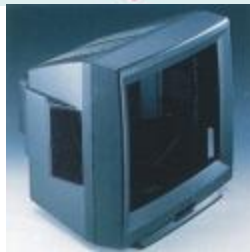




CƠ SỞ KHOA HỌC VẬT LIỆU

Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

POLYME



A POLYME

- thiên nhiên: cao su thiên nhiên, xenlulo.

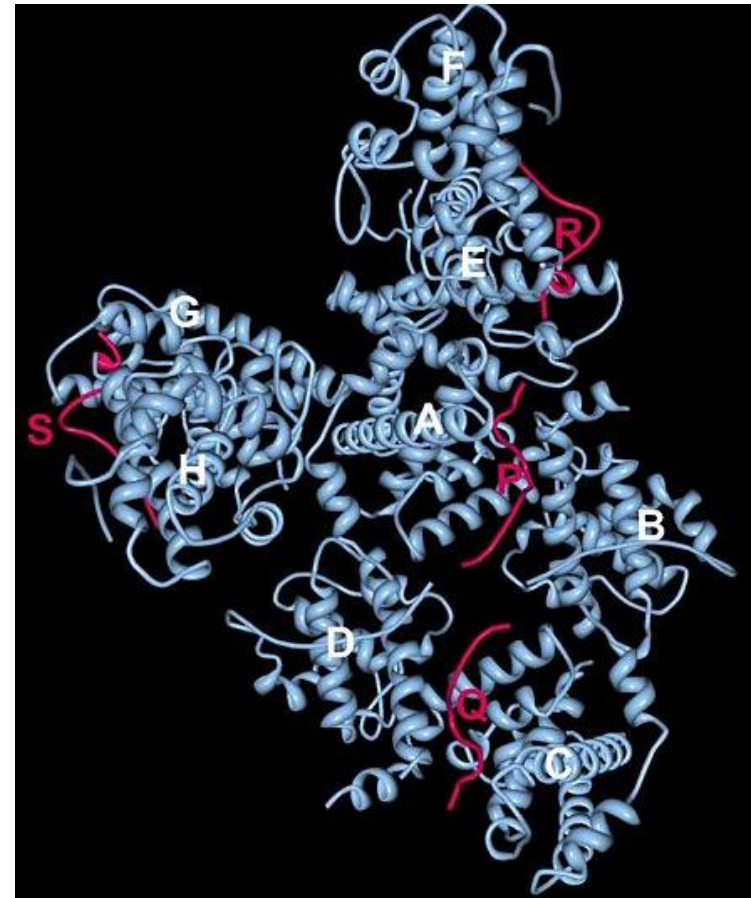
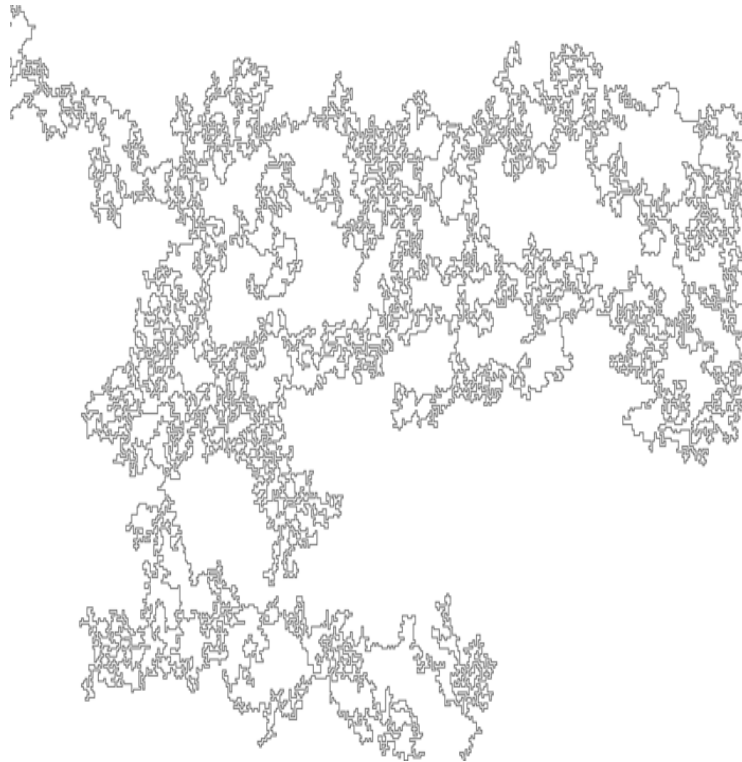




A POLYME

- o: xenlulo acetat, xenlulo nitrat.
- p: polyetylen, polypropylen, polystyren, polyvinylclorua ...

POLYME



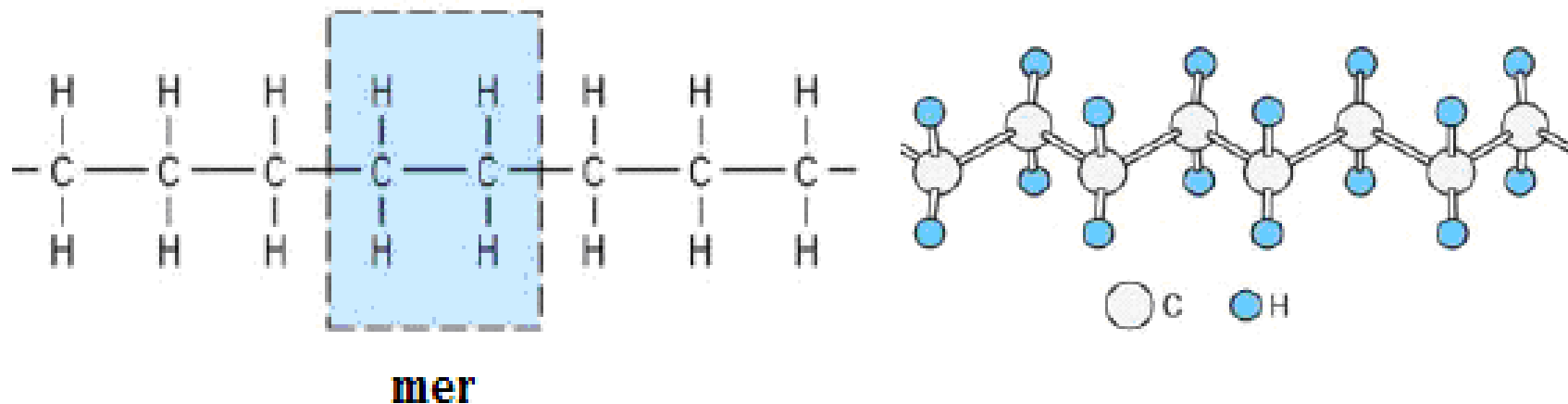
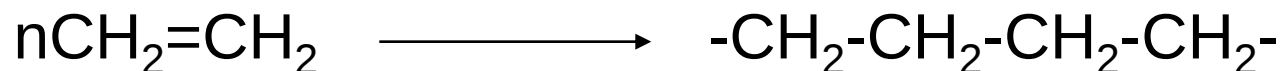
Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

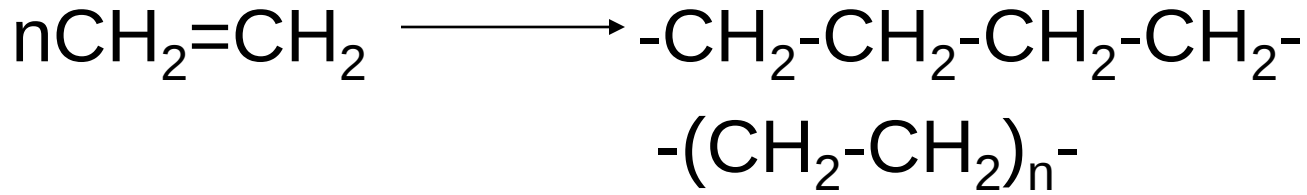
5.1 Khái niệm, định nghĩa

Định nghĩa polyme:

- Polyme là những chất có trọng lượng phân tử lớn và chứa những nguyên tử hoặc nhóm nguyên tử lặp đi lặp lại.

Ví dụ polyetylen:





- Số lượng mắt xích cơ sở có trong một phân tử gọi là độ trùng hợp n.

