

Tổng hợp kiến thức Polyme và Vật liệu Polyme

I. Đại cương về Polyme

1. Khái niệm

- **Polime:** Là những hợp chất có phân tử khối rất lớn do nhiều đơn vị nhỏ (gọi là mắt xích) liên kết với nhau.
- **Mắt xích:** Là đơn vị lặp đi lặp lại trong chuỗi polime.
- **Monome:** Là những phân tử nhỏ, phản ứng với nhau tạo thành polime.
- **Hệ số polime hóa (n):** Là số lượng mắt xích trong một phân tử polime.

Ví dụ: Polietilen (PE) được tạo từ các monome etilen.

Phản ứng: $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

- Monome: etilen ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)
- Mắt xích: $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
- Polime: Polietilen $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

2. Phân loại Polyme

Có nhiều cách phân loại polyme:

Cách phân loại	Loại	Đặc điểm và Ví dụ
Theo nguồn gốc	Polime thiên nhiên	Có sẵn trong tự nhiên. <i>Ví dụ:</i> Tinh bột, xenlulozơ, cao su thiên nhiên, tơ tằm.
	Polime tổng hợp	Do con người tổng hợp từ các monome. <i>Ví dụ:</i> PE, PVC, nilon-6,6.
	Polime bán tổng hợp (nhân tạo)	Chế hóa một phần từ polime thiên nhiên. <i>Ví dụ:</i> Tơ visco, tơ axetat (chế hóa từ xenlulozơ).
Theo cách tổng hợp	Polime trùng hợp	Tạo thành từ phản ứng trùng hợp. <i>Ví dụ:</i> PE, PVC, cao su buna.
	Polime trùng ngưng	Tạo thành từ phản ứng trùng ngưng. <i>Ví dụ:</i> Nilon-6,6, tơ lapsan.
Theo cấu trúc mạch	Mạch không phân nhánh	Các mắt xích nối với nhau tạo thành mạch thẳng. <i>Ví dụ:</i> PE, PVC, xenlulozơ.

Cách phân loại	Loại	Đặc điểm và Ví dụ
Mạch phân nhánh	Ngoài mạch chính còn có các mạch nhánh. <i>Ví dụ:</i> Amilopectin (của tinh bột), glicogen.	
Mạch không gian (mạng lưới)	Các mạch polime nối với nhau bằng các liên kết ngang. <i>Ví dụ:</i> Cao su lưu hóa, nhựa bakelit.	

3. Danh pháp

- **Tên thông thường:** Một số polime có tên thông thường. Ví dụ: tơ tằm, bông.
- **Tên theo monome:** Tên của polime thường được đặt bằng cách ghép tiền tố "poli" trước tên của monome tương ứng.

Công thức: Poli + (tên monome)

Ví dụ:

- Monome etilen ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) → Polime **polietilen**.
- Monome vinyl clorua ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) → Polime **poli(vinyl clorua)**. (Nếu tên monome gồm hai từ trở lên hoặc có chữ số, cần đặt trong dấu ngoặc đơn).

- Monome buta-1,3-đien → Polime **polibuta-1,3-đien**.

4. Tính chất vật lí

- Hầu hết là chất rắn, không bay hơi, không có nhiệt độ nóng chảy xác định mà nóng chảy ở một khoảng nhiệt độ khá rộng.
- Khi nóng chảy, đa số cho chất lỏng nhớt, để nguội sẽ rắn lại (gọi là chất nhiệt dẻo). Một số không nóng chảy mà bị phân hủy (chất nhiệt rắn).
- Đa số không tan trong các dung môi thông thường, một số tan được trong dung môi thích hợp tạo dung dịch nhớt (ví dụ: cao su tan trong benzen).
- Nhiều polime có tính dẻo (PE, PP), tính đàn hồi (cao su), có thể kéo thành sợi dai, bền (nilon, tơ capron), có tính cách điện, cách nhiệt (PE, PVC), hoặc trong suốt (thủy tinh hữu cơ).

5. Tính chất hóa học

Polime có thể tham gia ba loại phản ứng chính:

a. Phản ứng giữ nguyên mạch polime

Là phản ứng xảy ra ở các nhóm chức trong mắt xích nhưng không làm thay đổi mạch polime.

Ví dụ 1: Phản ứng của poli(vinyl axetat) với dung dịch NaOH tạo ra poli(vinyl ancol).

Công thức: $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OCOCH}_3)-)_n + n\text{NaOH} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-)_n + n\text{CH}_3\text{COONa}$

Ví dụ 2: Phản ứng cl hóa PVC.

Công thức: $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n + n\text{Cl}_2 \rightarrow (-\text{CHCl}-\text{CHCl}-)_n + n\text{HCl}$

b. Phản ứng phân cắt mạch polime (depolime hóa)

Là phản ứng làm giảm độ dài mạch polime. Có thể xảy ra do nhiệt hoặc xúc tác axit/bazơ.

