗi chất trong hỗn hợp A. Biết rằng trong A số mol axit > số mol este > 0,0075

Hướng dẫn giải

$$A\begin{cases}axit\\este\end{cases}\xrightarrow{+O_2}\begin{cases}CO_2:0,095\,mol\\H_2O:0,095\,mol\end{cases}\xrightarrow{n_{CO_2}=n_{H_2O}}A\begin{cases}\text{axit no, đơn chức, mạch hở: } C_nH_{2n}O_2\\\text{este no, đơn chức, mạch hở: } C_mH_{2m}O_2\end{cases}$$

$$A\begin{cases}axit\\este\end{cases}\xrightarrow[\text{Cô cạn dd sau phản ứng}]{\begin{cases}NaOH:\frac{10.10\%}{40}=0,025\,mol\\H_2O:\frac{10-10.10\%}{18}=0,5\,mol\end{cases}}\left\langle\begin{array}{l}\text{một chất rắn B} \Rightarrow A\begin{cases}RCOOH:x\text{ mol}\\RCOO\text{-}R':y\,mol\end{cases};\ B\ là\ RCOONa\\D\begin{cases}H_2O:(0,5+x)mol\\R'OH:y\text{ mol}\end{cases}\xrightarrow{+Na}m_{bình\ Natăng}=9,205\text{ gam}\end{array}\right.$$

PTHH

$$RCOOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$$

Mol: x, x, x

$$RCOO\text{-}R' + NaOH \rightarrow RCOONa + R'OH$$

Mol: y, y, y

$$2H_2O + 2Na \rightarrow 2NaOH + H_2$$

Mol: (0,5+x), $\frac{0,5+x}{2}$

$$2R'OH + 2Na \rightarrow 2R'ONa + H_2$$

Mol: y, $\frac{y}{2}$

Ta có:

$$\begin{cases} n_{NaOH} = x + y = 0,025 \\ x > y > 0,0075 \\ 18.(0,5+x) + (R'+17).y - 2.\left(\frac{0,5+x}{2} + \frac{y}{2}\right) = 9,205 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0,025 = x + y > y + y \\ y > 0,0075 \\ (R'-1)y = 0,28 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,0075 < y < 0,0125 \\ y = \frac{0,28}{R'-1} \end{cases} \Rightarrow 0,0075 < \frac{0,28}{R'-1} < 0,0125$$

$$\Rightarrow 23,4 < R' < 38,3 \Rightarrow R' = 29(C_2H_5-) \Rightarrow \begin{cases} y = 0,01 \\ x = 0,015 \\ (R+45).0,015 + (R+44+29).0,01 = 2,13 \end{cases}$$

$$\Rightarrow R = 29(C_2H_5-) \Rightarrow A \begin{cases} CH_3-CH_2-COOH: \frac{74.0,015}{2,13}.100\% = 52,11\% \\ CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_3: 100\% - 52,11\% = 47,89\% \end{cases}$$

Câu 3: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Lạng Sơn năm học 2022-2023)

Hãy giải thích vì sao ống dẫn nước thải từ các chậu rửa bát bị tắc do dầu mỡ nấu ăn dư thừa. Mỗi khi bị tắc như vậy, người ta thường đổ xút rắn hoặc dung dịch xút đặc vào một thời gian sẽ hết tắc, viết phương trình hóa học xảy ra.

Hướng dẫn giải

Ống dẫn nước thải từ các chậu rửa bát bị tắc do dầu mỡ nấu ăn dư thừa do dầu mỡ là chất béo không tan trong nước. Sử dụng xút rắn hoặc dung dịch xút đặc sẽ xảy ra phản ứng xà phòng hóa tạo sản phẩm là glixerol và muối hữu cơ đều là chất dễ tan trong nước nên dễ bị rửa trôi do vậy ống sẽ hết tắc.

$$(RCOO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$$

Câu 4: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Lào Cai năm học 2022-2023)

Chất béo B tạo bởi glixerol $C_3H_5(OH)_3$ và axit A. Để tạo được xà phòng từ B người ta thực hiện các bước lần lượt như sau:

Bước 1: Cho 178 gam B và 128 gam dung dịch NaOH 25% vào trong một bát sứ.

Bước 2: Đun nóng hỗn hợp trong bát sứ, đồng thời khuấy đều. Sau khoảng thời gian 3 – 5 phút lại thêm vào hỗn hợp một ít nước cất.

Bước 3: Thêm vào hỗn hợp thu được sau bước 2 một lượng dư dung dịch NaCl bão hòa.

Bước 4: Tách lấy phần xà phòng thu được sau bước 3, thêm hương liệu và tạo hình để thu được thành phẩm là xà phòng mang đi sử dụng.

i. Viết công thức cấu tạo của chất béo B và viết phương trình phản ứng xảy ra ở bước 2. Cho biết vai trò của NaCl ở bước 3.

ii. Tính khối lượng xà phòng thành phẩm giả sử hiệu suất của toàn bộ quá trình điều chế xà phòng là 80% và muối của axit A chiếm 60% khối lượng của xà phòng thành phẩm thu được.