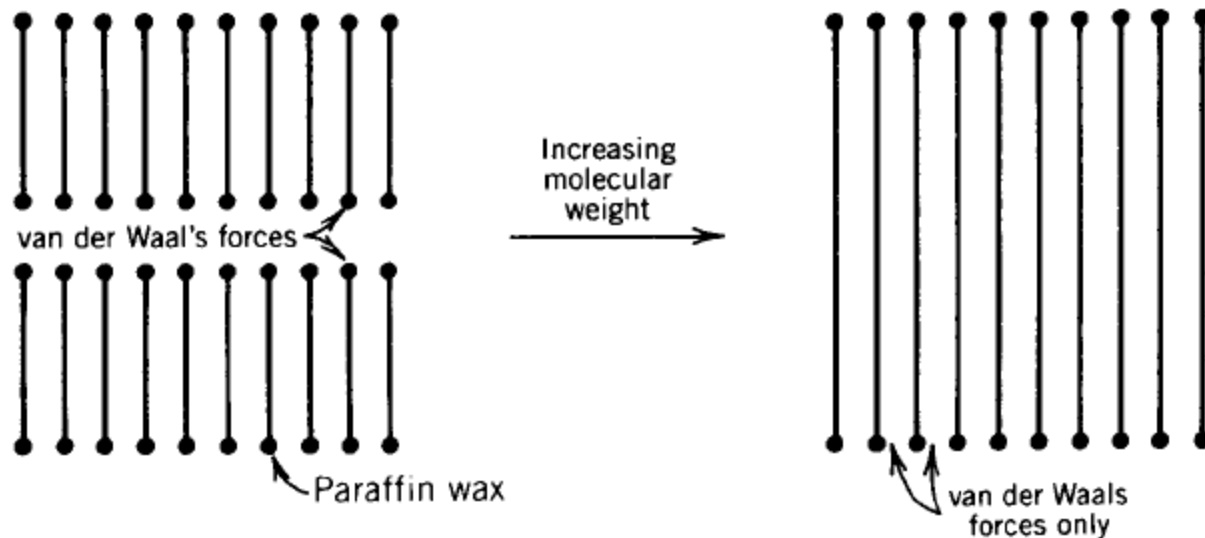
$$n = \frac{M_p}{M_u}$$

M_p : khối lượng phân tử của Polyme

M_u : khối lượng phân tử của một mer

Table 1.1 Properties of the alkane/polyethylene series

Number of Carbons in Chain	State and Properties of Material	Applications
1-4	Simple gas	Bottled gas for cooking
5-11	Simple liquid	Gasoline
9-16	Medium-viscosity liquid	Kerosene
16-25	High-viscosity liquid	Oil and grease
25-50	Crystalline solid	Paraffin wax candles
50-1000	Semicrystalline solid	Milk carton adhesives and coatings
1000-5000	Tough plastic solid	Polyethylene bottles and containers
$3-6 \times 10^5$	Fibers	Surgical gloves, bullet-proof vests



○ Khối lượng phân tử và sự phân bố



(a)



(b)

Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.1 Khái niệm, định nghĩa

○ Khối lượng phân tử và sự phân bố

- Khối lượng phân tử trung bình số:

$$\overline{M}_n = M_1 \frac{N_1}{\sum_{i=1}^x N_i} + M_2 \frac{N_2}{\sum_{i=1}^x N_i} + \dots = \frac{\sum_{i=1}^x M_i N_i}{\sum_{i=1}^x N_i}$$

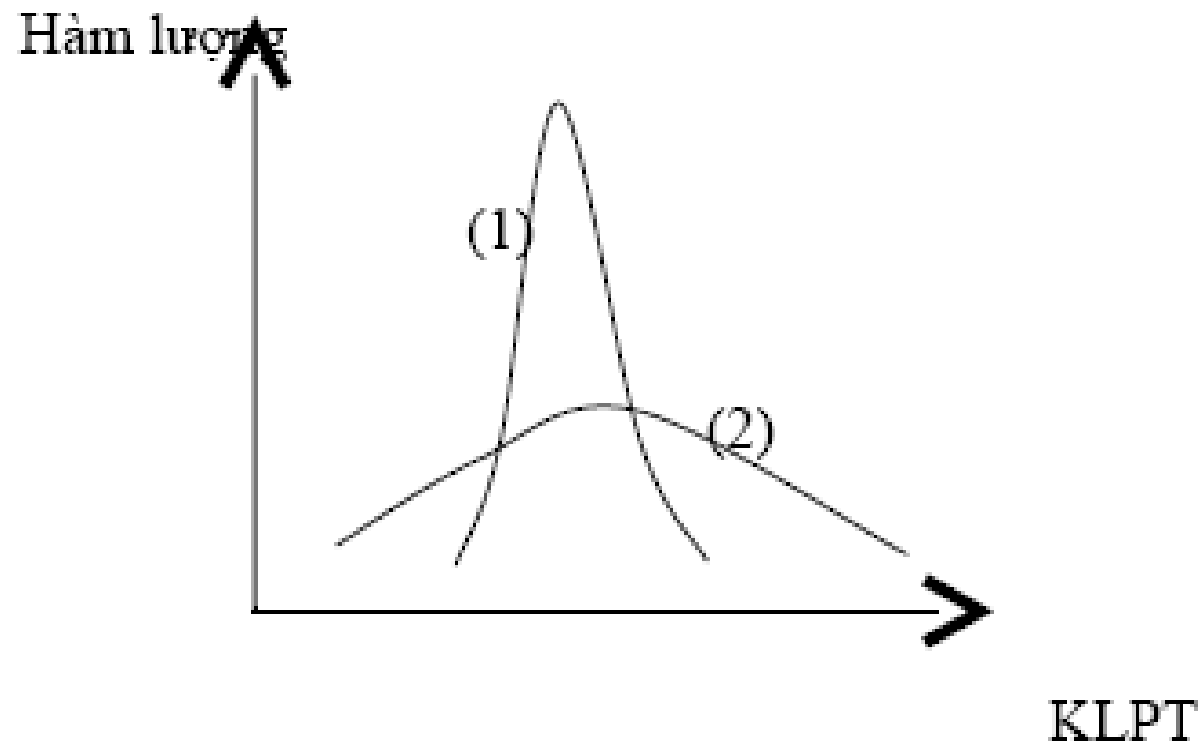
- Khối lượng phân tử trung bình khối:

$$\overline{M}_w = M_1 \frac{M_1 N_1}{\sum_{i=1}^x M_i N_i} + M_2 \frac{M_2 N_2}{\sum_{i=1}^x M_i N_i} + \dots = \frac{\sum_{i=1}^x M_i^2 N_i}{\sum_{i=1}^x M_i N_i}$$

	Polyme A		Polyme B	
	Số phân tử	Khối lượng phân tử	Số phân tử	Khối lượng phân tử
	500	5000	400	5000
	2	125000	366	6000
$\overline{M}_n$	$\frac{5000 \times 500 + 125000 \times 2}{502} = 5478$		$\frac{5000 \times 400 + 6000 \times 366}{766} = 5478$	
$\overline{M}_w$	$\frac{5000^2 \times 500 + 125000^2 \times 2}{5000 \times 500 + 125000 \times 2} = 15909$		$\frac{5000^2 \times 400 + 6000^2 \times 366}{5000 \times 400 + 6000 \times 366} = 5523$	
$\overline{M}_w / \overline{M}_n$	15909/5478=2.9		5523/5478=1.008	

- Độ phân tán khối lượng phân tử:

$$P = \frac{\overline{M}_w}{\overline{M}_n} \geq 1$$

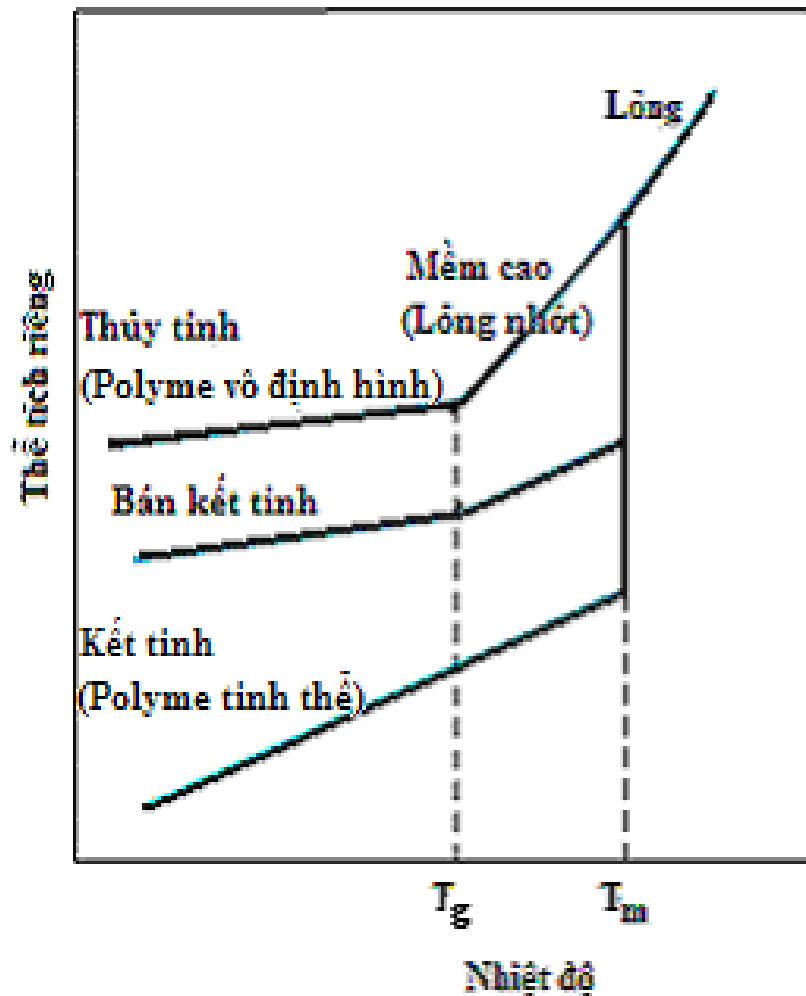


Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.2 Nhiệt độ nóng chảy T_m và nhiệt độ chuyển thủy tinh T_g

- Polyme vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy T_m xác định, do tính phân bố lộn xộn của nó.
- Ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ chuyển thủy tinh T_g , các đoạn mạch không chuyển động và polyme thường bị giòn. Khi nhiệt độ tăng lên gần đến T_g , các đoạn mạch phân tử bắt đầu di chuyển. Khi nhiệt độ lớn hơn T_g , nếu không có mặt tinh thể nào, polyme sẽ đủ linh động và thể hiện tính lỏng nhớt (viscous liquid) cao. Độ nhớt sẽ giảm khi tăng nhiệt độ.

