

## I. Đại cương về Ankin

### 1. Khái niệm và dãy đồng đẳng

Ankin là những hidrocacbon không no, mạch hở, trong phân tử có chứa một liên kết ba  $C\equiv C$ .

**Công thức tổng quát:**  $C_nH_{2n-2}$  (với  $n \geq 2$ )

Các ankin đầu tiên trong dãy đồng đẳng tạo thành dãy đồng đẳng của axetilen ( $C_2H_2$ ).

- **Ví dụ 1:** Axetilen ( $C_2H_2$ ), công thức cấu tạo:  $CH\equiv CH$ .
- **Ví dụ 2:** Propin ( $C_3H_4$ ), công thức cấu tạo:  $CH_3-C\equiv CH$ .
- **Ví dụ 3:** But-1-in ( $C_4H_6$ ), công thức cấu tạo:  $CH_3-CH_2-C\equiv CH$ .

### 2. Đặc điểm cấu tạo

Phân tử ankin có một liên kết ba  $C\equiv C$ . Liên kết này được tạo thành từ 1 liên kết sigma ( $\sigma$ ) bền và 2 liên kết pi ( $\pi$ ) kém bền. Chính sự có mặt của 2 liên kết  $\pi$  này quyết định tính chất hóa học đặc trưng của ankin là phản ứng cộng.

Nguyên tử carbon trong liên kết ba ở trạng thái lai hóa  $sp$ , tạo ra cấu trúc thẳng hàng. Ví dụ, phân tử axetilen ( $CH\equiv CH$ ) có cấu trúc thẳng.

## II. Phản ứng cộng - Phản ứng đặc trưng của Ankin

Phản ứng cộng xảy ra bằng cách phá vỡ lần lượt từng liên kết  $\pi$  trong liên kết ba. Do đó, ankin có thể tham gia phản ứng cộng với tỉ lệ 1:1 hoặc 1:2.

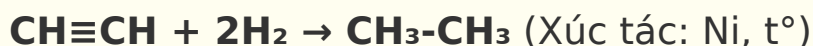
## 1. Phản ứng cộng hidro ( $H_2$ )

### a. Cộng hoàn toàn (xúc tác Ni, Pt, Pd, $t^\circ$ )

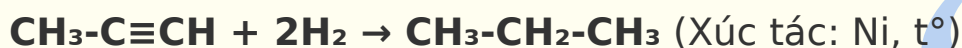
Khi có xúc tác Ni, Pt, Pd và đun nóng, ankin cộng với hidro tạo thành ankan tương ứng.

**Phương trình tổng quát:**  $C_nH_{2n-2} + 2H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$

- **Ví dụ 1:** Axetilen cộng hidro tạo thành etan.



- **Ví dụ 2:** Propin cộng hidro tạo thành propan.



### b. Cộng không hoàn toàn (xúc tác Pd/PbCO<sub>3</sub> hoặc Pd/BaSO<sub>4</sub>, $t^\circ$ )

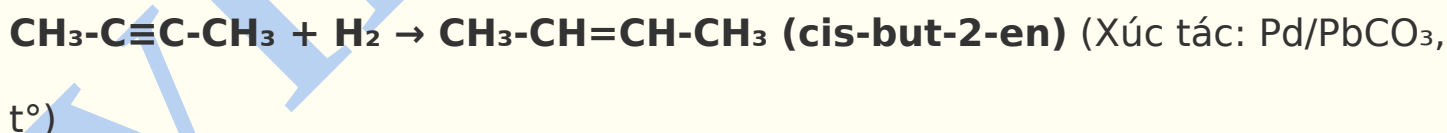
Khi sử dụng xúc tác là hỗn hợp Pd/PbCO<sub>3</sub> hoặc Pd/BaSO<sub>4</sub> (xúc tác Lindlar), ankin chỉ cộng với một phân tử hidro, tạo thành anken.

**Phương trình tổng quát:**  $C_nH_{2n-2} + H_2 \rightarrow C_nH_{2n}$

- **Ví dụ 1:** Axetilen cộng hidro tạo thành etilen.



