

Phần 1: Lý thuyết trọng tâm về Sơ đồ phản ứng

Sơ đồ phản ứng (hay chuỗi phản ứng) là một dãy các phương trình hóa học biểu diễn sự chuyển hóa lần lượt từ chất ban đầu qua các sản phẩm trung gian để đến được sản phẩm cuối cùng. Để giải quyết tốt các bài tập dạng này, học sinh cần nắm vững tính chất hóa học đặc trưng của từng loại hợp chất và mối liên hệ chuyển hóa giữa chúng.

Các hợp chất chứa oxy thường gặp:

- **Ancol:** $R-(OH)_n$
- **Phenol:** C_6H_5OH
- **Andehit:** $R-CHO$
- **Xeton:** $R-CO-R'$
- **Axit cacboxylic:** $R-COOH$
- **Este:** $R-COO-R'$

Phần 2: Sơ đồ chuyển hóa của Ancol

1. Điều chế Ancol

a. Từ Anken (Hiđrat hóa)

Công thức tổng quát: $C_nH_{2n} + H_2O \rightarrow C_nH_{2n+1}OH$ (xúc tác H^+ , t°)

Giải thích: Phản ứng cộng nước vào anken tuân theo quy tắc cộng Markovnikov (H cộng vào C bậc thấp hơn, OH cộng vào C bậc cao hơn).

Ví dụ:

- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (xúc tác H_2SO_4 loãng, t°)
- $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ (sản phẩm chính)

b. Từ Dẫn xuất Halogen

Công thức tổng quát: $\text{R-X} + \text{NaOH} \rightarrow \text{R-OH} + \text{NaX} (t^\circ)$

Giải thích: Phản ứng thủy phân dẫn xuất halogen trong môi trường kiềm, đun nóng.

Ví dụ:

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl} (t^\circ)$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + \text{KBr} (t^\circ)$

c. Phương pháp sinh hóa (Từ Tinh bột/Glucose)

Công thức tổng quát: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$

Giải thích: Tinh bột bị thủy phân thành glucose, sau đó glucose lên men rượu dưới tác dụng của enzyme.

Ví dụ:

- $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (xúc tác H^+ , t°)
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ (men rượu, $30\text{-}35^\circ\text{C}$)

2. Tính chất hóa học và các hướng chuyển hóa

a. Ancol → Anken (Phản ứng tách nước)

Công thức tổng quát: $C_nH_{2n+1}OH \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O$ (xúc tác H_2SO_4 đặc, $170^\circ C$)

Giải thích: Phản ứng tách nước nội phân tử tạo anken. Quy tắc tách Zaitsev: Nhóm OH ưu tiên tách cùng H ở cacbon bậc cao hơn bên cạnh.

Ví dụ:

- $CH_3CH_2OH \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$ (H_2SO_4 đặc, $170^\circ C$)
- $CH_3-CH(OH)-CH_3 \rightarrow CH_2=CH-CH_3 + H_2O$ (H_2SO_4 đặc, $170^\circ C$)

b. Ancol → Ete (Phản ứng tách nước)

Công thức tổng quát: $2R-OH \rightarrow R-O-R + H_2O$ (xúc tác H_2SO_4 đặc, $140^\circ C$)

Giải thích: Phản ứng tách nước liên phân tử tạo ete.

Ví dụ:

- $2C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$ (H_2SO_4 đặc, $140^\circ C$)

c. Ancol → Andehit/Xeton (Phản ứng oxy hóa không hoàn toàn)

Công thức tổng quát:

- **Ancol bậc I:** $R-CH_2OH + CuO \rightarrow R-CHO + Cu + H_2O$ (t°)
- **Ancol bậc II:** $R-CH(OH)-R' + CuO \rightarrow R-CO-R' + Cu + H_2O$ (t°)
- **Ancol bậc III:** Không bị oxy hóa bởi CuO .

Giải thích: Ancol bậc I bị oxy hóa thành andehit. Ancol bậc II bị oxy hóa thành xeton.

Ví dụ:

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ\text{)}$
- $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ\text{)}$

d. Ancol → Este (Phản ứng este hóa)

Xem chi tiết ở Phần 5 và Phần 6.