- Trong polyme bán kết tinh, sự di chuyển của phân tử bị ngăn cản bởi các vùng tinh thể, cho đến khi nhiệt độ lớn hơn T_m sẽ tạo thành dạng vật liệu nhớt đàn hồi.



T_g Nhiệt độ chuyển thủy tinh
(Glass transition temperature)

T_m Nhiệt độ nóng chảy
(Melting temperature)

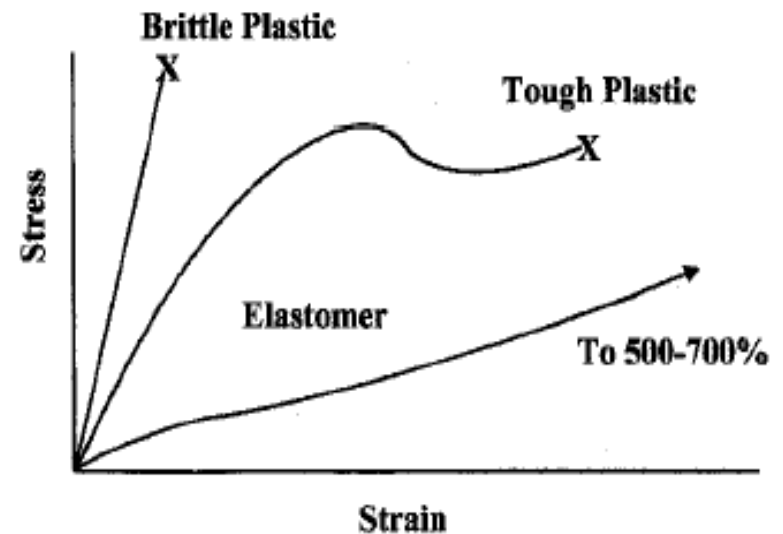
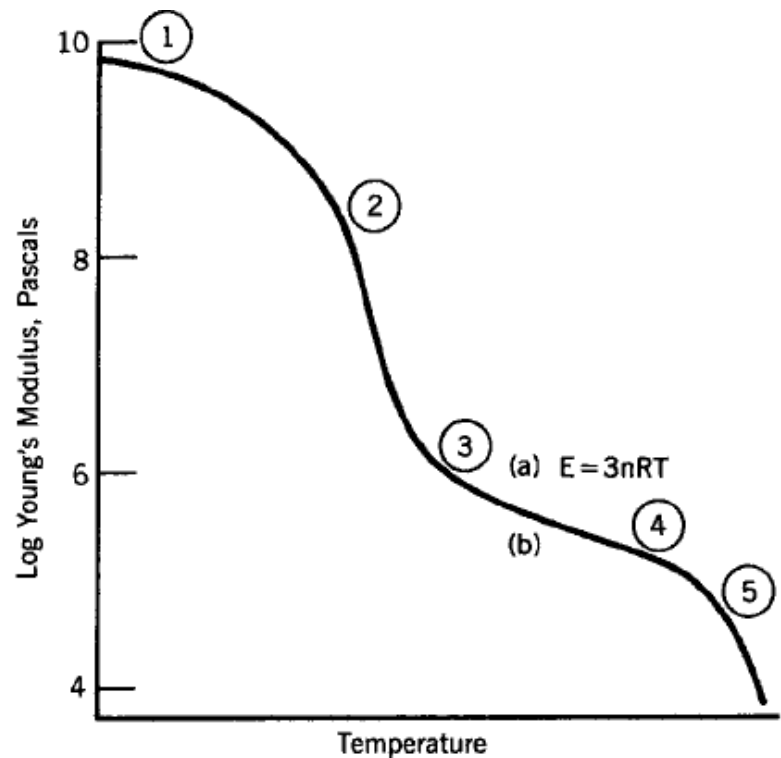


Table 1.2 Typical polymer viscoelastic behavior at room temperature (7a)

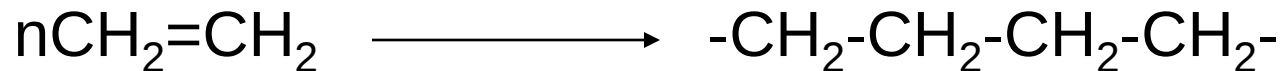
Region	Polymer	Application
Glassy	Poly(methyl methacrylate)	Plastic
Glass transition	Poly(vinyl acetate)	Latex paint
Rubbery plateau	Cross-poly(butadiene- <i>stat</i> -styrene)	Rubber bands
Rubbery flow	Chicle ^a	Chewing gum
Viscous flow	Poly(dimethylsiloxane)	Lubricant

^aFrom the latex of *Achras sapota*, a mixture of *cis*- and *trans*-polyisoprene plus polysaccharides.

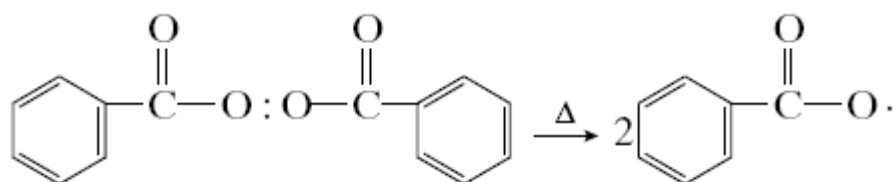
Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Tổng hợp polyme

- Phương pháp trùng hợp:
 - Các polyme trùng hợp được tạo thành bằng cách cộng liên tiếp các monomer để tạo thành mạch polymer mà không tách loại bất cứ phần nào của monomer.

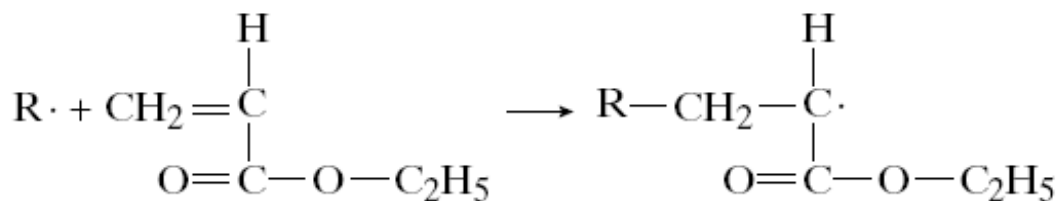


Initiation



Benzoyl peroxide

Free radical, R·

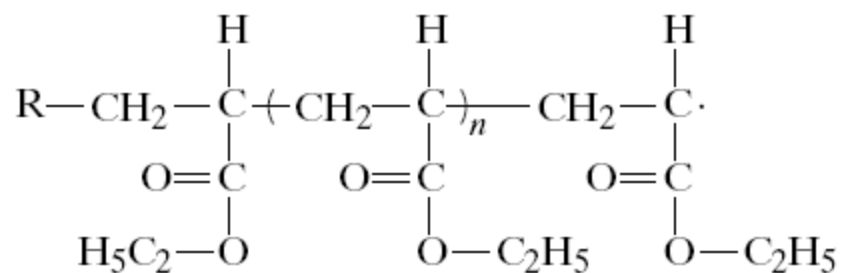
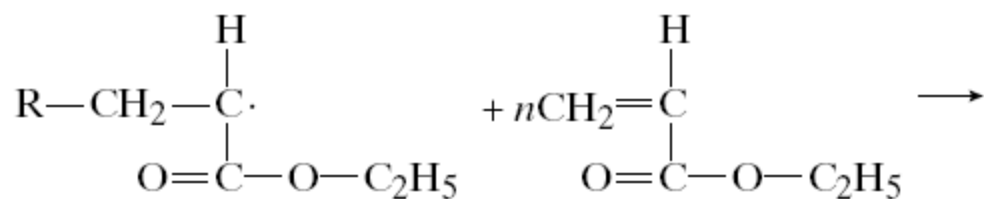


