

Chuyên đề Anken: Quy tắc Maccôpnhicôp và Phản ứng Trùng hợp

Anken là những hiđrocacbon không no, mạch hở, có công thức chung là **C_nH_{2n}** (**$n \geq 2$**) và trong phân tử chứa một liên kết đôi C=C. Liên kết đôi này chính là trung tâm phản ứng, quyết định các tính chất hóa học đặc trưng của anken, trong đó nổi bật là phản ứng cộng và phản ứng trùng hợp.

I. Phản ứng cộng và Quy tắc Maccôpnhicôp

Phản ứng cộng là phản ứng đặc trưng nhất của anken, trong đó các nguyên tử của tác nhân phản ứng được cộng vào hai nguyên tử cacbon của liên kết đôi, làm cho liên kết đôi (gồm 1 liên kết σ và 1 liên kết π) chuyển thành liên kết đơn (liên kết σ bền vững).

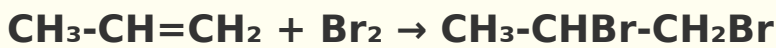
1. Phản ứng cộng với tác nhân đối xứng (H_2 , Br_2 , Cl_2)

Tác nhân đối xứng là các phân tử có hai phần giống hệt nhau, ví dụ H-H, Br-Br. Khi cộng vào anken, mỗi nguyên tử của tác nhân sẽ cộng vào một cacbon của liên kết đôi.

- **Giải thích:** Phản ứng phá vỡ liên kết π kém bền trong nối đôi C=C và hình thành hai liên kết σ mới.
- **Ví dụ 1:** Etilen cộng hiđro (phản ứng hiđro hóa) tạo etan.



- **Ví dụ 2:** Propen cộng brom (phản ứng brom hóa) tạo 1,2-đibrompropan.
Phản ứng này dùng để nhận biết anken vì làm mất màu dung dịch brom.



2. Phản ứng cộng với tác nhân bất đối xứng (HX, H₂O) và Quy tắc Maccôpnhicôp

Tác nhân bất đối xứng là các phân tử có hai phần khác nhau, ví dụ H-Cl, H-OH. Khi cộng vào một anken đối xứng (ví dụ etilen), sản phẩm thu được là duy nhất. Tuy nhiên, khi cộng vào anken bất đối xứng (ví dụ propen), phản ứng có thể tạo ra hai sản phẩm khác nhau.

a. Phát biểu quy tắc Maccôpnhicôp (Markovnikov)

Quy tắc này giúp dự đoán sản phẩm chính trong phản ứng cộng tác nhân bất đối xứng vào anken bất đối xứng.

Trong phản ứng cộng HX vào liên kết đôi, nguyên tử H (phần mang điện dương) ưu tiên cộng vào nguyên tử cacbon bậc thấp hơn (có nhiều hiđro hơn), còn nguyên tử X (phần mang điện âm) sẽ cộng vào nguyên tử cacbon bậc cao hơn (có ít hiđro hơn).

Mẹo ghi nhớ: "Giàu lại càng giàu" - Cacbon có nhiều H sẽ nhận thêm H.

b. Giải thích cơ chế

Quy tắc Maccôpnhicôp được giải thích dựa trên độ bền của cacbocation trung gian. Phản ứng xảy ra qua hai giai đoạn:

1. Ion H⁺ tấn công vào liên kết đôi, tạo ra cacbocation trung gian.

2. Ion X^- tấn công vào cacbocation để tạo thành sản phẩm.

Cacbocation bậc cao (bậc II, bậc III) bền hơn cacbocation bậc thấp (bậc I), do đó sản phẩm tạo thành từ cacbocation bền hơn sẽ là sản phẩm chính.