- **Ví dụ 2:** But-2-in cộng hidro tạo thành cis-but-2-en.



## 2. Phản ứng cộng halogen (Br<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>)

Ankin làm mất màu dung dịch brom, tương tự như anken. Phản ứng có thể xảy ra theo hai giai đoạn.

**Phương trình tổng quát:**  $C_nH_{2n-2} + 2Br_2 \rightarrow C_nH_{2n-2}Br_4$

- **Ví dụ 1:** Axetilen phản ứng với dung dịch brom.

Giai đoạn 1:  $CH\equiv CH + Br_2 \rightarrow CHBr=CHBr$  (1,2-đibrometen)

Giai đoạn 2:  $CHBr=CHBr + Br_2 \rightarrow CHBr_2-CHBr_2$  (1,1,2,2-tetrabrometan)

- **Ví dụ 2:** Propin phản ứng với dung dịch brom.

$CH_3-C\equiv CH + 2Br_2 \rightarrow CH_3-CBr_2-CHBr_2$  (1,1,2,2-tetrabromopropan)

### 3. Phản ứng cộng hiđro halogenua (HX) và axit khác

#### a. Cộng HX (HCl, HBr, HI)

Phản ứng tuân theo quy tắc Markovnikov: Nguyên tử H ưu tiên cộng vào nguyên tử carbon của liên kết ba có nhiều hiđro hơn, còn nguyên tử X cộng vào nguyên tử carbon có ít hiđro hơn.

- **Ví dụ 1:** Axetilen cộng HCl tạo vinyl clorua (nguyên liệu sản xuất nhựa PVC).

$CH\equiv CH + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$  (vinyl clorua) (Xúc tác:  $HgCl_2$ , 150-200°C)

- **Ví dụ 2:** Propin cộng HBr.

Giai đoạn 1:  $CH_3-C\equiv CH + HBr \rightarrow CH_3-CBr=CH_2$  (2-brompropen - sản phẩm chính)

Giai đoạn 2:  $CH_3-CBr=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CBr_2-CH_3$  (2,2-đibromopropan - sản phẩm chính)

#### b. Cộng nước (Phản ứng hidrat hóa)

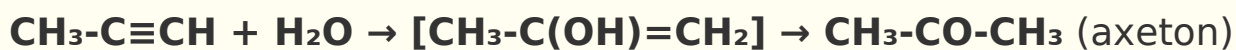
Phản ứng cần xúc tác  $HgSO_4$  trong môi trường  $H_2SO_4$  loãng. Sản phẩm ban đầu là một ancol không bền (enol), sau đó chuyển vị thành andehit hoặc xeton bền hơn.

- **Với axetilen:** Tạo ra anđehit axetic.



- **Với các ankin khác:** Tạo ra xeton.

**Ví dụ:** Propin cộng nước tạo ra axeton.



### III. Phản ứng thế bởi ion kim loại

Đây là phản ứng đặc trưng để nhận biết các ankin có liên kết ba ở đầu mạch (còn gọi là alk-1-yne).

#### 1. Tính chất đặc trưng của Alk-1-yne

Nguyên tử hydro liên kết trực tiếp với nguyên tử carbon của liên kết ba ( $\text{H-C}\equiv$ ) có tính linh động cao hơn so với các nguyên tử hydro khác. Do đó, nó có thể bị thay thế bởi các ion kim loại như  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^+$ .