Free radical

Ethyl acrylate

Growing chain

Propagation



Termination

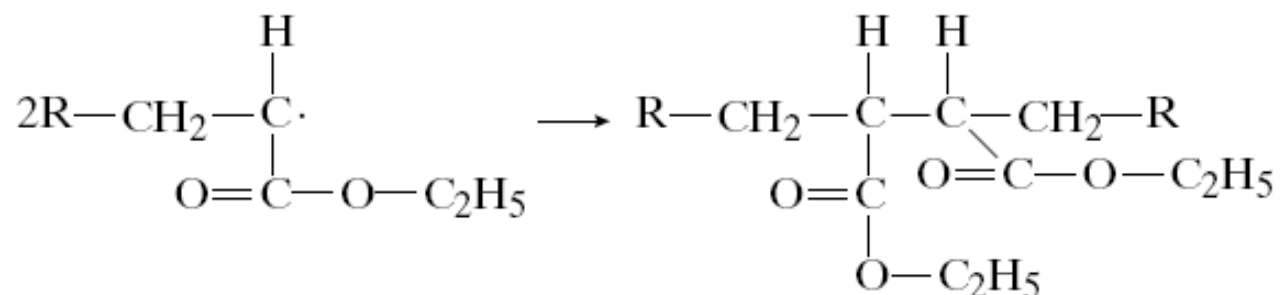


Table 1.4 Selected chain polymer structures and nomenclature

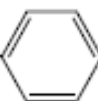
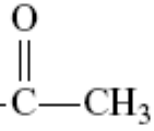
Structure	Name	Where Used
$\left(\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}} \right)_n$	“Vinyl” class	
R = —H	Polyethylene	Plastic
R = —CH ₃	Polypropylene	Rope
R = 	Polystyrene	Drinking cups
R = —Cl	Poly(vinyl chloride)	“Vinyl,” water pipes
R = 	Poly(vinyl acetate)	Latex paints
R = —OH	Poly(vinyl alcohol)	Fiber

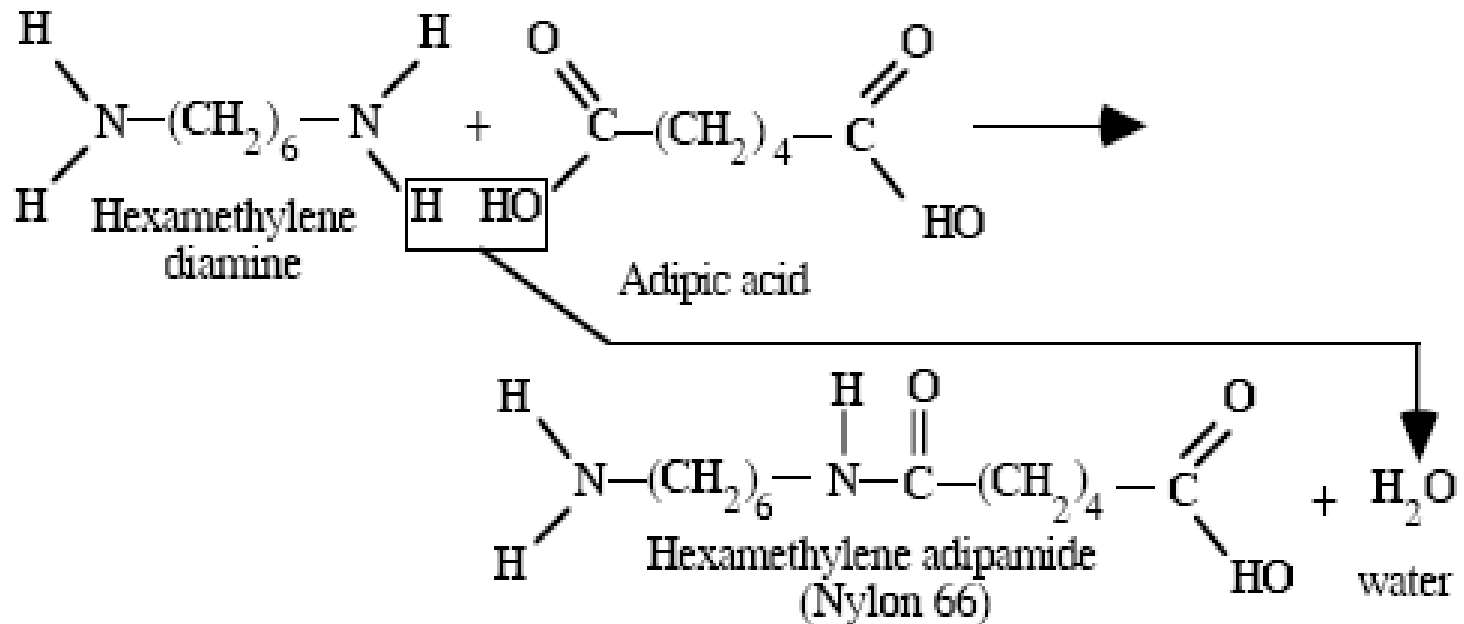
Table 1.5 The plastics identification code

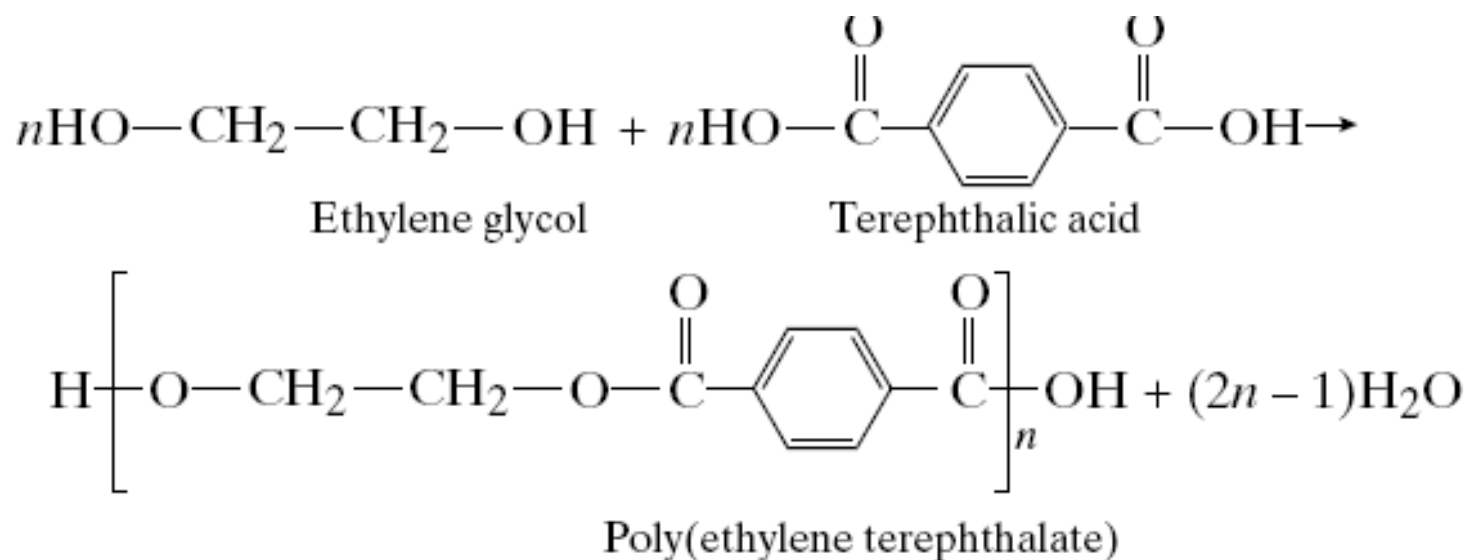
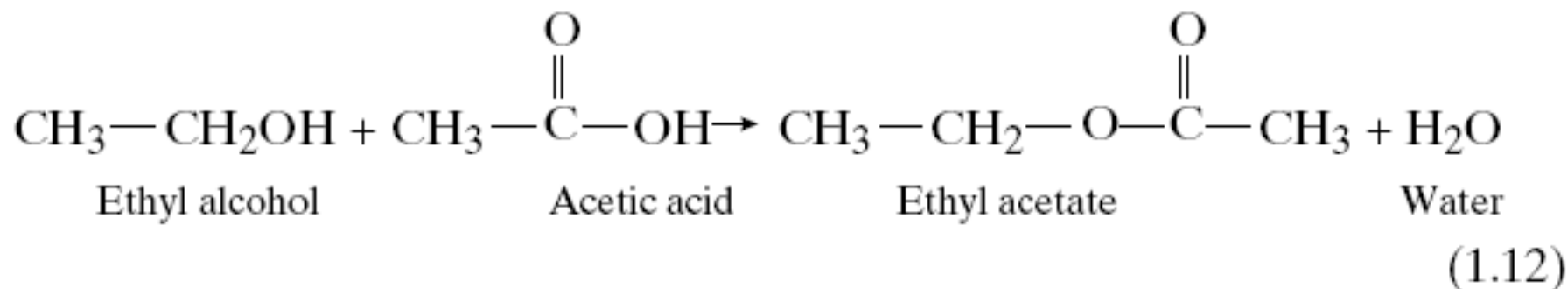
Code	Letter I.D.	Polymer Name
	PETE	Poly(ethylene terephthalate)
	HDPE	High-density polyethylene
	V	Poly(vinyl chloride)
	LDPE	Low-density polyethylene
	PP	Polypropylene
	PS	Polystyrene
	Other	Different polymers

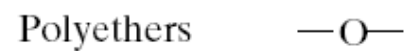
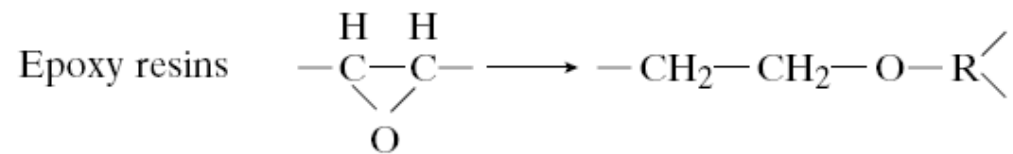
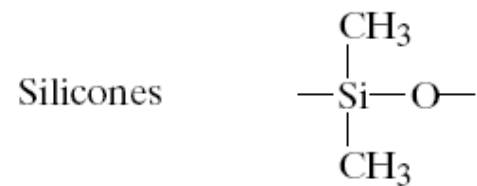
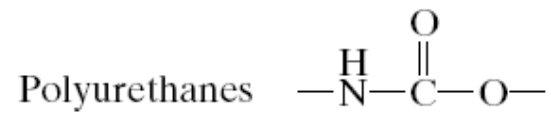
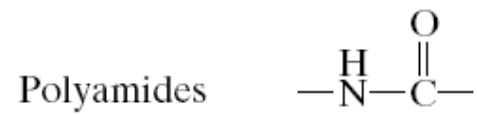
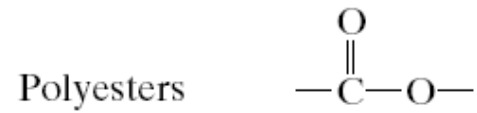
Source: From the *Plastic Container Code System*, The Plastic Bottle Information Bureau, Washington, DC.