Hướng dẫn giải

PTPU: $C_nH_{2n+1}COOH + \frac{3n+1}{2} O_2 \xrightarrow{t^o} (n+1)CO_2 + (n+1)H_2O$

$\Rightarrow \frac{2,84}{14n+46} = \frac{0,18}{n+1} \Rightarrow n = 17$

$\Rightarrow$ Công thức $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$

Ta có: $n_B = 0,2$ mol; $n_{NaOH} = 0,8$ mol $\Rightarrow$ NaOH dư

$(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$

$0,2 \xrightarrow{80\%} 0,48$

Vai trò của NaCl: tăng tỉ trọng $\Rightarrow$ xà phòng nổi lên $\Rightarrow$ tách lớp tốt $\Rightarrow$ thu sản phẩm

$m_{C_{17}H_{35}COONa} = 0,48.239 = 145,92(g)$

$\Rightarrow m_{xp} = \frac{145,92.100}{60} = 243,2(g)$

Câu 5: (trích từ đề thi chọn HSG lớp 9 tỉnh Ninh Bình năm học 2021-2022)

Cho chất béo **X** là trieste của glixerol với axit stearic (công thức cấu tạo của axit stearic là $C_{17}H_{35}COOH$). Tiến hành thí nghiệm hóa học sau:

Cho một lượng chất béo **X** vào cốc thủy tinh chịu nhiệt đựng một lượng dư dung dịch NaOH, thấy chất trong cốc tách thành hai lớp; đun sôi hỗn hợp một thời gian đến khi thu được chất lỏng đồng nhất; để nguội hỗn hợp và thêm vào một ít muối ăn, khuấy cho tan hết thấy hỗn hợp tách thành hai lớp: Phía trên là chất rắn màu trắng, phía dưới là chất lỏng.

1. Xác định công thức cấu tạo của **X** và viết phương trình hóa học xảy ra.

2. Hãy cho biết lớp chất rắn màu trắng thu được là chất gì?. Nêu vai trò của muối ăn trong thí nghiệm trên.

Hướng dẫn giải

1.

- CTCT của X: $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$.
- PTHH: $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{17}H_{35}COONa + C_3H_5(OH)_3$.

2.

- Lớp chất rắn màu trắng thu được là xà phòng (muối natri của axit béo).
- Vai trò của NaCl: làm tăng khối lượng riêng của dung dịch và làm giảm độ tan muối natri của axit béo.

Câu 6: (trích từ đề thi chọn HSG lớp 9 tỉnh Bình Định năm học 2021-2022)

Hỗn hợp M gồm axit cacboxylic X, ancol Y (đều đơn chức) và este Z được tạo từ X và Y. Đốt cháy hoàn toàn m gam M cần dùng 0,51 mol O_2, thu được 19,712 lít (đktc) hỗn hợp gồm khí CO_2 và hơi H_2O (có tỉ lệ mol 1:1). Mặt khác, m gam M tác dụng vừa đủ với 40 gam dung dịch NaOH 10%, thu được muối của axit X và ancol Y. Cho lượng ancol này tác dụng hết với Na dư, thu được 1,568 lít H_2 (đktc). Xác định công thức cấu tạo cảu X, Y, Z.

Hướng dẫn giải

$$\begin{cases} n_{CO_2} = n_{H_2O} = 0,44^{mol} \\ n_{O_2} = 0,51^{mol} \\ n_{NaOH} = 0,1^{mol} \\ n_{H_2} = 0,07^{mol} \end{cases}$$

Gọi công thức các chất như sau:
$$\begin{cases} Axit: RCOOH: a^{mol} \\ Ancol: R'OH: b^{mol} \\ Este: RCOOR': c^{mol} \end{cases}$$

$RCOOH + NaOH \xrightarrow{-} RCOONa + H_2O$

$RCOOR' + NaOH \xrightarrow{-} RCOONa + R'OH$

$2R'OH + 2Na \xrightarrow{-} 2R'ONa + H_2$

$n_{NaOH} = a + c = 0,1\ (1)$

$n_{H_2} = \frac{b+c}{2} = 0,07\ (2)$

$\xrightarrow{BT.O} 2a+b+2c+2.0,51=2.0,44+0,44\ (3) \rightarrow \begin{cases} a=0,06^{mol} \\ b=0,1^{mol} \\ c=0,04^{mol} \end{cases}$

$\xrightarrow{BTKL} m_M = 44.0,44+18.0,44-32.0,51=10,96^{gam}$

Mà: $m_M = 0,06(R+45)+0,1(R'+17)+0,04(R+R'+44)=10,97 \rightarrow R+1,4R'=48$

$\rightarrow \begin{cases} R'=15(CH_3-) \\ R=27(C_2H_3-) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} Axit: CH_2=CH-COOH \\ Ancol: CH_3OH \\ Este: CH_2=CH-COOCH_3 \end{cases}$

Câu 7: (trích từ đề thi chọn HSG lớp 9 tỉnh Quảng Nam năm học 2021-2022)

Dầu, mỡ dùng làm thực phẩm có điểm gì giống và khác với dầu, mỡ dùng để bôi trơn xe, máy *(được tách ra từ dầu mỏ)* về thành phần nguyên tố và cấu tạo? Trình bày phương pháp hóa học phân biệt hai loại chất trên.

Hướng dẫn giải

+ Dầu mỡ dùng làm thực phẩm là hỗn hợp các dẫn xuất hiđrocacbon, trong phân tử có chứa C, H, O.
+ Dầu mỡ dùng để bôi trơn máy là hỗn hợp các hiđrocacbon, trong phân tử có chứa C, H.
Về cấu tạo: Dầu, mỡ dùng làm thực phẩm là các trieste của glixerol và các axit béo.
Dầu mỡ dùng để bôi trơn máy là những hiđrocacbon (Số C ≥ 5), có dạng C_xH_y.
- Cách phân biệt bằng phương pháp hóa học : Đun hai loại với dung dịch kiềm (NaOH).
Loại nào tan được trong kiềm đó là dầu, mỡ dùng làm thực phẩm.

$(RCOO)_3C_3H_5 + 3NaOH \xrightarrow{t^0} 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$

Loại nào không tan trong kiềm đó là hiđrocacbon, dầu mỡ dùng để bôi trơn xe, máy.