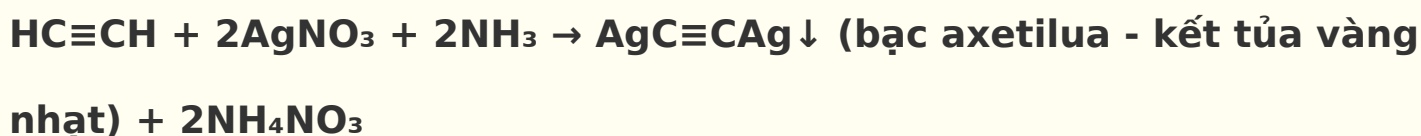
**Công thức cấu tạo của alk-1-yne:**  $\text{R-C}\equiv\text{CH}$  (với R là H hoặc gốc hidrocacbon)

#### 2. Phản ứng với dung dịch Bạc Nitrat trong Amoniac ( $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$ )

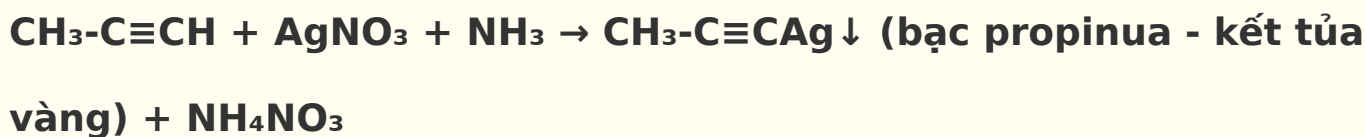
Các alk-1-yne phản ứng với dung dịch  $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$  tạo ra kết tủa màu vàng nhạt là muối bạc axetilua.



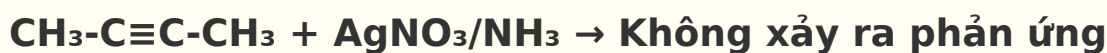
- **Ví dụ 1:** Axetilen có hai nguyên tử H linh động nên phản ứng với tỉ lệ 1:2.



- **Ví dụ 2:** Propin chỉ có một nguyên tử H linh động.



- **Ví dụ 3:** But-2-in không có nguyên tử H linh động nên không có phản ứng này.



### 3. Ứng dụng của phản ứng

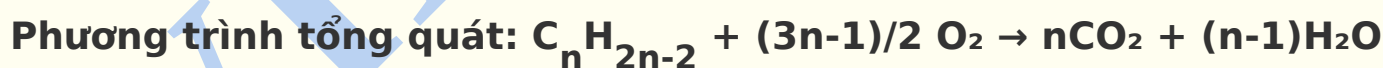
- Dùng để nhận biết các ankin có liên kết ba ở đầu mạch (alk-1-yne).
- Dùng để tách và tinh chế các alk-1-yne ra khỏi hỗn hợp với các hidrocarbon khác (ankan, anken, ankin không có liên kết ba đầu mạch). Sau khi tạo kết tủa, lọc lấy kết tủa rồi cho tác dụng với axit mạnh (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) để tái tạo lại ankin ban đầu.

## IV. Một số phản ứng quan trọng khác

### 1. Phản ứng Oxi hóa

#### a. Oxi hóa hoàn toàn (Phản ứng cháy)

Ankin cháy trong không khí tạo ra CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O, tỏa nhiều nhiệt.



Nhận xét: Khi đốt cháy ankin, luôn có  $n_{\text{CO}_2} > n_{\text{H}_2\text{O}}$  và  $n_{\text{ankin}} = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2\text{O}}$ .

#### b. Oxi hóa không hoàn toàn

Ankin cũng làm mất màu dung dịch thuốc tím (KMnO<sub>4</sub>) ở điều kiện thường. Phản ứng này được dùng để nhận biết ankin.

Ví dụ:  $3\text{C}_2\text{H}_2 + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3(\text{COOK})_2 + 8\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$

## 2. Phản ứng Đime hóa và Trime hóa (Phản ứng đóng vòng)

### a. Đime hóa

Dưới tác dụng của xúc tác, hai phân tử axetilen cộng hợp với nhau tạo thành vinylaxetilen.

$2\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (**vinylaxetilen**) (Xúc tác:  $\text{CuCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $t^\circ$ )

### b. Trime hóa

Khi cho axetilen đi qua than hoạt tính ở nhiệt độ cao ( $600^\circ\text{C}$ ), ba phân tử axetilen cộng hợp với nhau tạo thành benzen.

$3\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$  (**benzen**) (Xúc tác:  $\text{C}$ ,  $600^\circ\text{C}$ )