Phần 3: Sơ đồ chuyển hóa của Phenol

1. Điều chế Phenol (từ Benzen)

Sơ đồ: $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr} \text{ (bột Fe, t}^\circ\text{)}$
2. $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + 2\text{NaOH đặc} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ \text{cao, p cao)}$
3. $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaHCO}_3$

2. Tính chất hóa học và các hướng chuyển hóa

a. Phenol → Muối phenolat

Công thức tổng quát: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$

Giải thích: Phenol có tính axit yếu, tác dụng được với dung dịch kiềm mạnh.

b. Phenol → 2,4,6-tribromphenol (kết tủa trắng)

Công thức tổng quát: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} \downarrow + 3\text{HBr}$

Giải thích: Phản ứng thế vào vòng benzen, dùng để nhận biết phenol.

Phần 4: Sơ đồ chuyển hóa của Andehit - Xeton

1. Điều chế Andehit - Xeton

a. Từ Ancol (Oxy hóa)

Đã trình bày ở Phần 2.

b. Từ Hidrocacbon

Công thức tổng quát:

- $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$ (xúc tác, $600-800^\circ\text{C}$)
- $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CHO}$ (xúc tác $\text{PdCl}_2, \text{CuCl}_2$)
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ (Cumen) $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ (Oxy hóa)

2. Tính chất hóa học và các hướng chuyển hóa

a. Andehit $\rightarrow$ Axit cacboxylic (Phản ứng oxy hóa)

Công thức tổng quát: $\text{R-CHO} + [\text{O}] \rightarrow \text{R-COOH}$

Giải thích: Andehit dễ bị oxy hóa bởi các tác nhân như dung dịch $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$ (thuốc thử Tollens), $\text{Cu}(\text{OH})_2/\text{NaOH}$ (thuốc thử Fehling), dung dịch Br_2 , KMnO_4 .

Ví dụ:

- $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{AgNO}_3 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ (t°)
- $\text{RCHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ (t°)

b. Andehit/Xeton $\rightarrow$ Ancol (Phản ứng khử)

Công thức tổng quát:

- **Anđehit:** $\text{R-CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{R-CH}_2\text{OH}$ (xúc tác Ni, t°)
- **Xeton:** $\text{R-CO-R}' + \text{H}_2 \rightarrow \text{R-CH(OH)-R}'$ (xúc tác Ni, t°)

Giải thích: Anđehit bị khử tạo ra ancol bậc I. Xeton bị khử tạo ra ancol bậc II.

Ví dụ:

- $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (Ni, t°)
- $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ (Ni, t°)

Phần 5: Sơ đồ chuyển hóa của Axit Cacboxylic

1. Điều chế Axit Cacboxylic

a. Từ Ancol bậc I hoặc Anđehit

Sơ đồ: Ancol bậc I $\rightarrow$ Anđehit $\rightarrow$ Axit cacboxylic

Công thức tổng quát: $\text{R-CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{R-COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (men giấm, cho $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

Giải thích: Oxy hóa ancol bậc I hoặc anđehit bằng các chất oxy hóa mạnh (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Ví dụ:

- $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (men giấm)
- $5\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

2. Tính chất hóa học và các hướng chuyển hóa

a. Axit cacboxylic → Este (Phản ứng este hóa)

Công thức tổng quát: $R-COOH + R'-OH \rightleftharpoons R-COO-R' + H_2O$ (xúc tác H_2SO_4 đặc, t°)

Giải thích: Phản ứng thuận nghịch giữa axit cacboxylic và ancol, cần xúc tác H_2SO_4 đặc để hút nước và tăng hiệu suất.

Ví dụ:



b. Axit cacboxylic → Muối + Ancol (Khử bằng $LiAlH_4$)

Công thức tổng quát: $R-COOH + LiAlH_4 \rightarrow R-CH_2OH$

Giải thích: Đây là phản ứng khử mạnh, biến nhóm $-COOH$ thành nhóm $-CH_2OH$.