Câu 8: (trích từ đề thi chọn HSG lớp 9 tỉnh Lào Cai năm học 2021-2022)

Tiến hành phản ứng este hóa giữa C_xH_yCOOH (A) và rượu $C_nH_{2n+1}OH$ (B). Do phản ứng xảy ra không hoàn toàn nên sau phản ứng tách lấy hỗn hợp X chỉ gồm este, axit và rượu.
Lấy 1,55 gam X đem đốt cháy hoàn toàn thu được 1,736 lít CO_2 (đktc) và 1,26 gam nước.
Lấy 1,55 gam X cho tác dụng vừa đủ với 125ml dung dịch NaOH 0,1M. Trong hỗn hợp sau phản ứng thu được có m gam muối và 0,74 gam rượu. Tách lấy lượng rượu rồi cho hóa hơi hoàn toàn thì thu được thể tích hơi rượu đúng bằng thể tích của 0,32 gam O_2 ở cùng điều kiện về nhiệt độ, áp suất.

a. Xác định công thức phân tử của axit (A) và rượu (B).
b. Tính m. Tính hiệu suất phản ứng este hóa và thành phần phần trăm theo khối lượng của mỗi chất trong X.

Hướng dẫn giải

a. Khối lượng B = 0,74 gam, n B = n_{O2} = 0,01 mol

⇒ M_B = 74 g/mol ⇒ 14n + 18 = 74 ⇒ n = 4

Vậy B là C_4H_9OH.

Gọi a, b, c lần lượt là số mol este, axit và rượu có trong hỗn hợp X.

Bảo toàn khối lượng: $m_{O\ (trong\ X)} = 1,55 - m_C - m_H = 1,55-12.\frac{1,736}{22,4}-2.\frac{1,26}{18}=0,48\ gam.$

⇒

2a + 2b+c = 0,03 (I)

Cho X + NaOH:

$C_xH_yCOOC_nH2_{n+1} + NaOH \longrightarrow C_xH_yCOONa + C_nH_{2n+1}OH$

$C_xH_yCOOH + NaOH \longrightarrow C_xH_yCOONa + H_2O$

Theo đề bài và PTHH ta có : a + b = 0,0125(II)

và: a+ c = 0,01 (III)

Giả hệ phương trình (I,II,III): a = c = 0,005 mol; b = 0,0075.

Theo định luật bảo toàn khối lượng ta có: 1,55 + 0,0125.40 = m + 0,74 + 0,0075.18

$\Rightarrow$ m = 1,175 gam.

Muối C_xH_yCOONa có: m = 1,175 gam, n = 0,0125 mol $\Rightarrow$ $M_{muối}$ = 94 g/mol

$\Rightarrow$ 12x + y + 67 = 94 $\Rightarrow$ 12x + y = 27 $\Rightarrow$ x= 2, y = 3.

Vậy A có công thức là C_2H_3COOH.

b. Xét phản ứng este hoá: $C_xH_yCOOH + C_nH_{2n+1}OH \rightleftarrows C_xH_yCOOC_nH_{2n+1} + H_2O$

Số mol axit ban đầu: a + b = 0,0125 mol. Số mol rượu ban đầu: a+ 0,005 = 0,01 mol

H phản ứng = $\frac{0,005}{0,01}.100\%=50\%$.

$\%m_{este} = \frac{m_{este}}{1,55}.100\%=41,29\%$; $\%m_{axit} = \frac{m_{axit}}{1,55}.100\%=34,84\%; \%m_{rượu}=23,87\%$.

Câu 9: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Bắc Kanj năm học 2022-2023)

Một lượng axit hữu cơ có công thức $C_nH_{2n-1}COOH$ tác dụng vừa đủ với 100ml NaOH 2M, cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 18,8 gam muối. Mặt khác nếu trộn lượng axit nói trên với dung dịch có chứa 0,25 mol C_2H_5OH, một ít H_2SO_4 đặc, đun nóng thu được 18 gam este. Tính hiệu suất phản ứng este hóa.

Hướng dẫn giải

Số mol của NaOH: 2*0,1 = 0,2 mol

$C_nH_{2n-1}COOH + NaOH \rightarrow C_nH_{2n-1}COONa + H_2O$

Khối lượng của NaOH: 0,2*40 = 8 (gam)

Khối lượng của H_2O: 0,2* 18 = 3,6 (gam)

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $n_{C_nH_{2n-1}COOH}=18,8+3.6-8=14,4(g)$

$C_nH_{2n-1}COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4,t^o}{\rightleftharpoons} C_nH_{2n-1}COOC_2H_5 + H_2O$

Khối lượng của C_2H_5OH: 0,25*46 = 11,5 (g)

Khối lượng của H_2O: 0,25*18 = 4,5 (g)

Khối lượng của este thu được theo lý thuyết: 14,4+11,5 -4,5 = 21,4 (g)

Hiệu suất phản ứng este hóa: $\frac{18}{21,4}*100=84,1\%$

Câu 10: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Bắc Giang năm học 2022-2023)

Hỗn hợp X gồm 3 este (đều mạch hở, không phân nhánh và không chứa nhóm chức khác). Thủy phân hoàn toàn 33,15 gam X cần dùng vừa đủ 300 ml dung dịch NaOH 1,5M, thu được hỗn hợp Y chứa 3 ancol (rượu) đều no và hỗn hợp muối Z. Lấy toàn bộ Z đun nóng với hỗn hợp vôi tôi xút, thu được duy nhất một hiđrocacbon đơn giản nhất có thể tích là 9,408 lít (đktc). Mặt khác, đốt cháy hoàn toàn 33,15 gam X cần dùng vừa đủ 34,44 lít khí O_2 (đktc). Biết trong phân tử ancol mỗi nguyên tử cacbon no chỉ liên kết tối đa với một nhóm OH.

a. Xác định công thức cấu tạo của các este trong X.

b. Xác định thành phần phần trăm khối lượng của các este trong X.