Ví dụ 1: Thủy phân tinh bột hoặc xenlulozơ trong môi trường axit.

Công thức: $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glucozơ)

Ví dụ 2: Depolime hóa poli(metyl metacrylat) ở nhiệt độ cao.

Công thức: $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-)_n \rightarrow n\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$

c. Phản ứng khâu mạch polime

Là phản ứng nối các mạch polime với nhau tạo thành mạng không gian, làm thay đổi tính chất của polime (trở nên bền, dai, chịu nhiệt tốt hơn).

Ví dụ: Phản ứng lưu hóa cao su. Thêm lưu huỳnh vào cao su và đun nóng, các cầu nối disunfua ($-\text{S}-\text{S}-$) được hình thành, nối các mạch polime lại với nhau.

Công thức: Các mạch polisopren được nối với nhau bằng cầu nối $-\text{S}-\text{S}-$.

6. Điều chế

a. Phản ứng trùng hợp

- **Định nghĩa:** Là quá trình kết hợp nhiều phân tử nhỏ (monome) giống nhau hoặc tương tự nhau thành phân tử rất lớn (polime).
- **Điều kiện của monome:** Phải có liên kết bội ($\text{C}=\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{C}$) hoặc là vòng kém bền có thể mở ra.

Ví dụ 1: Trùng hợp etilen tạo polietilen (PE).

Công thức: $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{(t^\circ, p, xt)} (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

Ví dụ 2: Trùng hợp vinyl clorua tạo poli(vinyl clorua) (PVC).

Công thức: $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \xrightarrow{(t^\circ, p, xt)} (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$

b. Phản ứng trùng ngưng

- **Định nghĩa:** Là quá trình kết hợp nhiều phân tử nhỏ (monome) thành phân tử lớn (polime), đồng thời giải phóng những phân tử nhỏ khác (thường là H_2O).
- **Điều kiện của monome:** Phải có ít nhất hai nhóm chức có khả năng phản ứng với nhau.

Ví dụ 1: Trùng ngưng axit ω -aminoenantoic tạo nylon-7.

Công thức: $n\text{H}_2\text{N}-[\text{CH}_2]_6-\text{COOH} \xrightarrow{(t^\circ)} (-\text{HN}-[\text{CH}_2]_6-\text{CO}-)_n + n\text{H}_2\text{O}$

Ví dụ 2: Đồng trùng ngưng hexametylenđiamin và axit adipic tạo nylon-6,6.

Công thức: $n\text{H}_2\text{N}-[\text{CH}_2]_6-\text{NH}_2 + n\text{HOOC}-[\text{CH}_2]_4-\text{COOH} \xrightarrow{(t^\circ)} (-\text{HN}-[\text{CH}_2]_6-\text{NH}-\text{CO}-[\text{CH}_2]_4-\text{CO}-)_n + 2n\text{H}_2\text{O}$

II. Vật liệu Polyme

1. Chất dẻo

- **Khái niệm:** Là những vật liệu polime có tính dẻo. Tính dẻo là khả năng bị biến dạng khi chịu tác dụng của nhiệt, áp lực bên ngoài và vẫn giữ nguyên sự biến dạng đó khi thôi tác dụng.

- **Thành phần:** Gồm polime (thành phần chính), chất hóa dẻo, chất độn, chất phụ gia...
- **Phân loại:**
 - **Chất nhiệt dẻo:** Hóa mềm khi đun nóng, hóa rắn khi làm nguội. Ví dụ: PE, PVC, PS.
 - **Chất nhiệt rắn:** Không nóng chảy lại sau khi đã được tạo hình. Ví dụ: Nhựa bakelit, ure-fomandehit.

Một số polime dùng làm chất dẻo

1. Polietilen (PE):

- **Công thức:** $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
- **Tính chất:** Chất dẻo mềm, trong, cách điện tốt, bền hóa học.
- **Ứng dụng:** Làm màng mỏng, túi nilon, chai lọ, đồ dùng gia đình, ống dẫn nước.

2. Poli(vinyl clorua) (PVC):

- **Công thức:** $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$
- **Tính chất:** Chất rắn vô định hình, cách điện tốt, bền với axit. PVC cứng khi không có chất hóa dẻo, mềm khi có chất hóa dẻo.
- **Ứng dụng:** Làm ống nước, da giả, vải che mưa, vật liệu cách điện, màng bọc thực phẩm.

3. Poli(metyl metacrylat) - Thủy tinh hữu cơ (Plexiglas):

- **Công thức:** $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-)_n$
- **Tính chất:** Rắn, trong suốt, cho ánh sáng truyền qua tốt, bền, khó vỡ.
- **Ứng dụng:** Làm kính máy bay, ô tô, kính bảo hiểm, răng giả, đồ trang trí.