Ví dụ với propen: **$CH_3-CH=CH_2$**

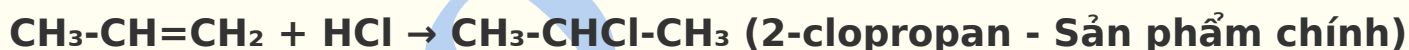
- **Hướng 1 (tạo cacbocation bậc II - bền hơn):** H^+ cộng vào CH_2 , tạo ra **$CH_3-C^+H-CH_3$** . Đây là hướng ưu tiên.
- **Hướng 2 (tạo cacbocation bậc I - kém bền):** H^+ cộng vào CH , tạo ra **$CH_3-CH_2-C^+H_2$** .

Do đó, sản phẩm chính hình thành theo hướng 1.

c. Ví dụ áp dụng

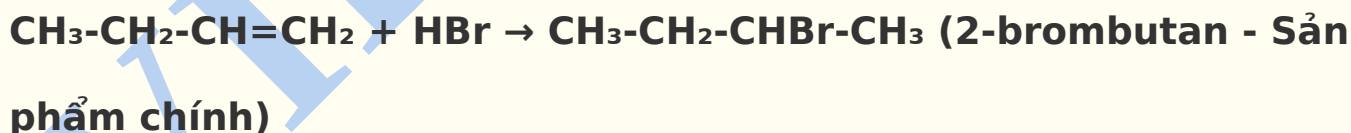
- **Ví dụ 1:** Propen cộng HCl

Nguyên tử H sẽ cộng vào nhóm CH_2 (nhiều H hơn), và Cl sẽ cộng vào nhóm CH (ít H hơn).



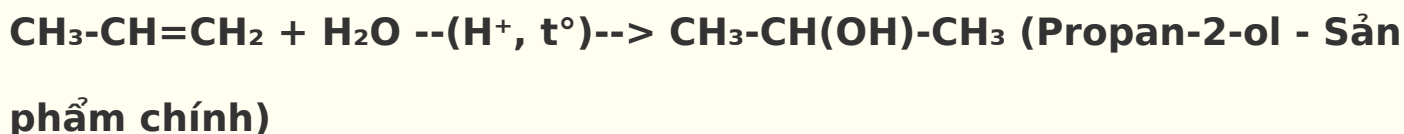
Sản phẩm phụ (tỉ lệ rất thấp) là 1-clopropan ($CH_3-CH_2-CH_2Cl$).

- **Ví dụ 2:** But-1-en cộng HBr



- **Ví dụ 3:** Propen cộng nước (trong môi trường axit)

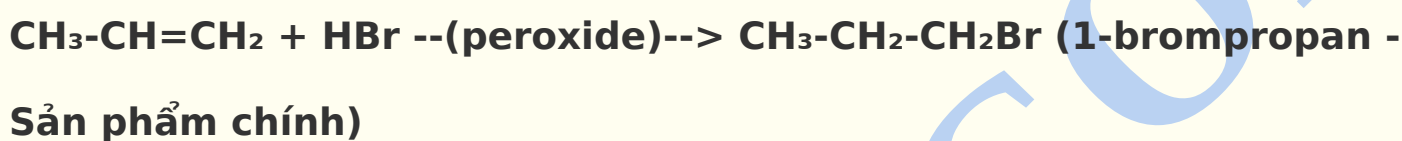
Tác nhân là $H-OH$. Nguyên tử H cộng vào CH_2 , nhóm $-OH$ cộng vào CH.



d. Trường hợp ngoại lệ: Hiệu ứng Peroxide (Phản ứng trái quy tắc Maccôpnhicôp)

Khi phản ứng cộng HBr vào anken có sự hiện diện của peroxide (như H_2O_2), quy tắc sẽ bị đảo ngược. Phản ứng diễn ra theo cơ chế gốc tự do.

- **Quy tắc:** Nguyên tử H sẽ cộng vào cacbon bậc cao hơn (ít H hơn), và Br sẽ cộng vào cacbon bậc thấp hơn (nhiều H hơn).
- **Lưu ý:** Hiệu ứng này chỉ xảy ra rõ rệt với HBr, không áp dụng cho HCl, HI.
- **Ví dụ:** Propen cộng HBr với sự có mặt của peroxide.



II. Phản ứng Trùng hợp

Đây là quá trình kết hợp liên tiếp nhiều phân tử nhỏ (monome) giống nhau hoặc tương tự nhau để tạo thành những phân tử rất lớn (polime).