(Phản ứng vôi tôi xút: $R(COONa)_a + aNaOH \xrightarrow{CaO,t^o} R(H)_a + aNa_2CO_3$ *)*

Hướng dẫn giải

Ta có:

n_{NaOH} = 0,45 mol

Hidrocacbon đơn giản nhất là CH_4, $n_{CH_4}=0,42mol$

Muối có mạch không phân nhánh đun nóng với vôi tôi xút tạo ra CH_4 là CH_3COONa và $CH_2(COONa)_2$.

$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{CaO,t^o} CH_4 + Na_2CO_3$

$CH_2(COONa)_2 + 2NaOH \xrightarrow{CaO,t^o} CH_4 + 2Na_2CO_3$

$\begin{cases} CH_3COONa\ x\ (mol) \\ CH_2(COONa)_2\ y\ (mol) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x+y=0,42 \\ x+2y=0,45 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=0,39 \\ y=0,03 \end{cases}$

33,15 gam X (n_{COO} =0,45mol) + 1,5375 mol O_2 → CO_2 a (mol) + H_2O b (mol)

$$\xrightarrow{BTKL-BTNT}\begin{cases}12a+2b=33,15-0,45.32\\2a+b=0,45.2+1,5375.2\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}a=1,35\ (mol)\\b=1,275\ (mol)\end{cases}$$

- Nếu cả 3 este no, mạch hở hai chức thì $n_{CO_2}-n_{H_2O}=0,075<\frac{n_{COO}}{2}$ (loại).

→ Trong X có este no mạch hở đơn chức (z mol) và este no, mạch hở hai chức (t mol)

t = 0,075 mol → z = 0,45 – 0,075.2= 0,3 mol

$$\overline{C}=\frac{1,35}{0,375}=3,6$$

Dựa vào t và số mol $CH_2(COONa)_2$ → Hỗn hợp X gồm 1 este no, đơn chức, mạch hở là CH_3COOCH_3 và 2 este 2 chức, no, mạch hở ($C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}-2}O_4$).

BTNT C: $0,075.\overline{n}+0,3.3=1,35\rightarrow\overline{n}=6$

Do este CH_3COOCH_3 có mol gốc axit là 0,3 mà tổng là 0,39 nên gốc axetat còn có trong este 2 chức khác hay có ancol hai chức.

Vậy thì este 2 chức còn lại phải có ancol khác CH_3OH, khi đó phân tử este ứng với các gốc axit trên phải có số C ≥ 6.

⇒ Este 2 chức đều có 6C

Bảo toàn mol các gốc axit ta có CTCT và số mol các este là:

$$\begin{cases}CH_3COOCH_3\ \ 0,3\ mol\\CH_3COOC_2H_4OOCCH_3\ \ 0,045\ mol\\C_2H_5OOC-CH_2-COOCH_3\ \ 0,03\ mol\end{cases}$$

$$\%m_{C_3H_6O_2}=\frac{74.0,3}{33,15}.100\%=66,97\%$$

$$\%m_{CH_3COOCH_2OOCCH_3}=\frac{146.0,045}{33,15}.100\%=19,82\%$$

$$\%m_{(CH_3COO)_2C_2H_4)}=13,21\%$$

Câu 11: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Phú Thọ năm học 2022-2023)

Cho **m** gam hỗn hợp X gồm chất béo $(C_nH_{2n+1}COO)_3C_3H_5$ và este $CH_3COOC_2H_5$ tác dụng với 1,0 lít dung dịch NaOH 0,3M, đun nóng. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp A. Trung hoà A bằng dung dịch HCl vừa đủ, thu được hỗn hợp ancol Y và hỗn hợp muối Z. Đốt cháy hoàn toàn Y trong khí oxi dư, thu được 11,0 gam CO_2. Mặt khác, đốt cháy hoàn toàn muối của axit hữu cơ trong Z cần vừa đủ 89,6 lít O_2 (đktc), thu được khí CO_2, H_2O và 10,6 gam Na_2CO_3.

a) Viết các phương trình hoá học xảy ra.

b) Xác định công thức phân tử của chất béo và tính giá trị của m.

c) Tính khối lượng từng muối trong Z.

Hướng dẫn giải

Gọi x và y lần lượt là số mol chất béo $(C_nH_{2n+1}COO)_3C_3H_5$ và este $CH_3COOC_2H_5$ (x, y > 0).

Các phản ứng xảy ra.

$(C_nH_{2n+1}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_nH_{2n+1}COONa + C_3H_5(OH)_3$ (1)

$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$ (2)

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

Theo (1): $n_{C_3H_5(OH)_3}$ = x mol: $n_{C_nH_{2n+1}COONa}$ = 3x mol

Theo (2): $n_{C_2H_5OH}$ = y mol; n_{CH_3COONa} = y mol.

