

Tổng hợp phương pháp giải bài tập thủy phân

Este

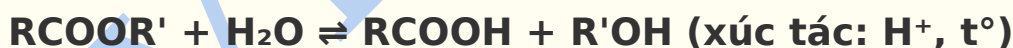
Phản ứng thủy phân là tính chất hóa học đặc trưng và quan trọng nhất của este. Việc nắm vững cơ chế phản ứng trong các môi trường khác nhau và các dạng bài tập liên quan là chìa khóa để chinh phục phần kiến thức này trong chương trình Hóa học 12.

1. Thủy phân Este trong môi trường Axit

a. Khái niệm và đặc điểm

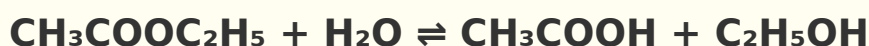
- Phản ứng thủy phân este trong môi trường axit là một **phản ứng thuận nghịch**.
- Xúc tác thường dùng là các axit mạnh như H_2SO_4 loãng.
- Sản phẩm tạo thành là axit cacboxylic và ancol tương ứng.
- Do phản ứng thuận nghịch nên hiệu suất thường không đạt 100%.

b. Phương trình tổng quát



c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Thủy phân etyl axetat trong dung dịch H_2SO_4 loãng, đun nóng.



(Etyl axetat) + (Nước) $\rightleftharpoons$ (Axit axetic) + (Ancol etylic)

2. **Ví dụ 2:** Thủy phân methyl propionat.



(Methyl propionat) + (Nước) $\rightleftharpoons$ (Axit propionic) + (Ancol metylic)

2. Thủy phân Este trong môi trường Kiềm (Phản ứng xà phòng hóa)

a. Khái niệm và đặc điểm

- Phản ứng thủy phân este trong môi trường kiềm (NaOH, KOH...) được gọi là **phản ứng xà phòng hóa**.
- Đây là một **phản ứng một chiều**, không thuận nghịch.
- Sản phẩm tạo thành là muối của axit cacboxylic và ancol.
- Phản ứng xảy ra hoàn toàn (nếu lượng kiềm đủ hoặc dư).

b. Phương trình tổng quát



c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Đun nóng methyl axetat với dung dịch NaOH.



(Methyl axetat) + (Natri hiđroxit) $\rightarrow$ (Natri axetat) + (Ancol metylic)

2. **Ví dụ 2:** Xà phòng hóa etyl benzoat.



(Etyl benzoat) + (Natri hiđroxit) $\rightarrow$ (Natri benzoat) + (Ancol etylic)

d. So sánh thủy phân trong môi trường axit và kiềm

Tiêu chí	Thủy phân trong môi trường Axit	Thủy phân trong môi trường Kiềm
Bản chất	Phản ứng thuận nghịch	Phản ứng một chiều
Xúc tác	H ⁺ (H ₂ SO ₄ loãng, HCl...)	Không cần xúc tác, kiềm là chất tham gia phản ứng
Sản phẩm	Axit cacboxylic và Ancol	Muối của axit cacboxylic và Ancol
Hiệu suất	Thường không hoàn toàn (< 100%)	Hoàn toàn (100%) nếu chất tham gia đủ

3. Các trường hợp thủy phân đặc biệt (trong môi trường kiềm)

Một số este có cấu tạo đặc biệt khi thủy phân sẽ cho ra sản phẩm khác với ancol. Đây là các trường hợp thường gặp trong bài tập nâng cao.

a. Este của Phenol

- **Đặc điểm:** Gốc R' là vòng benzen (C₆H₅- hoặc tương tự).
- **Công thức:**
$$RCOOC_6H_5 + 2NaOH \rightarrow RCOONa + C_6H_5ONa + H_2O$$

- **Giải thích:** Sản phẩm ban đầu là phenol (C_6H_5OH). Do phenol có tính axit yếu nên sẽ tiếp tục phản ứng với $NaOH$ dư tạo ra muối natri phenolat và nước. Vì vậy, tỉ lệ mol phản ứng là 1 este : 2 $NaOH$.

- **Ví dụ:** Thủy phân phenyl axetat.



b. Este của ancol không bền tạo Anđehit

- **Đặc điểm:** Gốc R' có dạng $-CH=CH-R''$.
- **Công thức:** $RCOOCH=CHR'' + NaOH \rightarrow RCOONa + R''CH_2CHO$
- **Giải thích:** Sản phẩm ban đầu là ancol không bền (có nhóm $-OH$ gắn vào cacbon mang nối đôi), ngay lập tức chuyển vị thành anđehit bền hơn.
- **Ví dụ:** Thủy phân vinyl axetat.



c. Este của ancol không bền tạo Xeton

- **Đặc điểm:** Gốc R' có dạng $-C(R'')=CH-R'''$.
- **Công thức:** $RCOOC(R'')=CH_2 + NaOH \rightarrow RCOONa + R'''-CO-CH_3$
- **Giải thích:** Tương tự trường hợp trên, ancol không bền sinh ra sẽ chuyển vị thành xeton.
- **Ví dụ:** Thủy phân isopropenyl axetat.