○ Phương pháp trùng ngưng:

- Phản ứng xảy ra giữa các monomer có hai nhóm chức và có tách loại các phân tử nhỏ như H_2O , HCl , ...
- Trùng ngưng giữa hexametylen và axit adipic để tạo thành Nylon 66.

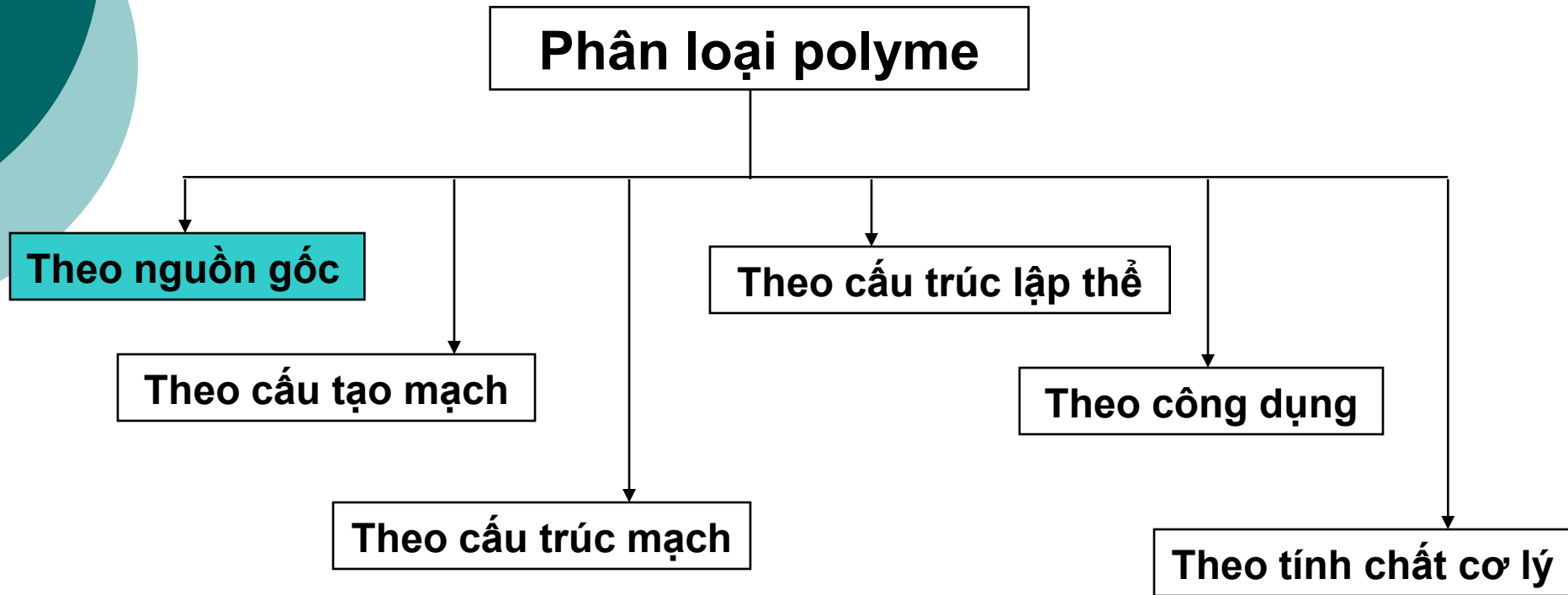






Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Phân loại polyme



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Phân loại polyme

- **Theo nguồn gốc**
 - Tự nhiên: cao su thiên nhiên, xenlulo.
 - Nhân tạo: xenlulo acetat, xenlulo nitrat.
 - Tổng hợp: polyetylen, polypropylen, polystyren, polyvinylclorua ...

Table 1.7 Some natural product polymers

Name	Source	Application
Cellulose	Wood, cotton	Paper, clothing, rayon, cellophane
Starch	Potatoes, corn	Food, thickener
Wool	Sheep	Clothing
Silk	Silkworm	Clothing
Natural rubber	Rubber tree	Tires
Pitch	Oil deposits	Coating, roads

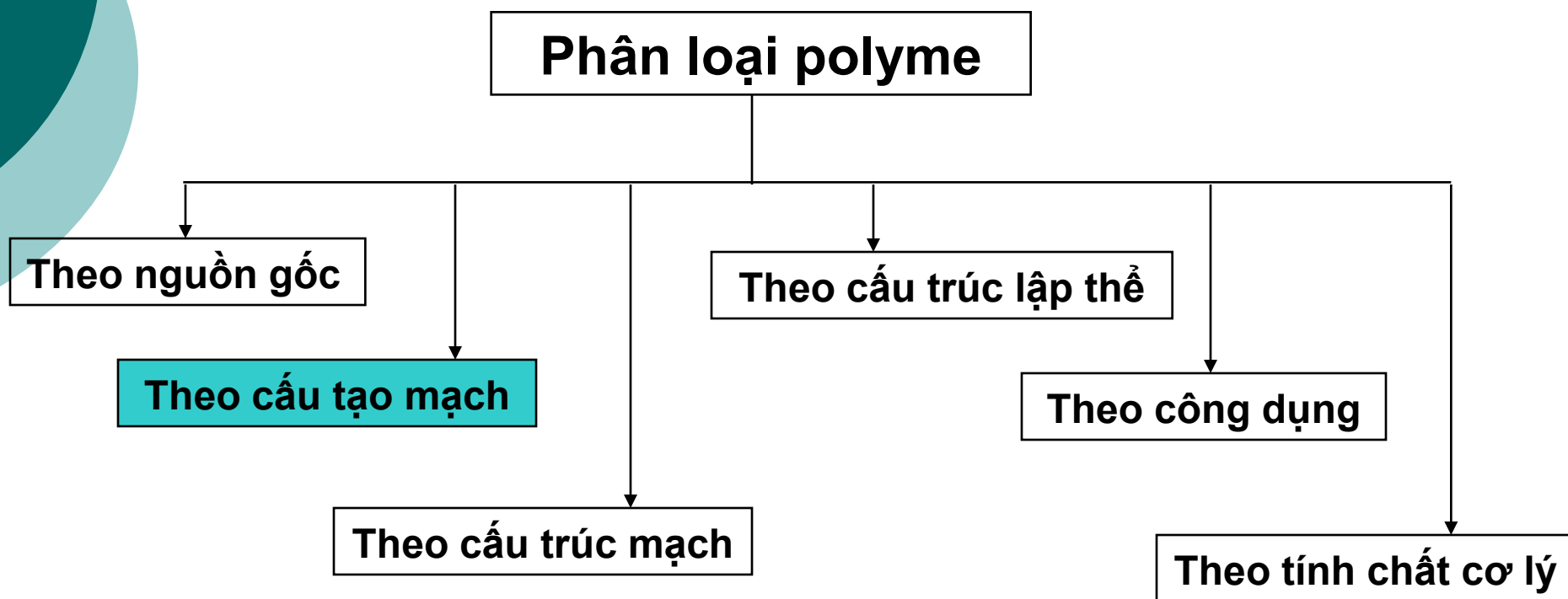
Table 1.8 Commercialization dates of selected synthetic polymers (20)

Year	Polymer	Producer
1909	Poly(phenol- <i>co</i> -formaldehyde)	General Bakelite Corporation
1927	Poly(vinyl chloride)	B.F. Goodrich
1929	Poly(styrene- <i>stat</i> -butadiene)	I.G. Farben
1930	Polystyrene	I.G. Farben/Dow
1936	Poly(methyl methacrylate)	Rohm and Haas
1936	Nylon 66 (Polyamide 66)	DuPont
1936	Neoprene (chloroprene)	DuPont
1939	Polyethylene	ICI
1943	Poly(dimethylsiloxane)	Dow Corning
1954	Poly(ethylene terephthalate)	ICI
1960	Poly(<i>p</i> -phenylene terephthalamide) ^a	DuPont
1982	Polyetherimide	GEC

^aKevlar; see Chapter 7.