Khi đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp Y:

$C_3H_5(OH)_3 + \frac{7}{2}O_2 \xrightarrow{t^o} 3CO_2 + 4H_2O$ (3)

$$C_2H_5OH + 3O_2 \xrightarrow{t^o} 2CO_2 + 3H_2O \quad (4)$$

Từ (3) và (4) ta có: $n_{CO_2} = 3n_{C_3H_5(OH)_3} + 2n_{C_2H_5OH} = \frac{11}{44} = 0,25$ mol $\rightarrow$ $3x + 2y = 0,25$ (I)

Mặt khác, khi đốt cháy hoàn toàn Z:

$$2C_nH_{2n+1}COONa + (3n + 1)O_2 \xrightarrow{t^o} (2n + 1)CO_2 + (2n + 1)H_2O + Na_2CO_3 \quad (5)$$

$$2CH_3COONa + 4O_2 \xrightarrow{t^o} 3CO_2 + 3H_2O + Na_2CO_3 \quad (6)$$

Theo (5) và (6) ta có: $n_{Na_2CO_3} = \frac{1}{2}n_Z = \frac{10,6}{106} = 0,1$ mol $\rightarrow$ $3x + y = 0,2$ (II)

Từ (I) và (II) ta được: x = y = 0,05 mol.

Theo (5) và (6) ta có: $n_{O_2} = 2n_{CH_3COONa} + (3n + 1)n_{C_nH_{2n+1}COONa} = 4$ mol

$\rightarrow$ $0,1 + (3n + 1) \times 0,05 \times 3 = 0,4 \rightarrow n = 17$.

Vậy công thức phân tử của chất béo là: $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$ hay $C_{57}H_{110}O_6$.

Giá trị của m là: **m** = 0,05 × 890 + 0,05 × 88 = **48,9 gam**

Khối lượng từng muối trong hỗn hợp Z là:

$m_{C_{17}H_{35}COONa} = 3 \times 0,05 \times 306 =$ **15,3 gam**

$m_{CH_3COONa} = 0,05 \times 82 =$ **4,1 gam**

Câu 12: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Quảng Trị năm học 2022-2023)

Đốt cháy hoàn toàn 35,2 gam một este A (chứa C, H, O) thu được 70,4 gam CO_2 và 28,8 gam nước. Biết tỉ khối hơi của A đối với CO_2 là 2 .

a) Xác định công thức phân tử và viết công thức cấu tạo có thể có của este A.

b) Thủy phân hoàn toàn 35,2 gam hỗn hợp X gồm hai este trong số các đồng phân este của A nói trên bằng 4 lít dung dịch NaOH 0,2M. Sau phản ứng cô cạn dung dịch thu được 53 gam chất rắn khan gồm NaOH và hai muối của hai axit hữu cơ đồng đẳng kế tiếp. Xác định công thức cấu tạo và tính khối lượng mỗi este trong hỗn hợp X.

Hướng dẫn giải

a. Công thức phân tử và công thức cấu tạo của A

$M_A = 44.2 = 88$

$n_{CO_2} = \frac{70,4}{44} = 1,6 \Rightarrow n_C = 1,6$

$n_{H_2O} = \frac{28,8}{18} = 1,6 \Rightarrow n_H = 2n_{H_2O} = 3,2$

$\xrightarrow{BTKL} n_O^{trong\ A} = \frac{35,2 - 1,6.12 - 3,2}{16} = 0,8$

$\Rightarrow n_C : n_H : n_O = 1,6 : 3,2 : 0,8 = 2 : 4 : 1$

$\Rightarrow$ CTPT của A: $(C_2H_4O_2)_n \Rightarrow M_A = 44n = 88 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow$ CTPT của A: $C_4H_8O_2$. Các CTCT của A:

$HCOOCH_2CH_2CH_3$ $HCOOCH(CH_3)_2$

$CH_3COOCH_2CH_3$ $CH_3CH_2COOCH_3$

b. Xác định công thức cấu tạo và tính khối lượng mỗi este trong hỗn hợp X

$n_A = \frac{35,2}{88} = 0,4, n_{NaOH} = 4.0,2 = 0,8$

$\overline{R}COO\overline{R}' + NaOH \rightarrow \overline{R}COONa + \overline{R}'OH$

$0,4 \rightarrow$ $0,4$ $0,4$

$\Rightarrow n_{NaOH\ (dư)} = 0,8 - 0,4 = 0,4$

$$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = (\bar{R}+67).0,4+40.0,4=53 \Rightarrow \bar{R}=25,5 \Rightarrow \begin{cases} R_1 = 15(CH_3\text{-}) \\ R_2 = 29(C_2H_5\text{-}) \end{cases}$$

$$\text{CTCT 2 este laø} \begin{cases} CH_3COOC_2H_5 : a(mol) \\ C_2H_5COOCH_3 : b(mol) \end{cases}$$

$$\underset{a\rightarrow}{CH_3COOC_2H_5} + NaOH \longrightarrow \underset{a}{CH_3COONa} + C_2H_5OH$$

$$\underset{b\rightarrow}{C_2H_5COOCH_3} + NaOH \longrightarrow \underset{b}{C_2H_5COONa} + CH_3OH$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a+b=0,4 \\ m_{\text{chất rắn}} = 82a+96b+40.0,4=53 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a=0,1 \\ b=0,3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_{CH_3COOC_2H_5} = 88.0,1 = \boxed{8,8g} \\ m_{C_2H_5COOCH_3} = 88.0,3 = \boxed{26,4g} \end{cases}$$

Câu 13: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Thanh Hóa năm học 2022-2023)

Hỗn hợp X gồm 3 este đơn chức, mạch hở, tạo thành từ cùng một ancol Y với 3 axit cacboxylic (phân tử chỉ có nhóm –COOH, trong đó có hai axit no là đồng đẳng liên tiếp và một axit không no chứa một liên kết đôi C = C trong gốc không nằm ở đầu mạch cacbon). Thủy phân hoàn toàn m gam X bằng dung dịch NaOH, thu được 9,78 gam hỗn hợp muối và a gam ancol Y. Cho a gam Y vào bình đựng Na dư, sau phản ứn thu được 1,344 lít khí và khối lượng bình tăng 5,4 gam. Mặt khác, nếu đốt cháy hoàn toàn m gam X thì thu được H_2O và 10,752 lít CO_2 ở đktc. Tìm công thức cấu tạo và phần trăm khối lượng mỗi chất trong X.