Ví dụ:



Phần 6: Sơ đồ chuyển hóa của Este

1. Điều chế Este (Phản ứng este hóa)

Đã trình bày ở Phần 5.

2. Tính chất hóa học và các hướng chuyển hóa (Phản ứng thủy phân)

Phản ứng đặc trưng của este là phản ứng thủy phân.

Môi trường	Đặc điểm	Công thức tổng quát	Ví dụ
Axit (H⁺)	Phản ứng thuận nghịch, hiệu suất thấp.	R-COO-R' + H₂O ⇌ R-COOH + R'-OH	CH ₃ COOC ₂ H ₅ + H ₂ O ⇌ CH ₃ COOH + C ₂ H ₅ OH (xúc tác H ⁺ , t°)
Kiểm (OH⁻)	Phản ứng một chiều, còn gọi là phản ứng xà phòng hóa.	R-COO-R' + NaOH → R-COONa + R'-OH	CH ₃ COOC ₂ H ₅ + NaOH → CH ₃ COONa + C ₂ H ₅ OH (t°)

3. Este → Ancol (Khử bằng LiAlH₄)

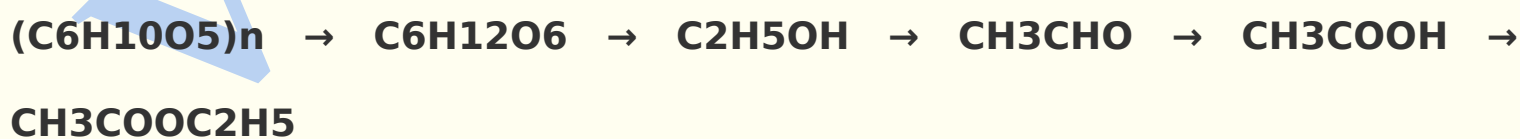
Công thức tổng quát: $\text{R-COO-R}' + \text{LiAlH}_4 \rightarrow \text{R-CH}_2\text{OH} + \text{R}'\text{-OH}$

Giải thích: Phản ứng khử este tạo ra 2 phân tử ancol.

Phần 7: Sơ đồ tổng hợp liên hệ giữa các hợp chất

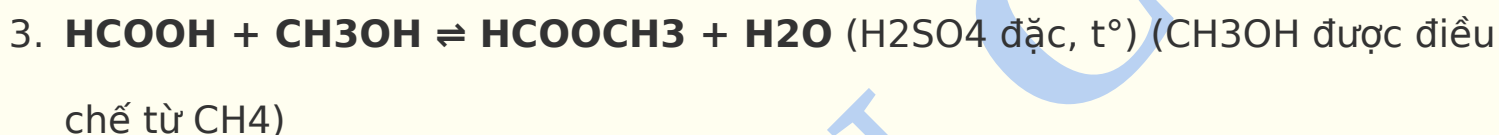
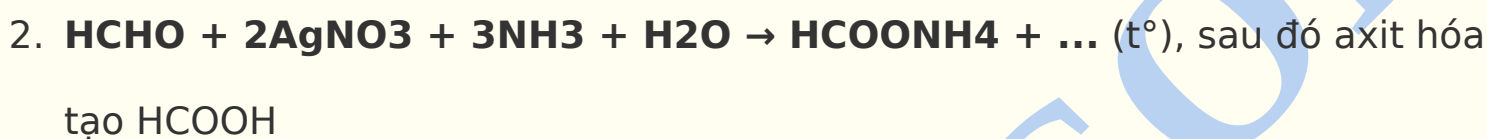
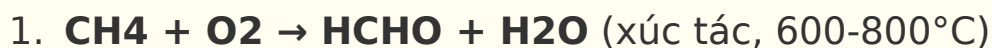
Dưới đây là một số chuỗi phản ứng tổng hợp, thể hiện mối liên hệ mật thiết giữa các hợp chất hữu cơ chứa oxy.

Chuỗi 1: Tinh bột → Etyl axetat





Chuỗi 2: Metan $\rightarrow$ Ancol metylic $\rightarrow$ Metyl fomat



Chuỗi 3: Propen $\rightarrow$ Ancol isopropylic $\rightarrow$ Axeton