4. Poli(phenol-fomandehit) (PPF) - Nhựa bakelit:

- **Công thức:** Có cấu trúc mạng không gian.
- **Tính chất:** Chất nhiệt rắn, cách điện tốt, chịu nhiệt, bền.
- **Ứng dụng:** Làm vỏ các thiết bị điện, dụng cụ nhà bếp (tay cầm xoong, chảo), sơn cách điện.

2. Tơ

- **Khái niệm:** Là những vật liệu polime hình sợi dài và mảnh với độ bền nhất định.
- **Đặc điểm cấu tạo:** Phân tử polime không phân nhánh, sắp xếp song song dọc theo trục sợi.

Phân loại tơ

- **Tơ thiên nhiên:** Có sẵn trong tự nhiên. Ví dụ: bông, len, tơ tằm.
- **Tơ hóa học:**
 - **Tơ tổng hợp:** Chế tạo từ các polime tổng hợp. Ví dụ: tơ nilon, tơ lapsan, tơ nitron.
 - **Tơ bán tổng hợp (tơ nhân tạo):** Xuất phát từ polime thiên nhiên nhưng được chế biến thêm bằng phương pháp hóa học. Ví dụ: tơ visco, tơ axetat

(từ xenlulozơ).

Một số loại tơ tổng hợp thường gặp

1. Tơ nilon-6,6 (Tơ poliamit):

- **Điều chế:** Trùng ngưng hexametylenđiamin và axit adipic.
- **Công thức mắt xích:** $(-\text{HN}-[\text{CH}_2]_6-\text{NH}-\text{CO}-[\text{CH}_2]_4-\text{CO}-)_n$
- **Tính chất:** Dai, bền, mềm mại, óng mượt, ít thấm nước, giặt mau khô nhưng kém bền với nhiệt, axit, kiềm.
- **Ứng dụng:** Dệt vải may mặc, vải lót sầm lốp xe, dệt bít tất, dây cước câu cá, dây dù.

2. Tơ lapsan (Tơ polieste):

- **Điều chế:** Trùng ngưng axit terephthalic và etylen glicol.
- **Công thức mắt xích:** $(-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$
- **Tính chất:** Rất bền về cơ học, bền với nhiệt, axit, kiềm hơn nilon.
- **Ứng dụng:** Dệt vải may mặc, thường được pha với cotton hoặc len để tăng độ bền và giảm nếp nhăn.

3. Tơ nitron (hay olon):

- **Điều chế:** Trùng hợp vinyl xianua (acrilonitrin).
- **Công thức mắt xích:** $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-)_n$
- **Tính chất:** Dai, bền với nhiệt, giữ nhiệt tốt.
- **Ứng dụng:** Làm sợi len đan áo rét, dệt thảm.

3. Cao su

- **Khái niệm:** Là vật liệu polime có tính đàn hồi. Tính đàn hồi là khả năng bị biến dạng khi chịu lực tác dụng và trở lại dạng ban đầu khi lực đó thôi tác dụng.

Phân loại cao su

- **Cao su thiên nhiên:** Lấy từ mủ cây cao su.
- **Cao su tổng hợp:** Được sản xuất từ các monome bằng phản ứng trùng hợp.

a. Cao su thiên nhiên

- **Cấu trúc:** Là polime của isopren ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$) ở dạng đồng phân cis.
- **Công thức:** $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
- **Tính chất:** Có tính đàn hồi cao, không dẫn điện và nhiệt, không thấm nước và khí, nhưng kém bền với dầu mỡ và các dung môi hữu cơ.
- **Lưu hóa cao su:** Đun nóng cao su với lưu huỳnh (2-3%) ở 150°C để tạo ra các cầu nối disulfua, làm tăng độ đàn hồi, độ bền, khả năng chịu nhiệt và khó tan trong dung môi.

b. Cao su tổng hợp

Là sản phẩm trùng hợp hoặc đồng trùng hợp các monome.

1. Cao su Buna:

- **Điều chế:** Trùng hợp buta-1,3-đien ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) có mặt Na.
- **Tính chất:** Tính đàn hồi và độ bền kém cao su thiên nhiên.

- **Ứng dụng:** Sản xuất xăm lốp xe.

2. Cao su Buna-S:

- **Điều chế:** Đồng trùng hợp buta-1,3-đien và stiren ($C_6H_5CH=CH_2$).
- **Tính chất:** Có tính đàn hồi cao hơn cao su buna, gần bằng cao su thiên nhiên.
- **Ứng dụng:** Sản xuất lốp xe chất lượng cao.

3. Cao su Buna-N:

- **Điều chế:** Đồng trùng hợp buta-1,3-đien và acrylonitrin ($CH_2=CH-CN$).
- **Tính chất:** Có khả năng chống dầu mỡ rất tốt.
- **Ứng dụng:** Làm ống dẫn xăng dầu, các chi tiết kỹ thuật cần chịu dầu.