Hướng dẫn giải

Gọi công thức chung của cả 3 este đơn chức có dạng: R-COO-R'

$$R\text{-}COO\text{-}R' + NaOH \longrightarrow R\text{-}COONa + R'\text{-}OH$$

$$2R'\text{-}OH + 2Na \longrightarrow 2R'\text{-}ONa + H_2$$

Sau phản ứng thu được 1,344 lít khí và khối lượng bình tăng 5,4 gam

$\longrightarrow$ 0,06.2.(R' + 17) – 0,06.2 = 5,4 $\longrightarrow$ R' = 29 (C_2H_5-)

Mặt khác: thu được 9,78 gam hỗn hợp muối => (R + 67).0,06.2 = 9,78 gam $\longrightarrow$ R = 14,5

Vậy có một este có dạng: H-COO-C_2H_5

Mặt khác có hai axit no là đồng đẳng kế tiếp nhau $\longrightarrow$ Vậy este thứ e là: CH_3-COO-C_2H_5

Este không no có 1 liên kết đôi có công thức phân tử: $C_nH_{2n-2}O_2$

Đặt số mol của các este: H-COO-C_2H_5, CH_3-COO-C_2H_5 và $C_nH_{2n-2}O_2$ lần lượt là x, y và z mol

Ta có m_X = 0,12.(14,5 + 44 + 29) = 10,5 gam

Trong X có : C: 0,48 mol; O: 0,12.2 = 0,24 mol => H: 0,9 mol

=> z = $0,48 - \frac{0,9}{2}$ = 0,03 mol => x + y = 0,09 mol (1)

Ta có : 0,09.3 + 0,03n < 0,48 $\longrightarrow$ n < 7 Và 0,09.4 + 0,03n > 0,48 $\longrightarrow$ n > 4

Mặt khác: một axit không no chứa một liên kết đôi $C=C$ trong gốc không nằm ở đầu mạch cacbon

Vậy axit có CH_3-CH=CH-COO-C_2H_5 (n = 6)

Ta có : 74x + 88y + (14n + 30).0,03 = 10,5 gam (2)

Từ (1) và (2) => x = 0,06 mol và y = 0,03 mol

Vậy phần trăm khối lượng của từng este

H-COO-C_2H_5 : 42,29% CH_3-COO-C_2H_5: 25,14% C_3H_5-COO-C_2H_5: 32,57%

Câu 14: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Thừa Thiên Huế năm học 2022-2023)

Đốt cháy hoàn toàn 26,40 gam một este X có công thức $C_xH_yO_2$. Cho toàn bộ sản phẩm cháy vào bình đựng dung dịch $Ca(OH)_2$ dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 120 gam kết tủa và một dung dịch

có khối lượng giảm 45,60 gam so với khối lượng dung dịch $Ca(OH)_2$ ban đầu. Mặt khác, thủy phân hoàn toàn 7,04 gam este X trong 110 gam dung dịch NaOH 4%, cô cạn dung dịch sau phản ứng, thu được chất rắn khan Y. Nung nóng toàn bộ lượng Y với bột CaO, thu được 0,48 gam một chất khí.

a) Viết các phương trình phản ứng hóa học xảy ra.

b) Xác định công thức phân tử và công thức cấu tạo của X.

Hướng dẫn giải

$4C_xH_yO_2 + (4x + 2y - 4)O_2 \xrightarrow{t^o} 4xCO_2 + 2y\ H_2O$ (1)

$CO_2 + Ca(OH)_2$ dư $\rightarrow CaCO_3 + H_2O$ (2)

$n_{CO_2} = n_{CaCO_3} = \frac{120}{100} = 1,2\,mol;$

$\Delta m_{dung\ dịch\ giảm} = m_{CaCO_3} - m_{CO_2} - m_{H_2O} = 45,6\,g \Rightarrow m_{H_2O} = 21,6\,g \quad n_{H_2O} = 1,2\,mol$

Trong X: $n_C = 1,2$ mol; $n_H = 2,4$ mol; $n_O = 0,6$ mol $\Rightarrow n_X = 0,3$ mol $\Rightarrow$ CTPT của X: $C_4H_8O_2$

Trong thí nghiệm thủy phân X: $n_X = 0,08$ mol; $n_{NaOH} = 0,11$ mol

RCOOR' + NaOH $\rightarrow$ RCOONa + ROH (3)

0,08…….0,08……..0,08

$RCOONa + NaOH \xrightarrow{CaO, t^0} RH + Na_2CO_3$ (4)

0,03……..0,03……..0,03

$\Rightarrow M_{khí} = \frac{0,48}{0,03} = 16 \Rightarrow$ Khí là $CH_4 \Rightarrow$ CTCT của X: $CH_3COOC_2H_5$

Câu 15: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Vĩnh Phúc năm học 2022-2023)

Hỗn hợp X gồm hai este no, mạch hở. Cho X tác dụng với dung dịch NaOH vừa đủ, thu được hỗn hợp Z gồm 2 ancol (số nguyên tử cacbon trong mỗi phân tử ancol không vượt quá 3) và 12,3 gam muối của một axit cacboxylic (muối Y). Đốt cháy hoàn toàn Y thu được 7,95 gam Na_2CO_3. Mặt khác, đốt cháy hoàn toàn Z thu được 3,36 lít khí CO_2 (đktc) và 4,32 gam H_2O. Tính phần trăm khối lượng của este có khối lượng mol phân tử lớn hơn trong X.