4. Phương pháp giải các dạng bài tập thủy phân Este

Dạng 1: Bài toán tính toán theo phương trình (khối lượng, hiệu suất)

1. Phương pháp giải:

- **Bước 1:** Viết phương trình hóa học của phản ứng thủy phân.
- **Bước 2:** Tính số mol của các chất đã cho.
- **Bước 3:** Xác định chất phản ứng hết, chất dư (nếu có). Tính toán số mol các chất sản phẩm dựa trên chất phản ứng hết và tỉ lệ mol trong phương trình.
- **Bước 4:** Tính khối lượng hoặc các đại lượng khác theo yêu cầu bài toán. Chú ý đến hiệu suất phản ứng nếu đề bài cho (đặc biệt trong môi trường axit).

2. **Ví dụ:** Đun nóng 8,8 gam etyl axetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) với 200 ml dung dịch NaOH 1M. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, cô cạn dung dịch thu được bao nhiêu gam chất rắn khan?

- **Giải:**
- Số mol etyl axetat: $n_{\text{este}} = 8,8 / 88 = 0,1 \text{ mol}$.
- Số mol NaOH: $n_{\text{NaOH}} = 0,2 \times 1 = 0,2 \text{ mol}$.
- PTHH: $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Tỉ lệ mol: 1 : 1. Ta thấy n_{este} (0,1) n_{NaOH} (0,2), vậy NaOH dư, tính toán theo este.
- Theo PTHH: $n_{\text{CH}_3\text{CO}}$ cho este đơn chức).

- **Bước 2:** Tính số mol este, số mol NaOH (hoặc KOH) và số mol sản phẩm (muối, ancol).
- **Bước 3:** Dựa vào tỉ lệ mol $n_{\text{NaOH}} / n_{\text{este}}$ để xác định loại este:
 - Tỉ lệ 1:1 → Este đơn chức.
 - Tỉ lệ 1:2 → Có thể là este hai chức hoặc este của phenol.
 - Tỉ lệ 1:n → Este đa chức.
- **Bước 4:** Tính khối lượng mol (M) của muối và ancol. Từ đó suy ra các gốc R và R'.
 - $M_{\text{muối}} = R + 44 + 23$ (với NaOH) → R.
 - $M_{\text{ancol}} = R' + 17$ → R'.
- **Bước 5:** Ghép các gốc lại để được công thức cấu tạo đúng của este.

3. **Ví dụ:** Xà phòng hóa hoàn toàn 11,1 gam một este đơn chức X bằng dung dịch NaOH, thu được 9,3 gam muối và một ancol Y. Tìm công thức cấu tạo của X.

- **Giải:**
- PTHH: $\text{RCOOR}' + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{R}'\text{OH}$
- Áp dụng Định luật bảo toàn khối lượng: $m_{\text{este}} + m_{\text{NaOH}} = m_{\text{muối}} + m_{\text{ancol}}$
- Giả sử phản ứng vừa đủ, gọi $n_{\text{este}} = n_{\text{NaOH}} = n_{\text{muối}} = n_{\text{ancol}} = x$ mol.

- $11,1 + 40x = 9,3 + M_{\text{ancol}} \cdot x$
- $M_{\text{muối}} = 9,3 / x = R + 67.$
- $M_{\text{este}} = 11,1 / x = R + R' + 44.$
- $(11,1/x) - (9,3/x) = (R+R'+44) - (R+67) \Rightarrow 1,8/x = R' - 23 \Rightarrow R' = 1,8/x + 23.$
- Biện luận: Thử các gốc axit phổ biến để tìm cặp R và R' phù hợp. Nếu $R=29$ (C_2H_5-), $M_{\text{muối}} = 29 + 67 = 96$. Suy ra $x = 9,3 / 96 = 0,096875$ mol. $M_{\text{este}} = 11,1 / 0,096875 = 114,58$ (Loại).
- Nếu $R=43$ (C_3H_7-), $M_{\text{muối}} = 43 + 67 = 110$. Suy ra $x = 9,3/110$ (số lẻ, loại).
- Nếu $R=15$ (CH_3-), $M_{\text{muối}} = 15 + 67 = 82$. Suy ra $x = 9,3 / 82$ (số lẻ, loại).
- Nếu $R=1$ ($\text{H}-$), $M_{\text{muối}} = 1 + 67 = 68$. Suy ra $x = 9,3 / 68$ (số lẻ, loại).
- Cách khác: Thấy khối lượng muối nhỏ hơn este, gốc R' phải lớn hơn Na (23). R' phải là gốc hidrocarbon.
- $M_{\text{este}} = R+44+R' = 11,1/x$; $M_{\text{muối}} = R+67 = 9,3/x$. Lập tỉ lệ:
 $(R+44+R')/(R+67) = 11,1/9,3. \Rightarrow 9,3R + 9,3R' + 409,2 = 11,1R + 743,7$
 $\Rightarrow 9,3R' - 1,8R = 334,5$. Biện luận cặp R, R' phù hợp. $R=29$ (C_2H_5), $R'=43$ (C_3H_7).
- Vậy este là $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_3\text{H}_7$ (Propyl propionat).