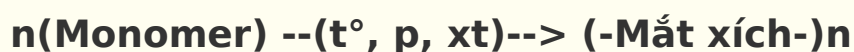
1. Định nghĩa và các thuật ngữ

- **Monomer:** Là phân tử nhỏ ban đầu tham gia phản ứng (ví dụ: etilen, propilen). Điều kiện cần là monome phải có liên kết đôi hoặc vòng kém bền.
- **Polime:** Là sản phẩm có phân tử khối rất lớn, được tạo thành từ nhiều monome.
- **Mắt xích (Repeating unit):** Là phần lặp đi lặp lại trong cấu trúc của polime, có nguồn gốc từ monome.
- **Hệ số trùng hợp (n):** Là số lượng mắt xích trong một phân tử polime.

2. Cơ chế phản ứng

Dưới tác dụng của nhiệt độ, áp suất và chất xúc tác thích hợp, liên kết π kém bền trong liên kết đôi $C=C$ của các monome bị bẻ gãy, tạo ra các gốc tự do hoặc các trung tâm hoạt động. Các trung tâm này kết hợp với nhau tạo thành một chuỗi polime dài.

Phương trình tổng quát:



3. Các ví dụ điển hình

a. Trùng hợp etilen (ethene)

- **Monomer:** Etilen ($CH_2=CH_2$)
- **Phản ứng:** Nhiều phân tử etilen kết hợp với nhau.
- **Phương trình:**
$$nCH_2=CH_2 \xrightarrow{(t^\circ, p, xt)} (-CH_2-CH_2-)_n$$
- **Sản phẩm:** Polietilen (viết tắt: PE).
- **Ứng dụng:** PE là loại nhựa dẻo, được dùng làm màng bọc thực phẩm, túi nilon, chai lọ, đồ dùng gia đình.

b. Trùng hợp propilen (propene)

- **Monomer:** Propilen ($CH_2=CH(CH_3)$)
- **Phản ứng:** Các phân tử propilen liên kết với nhau.
- **Phương trình:**
$$nCH_2=CH(CH_3) \xrightarrow{(t^\circ, p, xt)} [-CH_2-CH(CH_3)-]_n$$

- **Sản phẩm:** Polipropilen (viết tắt: PP).
- **Ứng dụng:** PP có tính bền cơ học cao, dùng để sản xuất bao bì, thùng chứa, đồ gia dụng, sợi dệt thảm, phụ tùng ô tô.

c. Trùng hợp vinyl clorua

- **Monomer:** Vinyl clorua ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)
- **Phản ứng:** Các phân tử vinyl clorua liên kết với nhau.
- **Phương trình:**
$$n\text{CH}_2=\text{CHCl} \xrightarrow{(t^\circ, p, xt)} [-\text{CH}_2-\text{CHCl}-]_n$$
- **Sản phẩm:** Poli(vinyl clorua) (viết tắt: PVC).
- **Ứng dụng:** PVC là chất rắn vô định hình, cách điện tốt, bền với axit, được dùng làm ống dẫn nước, vật liệu cách điện, da giả, màng che.

Bảng so sánh hai loại phản ứng chính của Anken

Tiêu chí	Phản ứng cộng	Phản ứng trùng hợp
Bản chất	Phá vỡ liên kết π , cộng thêm một phân tử nhỏ (H_2 , Br_2 , $HX...$).	Phá vỡ liên kết π , kết hợp nhiều phân tử monome lại với nhau.
Sản phẩm	Tạo ra một phân tử lớn hơn duy nhất (hợp chất no).	Tạo ra một phân tử khổng lồ (polime) có các mắt xích lặp lại.
Thay đổi liên kết	Liên kết đôi $C=C \rightarrow$ Liên kết đơn $C-C$.	Liên kết đôi $C=C \rightarrow$ Liên kết đơn $C-C$ trong mạch chính của polime.
Ví dụ	$CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br-CH_2Br$	$nCH_2=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)n$