Hướng dẫn giải

A Z: 2 ancol $\xrightarrow{+O_2} CO_2^{0,15} + H_2O^{0,24}$

X $\xrightarrow{+NaOH}$

B Y: 1 muối $\xrightarrow{+O_2} Na_2CO_3^{0,075} \longrightarrow RCOONa^{0,15} \xrightarrow{12,3\,g} CH_3COONa$: 0,15

$n_{ancol} = n_{CO2} - n_{H2O} = 0,09$

Ancol $\rightarrow$ $CH_3OH^{0,03}$; $C_2H_4(OH)_2^{0,06}$ $\rightarrow$ $(CH_3COO)_2C_2H_4$: 79,78%

$n_C = n_{OH}$; số Ctb = 1,67 $CH_3OH^{0,06}$; $C_3H_5(OH)_3$ $(CH_3COO)_2C_3H_5$: 59,56%

Câu 16: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Yên Bái năm học 2022-2023)

Cho 23,6 gam hỗn hợp **G** gồm một este đơn chức và một axit hữu cơ đơn chức có tỉ lệ mol tương ứng là 1:2. Đun nóng **G** với 300 ml dung dịch NaOH 1M vừa đủ thu được một ancol và 28,8 gam một muối.

Xác định công thức cấu tạo của các chất trong **G**.

Hướng dẫn giải

$n_{NaOH} = 0,3.1 = 0,3$ (mol) $\rightarrow n_G = n_{NaOH} = 0,3$ (mol)

$n_{este} = \frac{0,3.1}{3} = 0,1$ (mol) $\rightarrow n_{axit} = 0,3 - 0,1 = 0,2$ (mol)

Vì sau phản ứng chỉ thu được một muối và 1 ancol

Đặt công thức của este đơn chức và axit hữu cơ đơn chức lần lượt là $RCOOR_1$ và RCOOH

PTHH: $RCOOR_1 + NaOH \xrightarrow{t^0} RCOONa + R_1OH$ (1)

0,1 0,1 0,1 0,1 (mol)

RCOOH + NaOH $\rightarrow$ RCOONa + H_2O (2)

0,2 0,2 0,2 0,2 (mol)

M_{RCOONa} = 96 (g/mol) → M_R = 96 – 67 = 29

Thỏa mãn R là C_2H_5-

Áp dụng định luật bào toàn khối lượng, ta có:

$m_A + m_{NaOH} = m_{muối} + m_{H_2O} + m_{R_1OH}$

→ m_{R_1OH} = 23,6 + 0,3.40 – 28,8 – 0,2.18 = 3,2 (g)

$M_{R_1OH} = \frac{3,2}{0,1}$ = 32 (g/mol) → M_{R_1} = 32 -17 = 15

Thỏa mãn R_1 là CH_3 –

Vậy CTCT của $RCOOR_1$ là $C_2H_5COOCH_3$

CTCT của RCOOH là C_2H_5COOH

Câu 17: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Tuyên Quang năm học 2022-2023)

Đun nóng 26,5 gam hỗn hợp X chứa một axit không no (có 1 liên kết C=C trong phân tử) đơn chức mạch hở và một ancol no, đơn chức, mạch hở với H_2SO_4 đặc làm xúc tác, thu được m gam hỗn hợp Y gồm este, axit và ancol. Đốt cháy hoàn toàn m gam Y cần dùng 36,96 lít khí O_2 (đktc) thu được 55,0 gam khí CO_2. Mặt khác, cho m gam hỗn hợp Y tác dụng với dung dịch chứa 8,0 gam NaOH, cô cạn dung dịch thu được bao nhiêu gam chất rắn khan?

Hướng dẫn giải

Gọi công thức của axit là $C_nH_{2n-1}COOH$ có số mol là a với n ≥ 2

Gọi công thức của rượu là $C_mH_{2m+1}OH$ có số mol là b với m ≥ 1

Theo giả thiết: a(14n + 44) + b(14m + 18) = 26,5 (1)

Theo giả thiết: n_{O2} = 36,96 /22,4 = 1,65 mol; n_{CO2} = 55/44 = 1,25 mol;

n_{NaOH} = 8/40= 0,2 (mol)

$C_nH_{2n-1}COOH + C_mH_{2m+1}OH \xleftrightarrow{H_2SO_4,t^o} C_nH_{2n-1}COOC_mH_{2m+1} + H_2O$

Hỗn Hợp Y gồm: $C_nH_{2n-1}COOC_mH_{2m+1}$; $C_nH_{2n-1}COOH$; $C_mH_{2m+1}OH$

Đốt cháy Y thực chất là đốt cháy hỗn hợp X

$C_nH_{2n-1}COOH$ + (1,5n) O_2 → (n+1) CO_2 + n H_2O

a 1,5an a(n+1) an

$C_mH_{2m+1}OH$ + (1,5 m) O_2 → m CO_2 + (m+1)H_2O

b 1,5bm bm b(m+1)

Ta có hệ: 1,5 an + 1,5bm = 1,65 => an + bm = 1,1 (2)

a(n+1) + bm = 1.25 (3)

Giải 2,3: a = 0,15.

BTKL : $m_{hh} + m_{O2} = m_{CO2} + m_{H2O}$ => m_{H2O} = 24,3g => n_{H2O} = 1,35 mol

an + b(m+1) = 1,35 => b = 0,25

Thay vào 2: 0,15n + 0,25m = 1,1 => 3n + 5m = 22

m	1	2	3
n	loại	4	loại

Vậy axit là: C_4H_7COOH: 0,15 mol; ankol là C_2H_5OH: 0,25 mol

$C_4H_7COOC_2H_5$ +NaOH → C_4H_7COONa + C_2H_5OH

C_4H_7COOH + NaOH → C_4H_7COONa + H_2O

- Theo phương trình: $n_{C_4H_7COONa}$ = $n_{NaOH\ phản\ ứng}$ = $n_{C_4H_7COOH}$ = 0,15 mol

=> n_{NaOH} dư = 0,2 - 0,15 = 0,05 (mol)

$\rightarrow m_{rắn} = m_{muối} + m_{NaOH\ dư} = 0,15 \times 122 + 0,05 \times 40 = 20,3$ gam

Câu 18: (Trích đề thi chuyên Hóa SGD thành phố HCM năm học 2022-2023)

Đun nóng m gam một chất béo X (không lẫn axit béo tự do) với dung dịch KOH vừa đủ cho đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,92 gam glixerol, hỗn hợp Y gồm a gam muối của axit oleic ($C_{17}H_{33}COOH$) và 3,18 gam muối của axit linoleic ($C_{17}H_{31}COOH$).

a) Tính giá trị a.

b) Xác định các công thức cấu tạo của chất béo X.

Hướng dẫn giải

a)

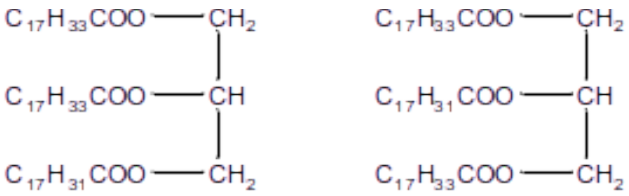
$$(C_{17}H_{33}COO)_xC_3H_5(OOC_{17}H_{31})_{3-x} + 3KOH \rightarrow xC_{17}H_{33}COOK + (3-x)C_{17}H_{31}COOK + C_3H_5(OH)_3$$

$$0,01 \leftarrow 0,03 \leftarrow 0,01x \leftarrow 0,01(3-x) \leftarrow 0,01\ mol$$

$$n_{C_{17}H_{31}COOK} = 0,01(3-x) = \frac{3,18}{318} = 0,01 \Rightarrow x = 2$$

$$a = m_{C_{17}H_{33}COOK} = 0,01.2.320 = 6,4\ (gam)$$

b) Các công thức cấu tạo của chất béo X



Câu 19: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Bình Thuận năm học 2022-2023)

Xà phòng hóa hoàn toàn m gam một chất béo X với dung dịch NaOH vừa đủ thu được a gam muối natri của axit béo đơn chức, mạch hở Y và 36,8 gam glixerol. Mặt khác, đốt cháy hết m gam X trên cần dùng vừa đủ 32,6 mol O_2 và tạo ra 22,0 mol H_2O. Tính a.

Hướng dẫn giải

$$n_{glixerol} = \frac{36,8}{92} = 0,4\ (mol)$$

Gọi công thức của chất béo là $(RCOO)_3C_3H_5$

$(RCOO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + C_3H_5(OH)_3$

0,4 mol 1,2 mol 1,2 mol 0,4 mol

Bảo toàn nguyên tố O:

$$6n_{chất\ béo} + 2n_{O_2} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O}$$

$$6.0,4 + 2.32,6 = 2n_{CO_2} + 22$$

$$\Rightarrow n_{CO_2} = 22,8\ (mol)$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$m_{chất\ béo} + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$$

$$\Rightarrow m_{chất\ béo} = 22,8.44 + 22.18 - 32,6.32 = 356\ (g)$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$m_{chất\ béo} + m_{NaOH} = m_{RCOONa} + m_{glixerol}$$

$$\Rightarrow m_{RCOONa} = 356 + 1,2.40 - 36,8 = \mathbf{367,2\ (g)}$$

Câu 20: (Trích đề thi chuyên Hóa THPT Chuyên Đà Nẵng năm học 2022-2023)

Đốt cháy hòa toàn m gam hỗn hợp E gồm hai este mạch hở X và Y (đều tạo bởi axit cacboxylic và ancol, $M_X < M_Y < 150$) thu được 5,6 lít khí CO_2 (đktc). Cho m gam E tác dụng vừa đủ với dung dịch NaOH, thu

được một ancol Z và 8,45 gam hỗn hợp muối. Cho toàn bộ Z tác dụng với Na dư, thu được 1,4 lit khí H_2 (đktc). Xác định công thức cấu tạo X, Y và tính phần trăm khối lượng Y trong E.

Hướng dẫn giải

Vì $M_X < M_Y < 150 \Rightarrow$ X, Y chỉ có thể là este đơn chức hoặc este hai chức

$n_{H_2} = \frac{1,4}{22,4} = 0,0625\,mol$; $n_{CO_2} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25\,mol$;

Ta có: $n_{COONa} = n_{NaOH} = n_{OH\ của\ rượu} = 2\,n_{H_2} = 0,125$ mol

Mà $n_{CO_2} = ¿\ 2*n_{COONa} \Rightarrow$ Số nguyên tử C trong mỗi este phải gấp đôi số nhóm chức este -COO

Khi thủy phân E thu được 1 ancol và hỗn hợp muối

$\Rightarrow$ CTCT của 2 este là $HCOOCH_3$ a mol; $(COOCH_3)_2$ b mol

Ta có hệ pt: 2a + 4b = 0,25 mol

68a + 134b = 8,45 g

$\Rightarrow$ a = 0,075 mol; b = 0,025 mol

$\%m_{Y\ trong\ E} = \frac{0,025*118}{0,025*118+0,075*60}*100\% = 39,6\%$