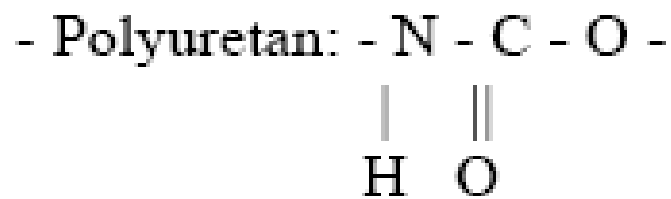
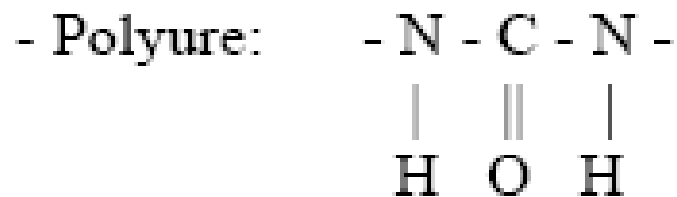
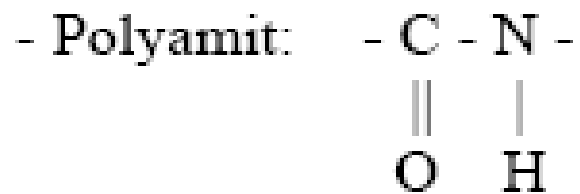
Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Phân loại polyme



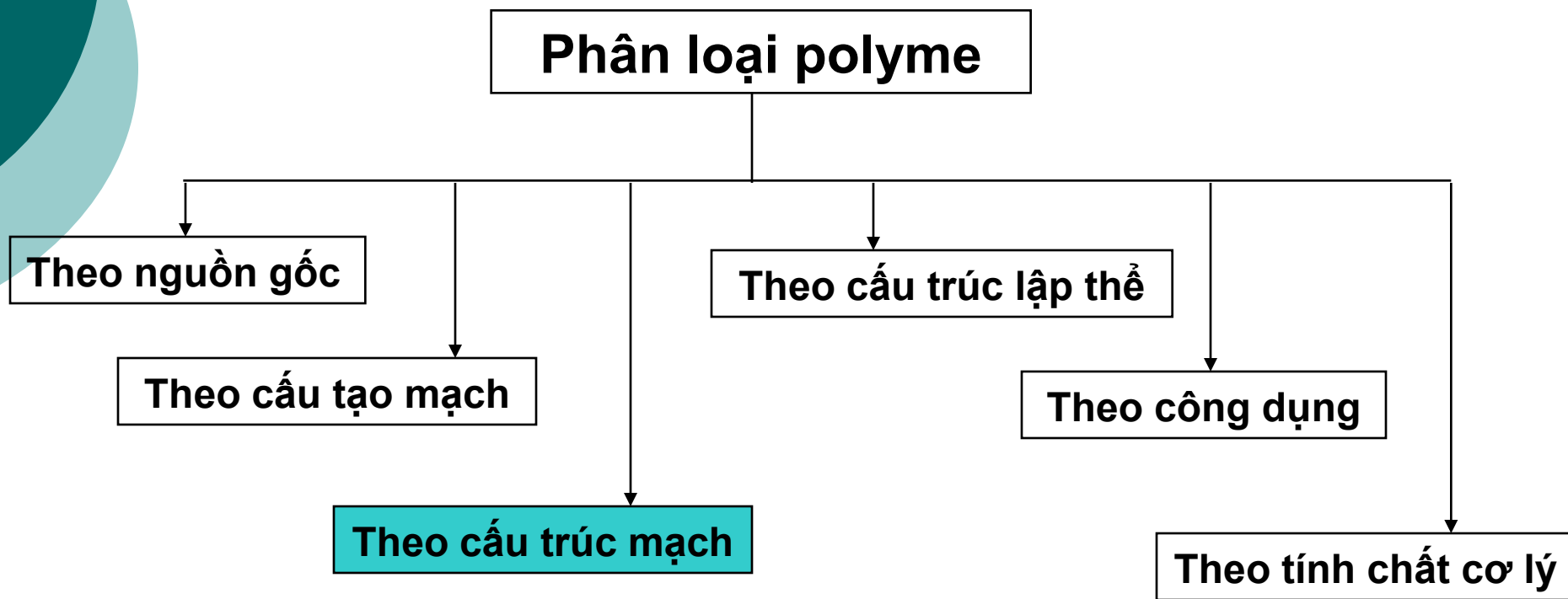


- **Polyme dị mạch:**



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Phân loại polyme

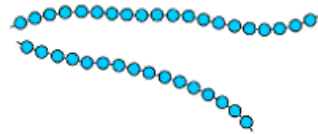


Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

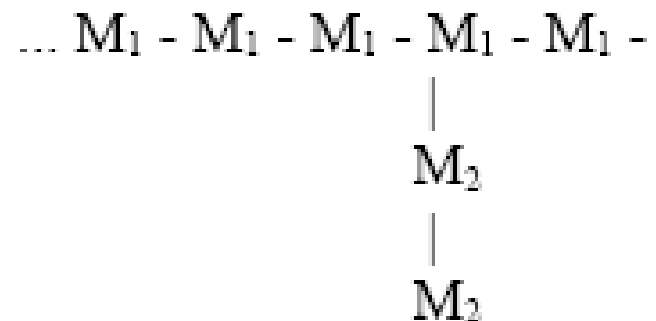
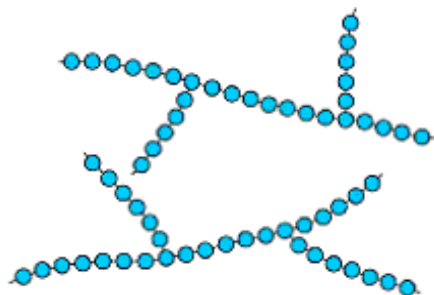
5.2 Phân loại polyme

- Theo cấu trúc mạch:

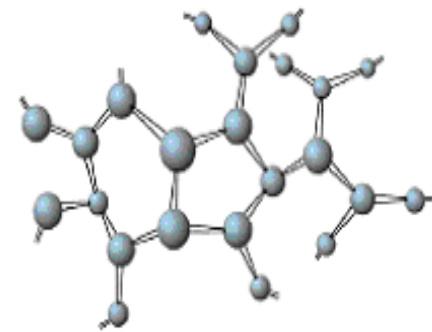
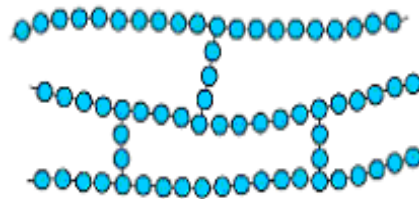
- Polyme mạch thẳng:



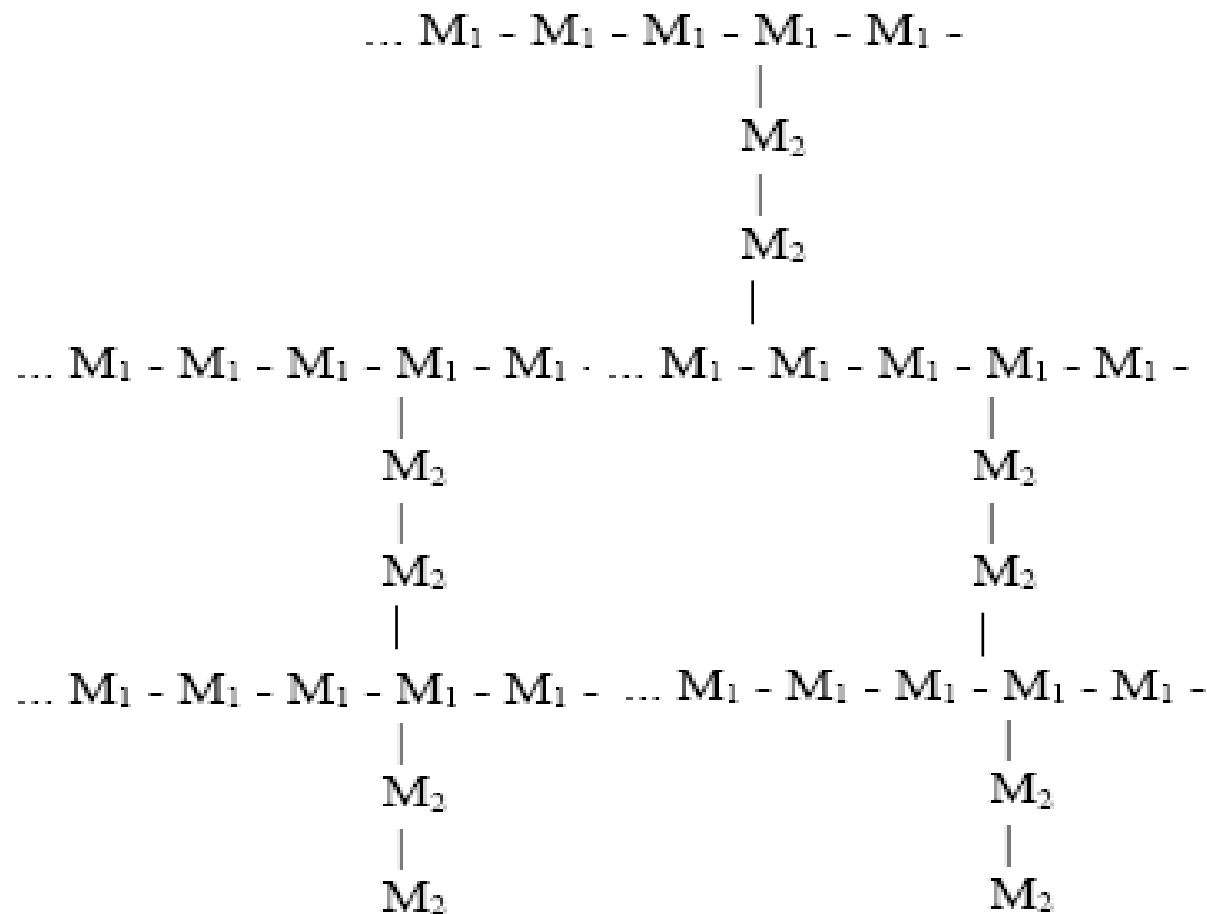
- Polyme mạch nhánh:



- Polyme không gian:

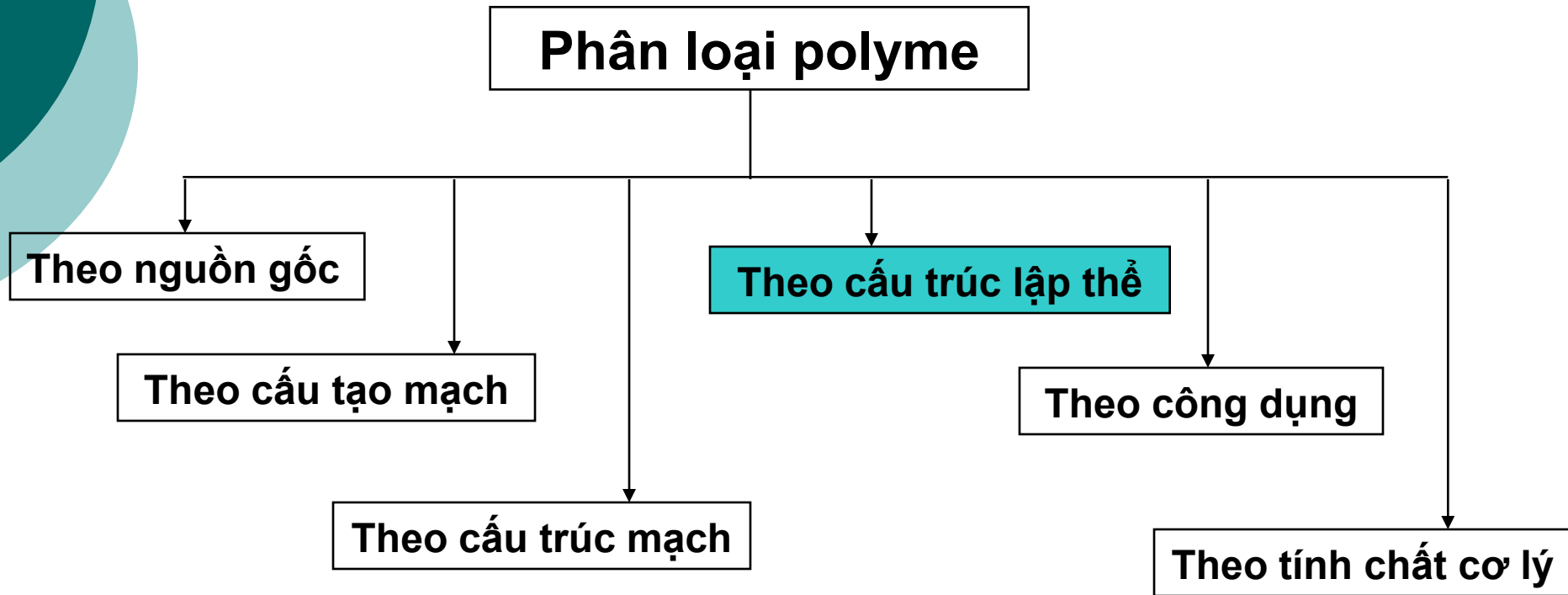


Mạch liên kết ngang (Mạng lưới)



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

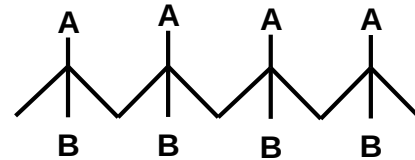
5.3 Phân loại polyme



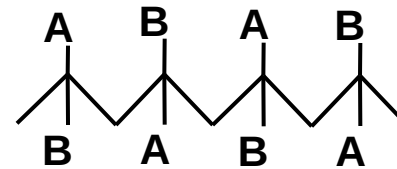
Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.2 Phân loại polyme

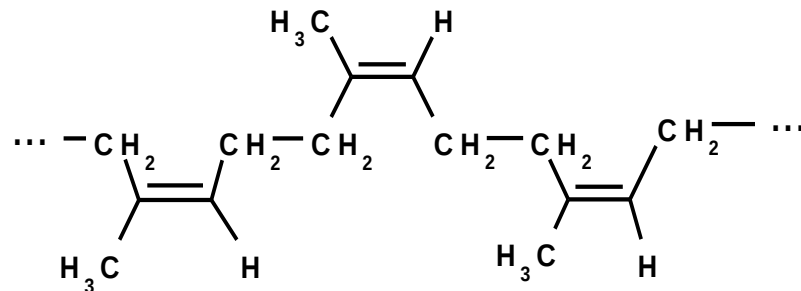
- Theo cấu trúc lập thể:
- Polyme điều hòa:
 - polyme isotactic:



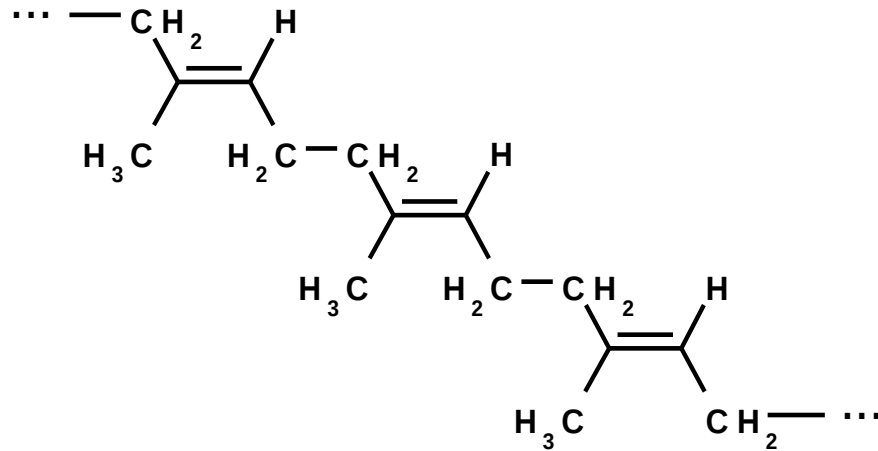
- polyme syndiotactic:



- Đồng phân cis-cis

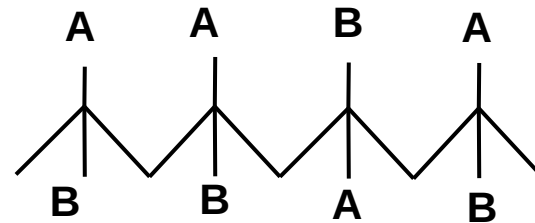


- Đồng phân trans - trans:



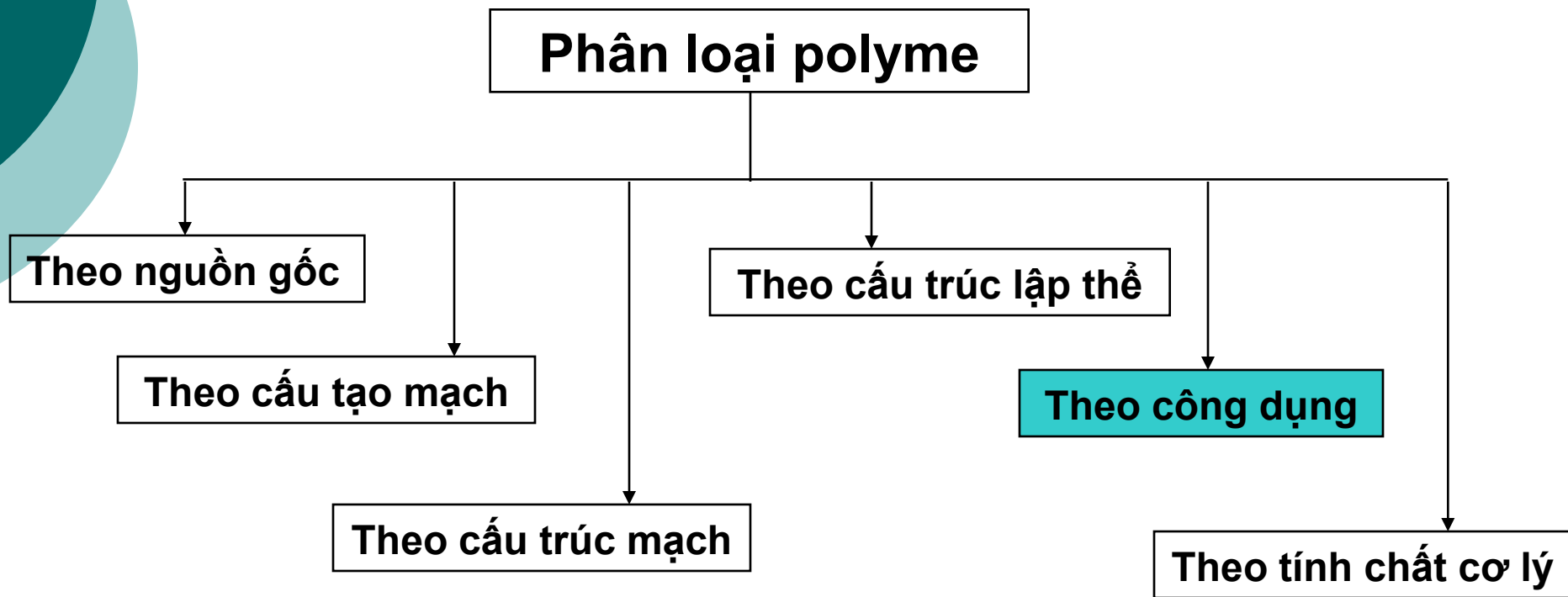
○ Polyme không điều hòa:

- polyme atactic:



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.3 Phân loại polyme



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.2 Phân loại polyme

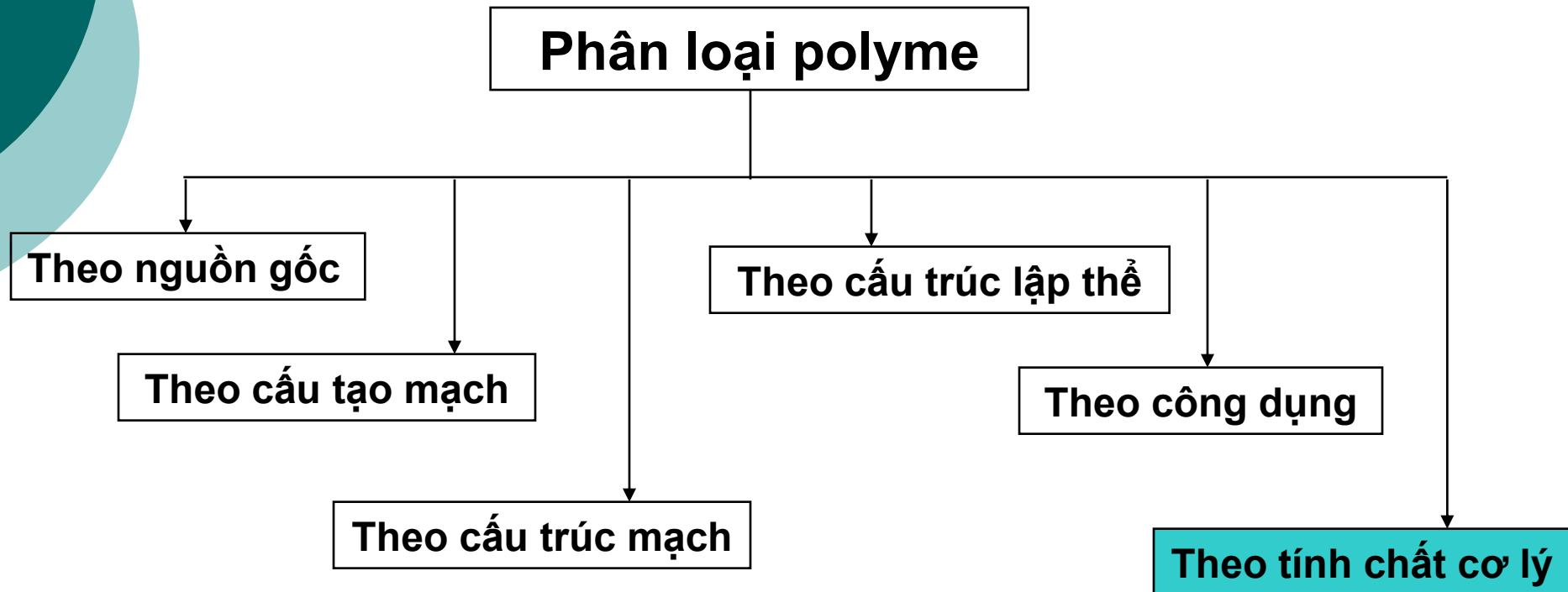
○ Theo công dụng:

- Chất dẻo
- Sợi
- Cao su
- Sơn và keo dán



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.2 Phân loại polyme



Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

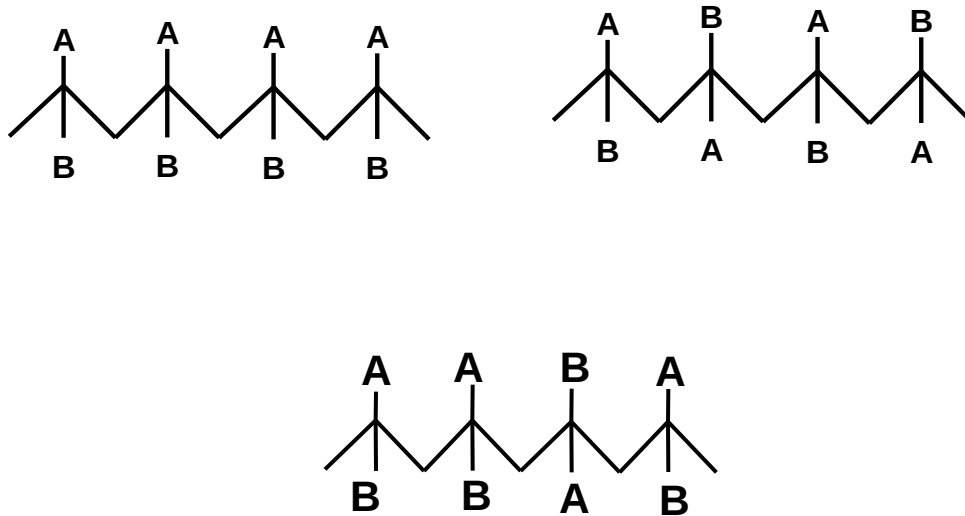
5.3 Phân loại polyme

- Theo tính chất cơ lý:
 - Nhựa nhiệt dẻo:
PP, PE, PVC, PS...
 - Nhựa nhiệt rắn:
Epoxy, polyeste, ...
 - Cao su (chất đàn hồi cao)

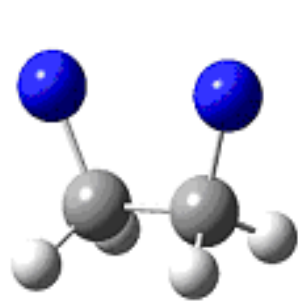
Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.4 Cấu hình và cấu trạng

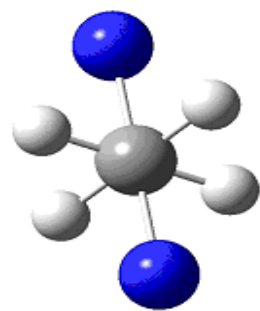
- **Cấu hình** là trật tự sắp xếp của các nguyên tử trong mạch polyme, được quyết định bởi các liên kết hóa học



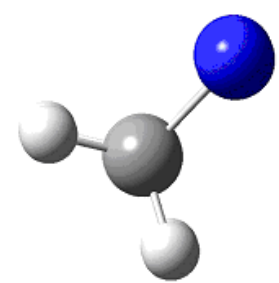
○ **Cấu trạng** là trật tự sắp xếp của các nguyên tử, tạo thành khi quay phân tử quanh một liên kết đơn. Phân tử càng có nhiều cấu trạng thì càng mềm dẻo, linh động cao.



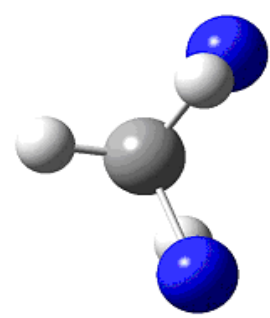
CH₂F-CH₂F



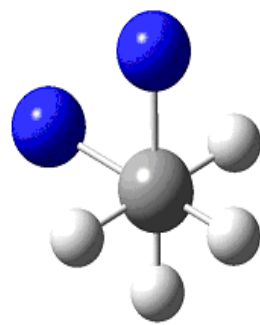
Anti (trans)



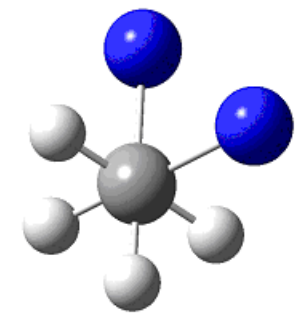
Eclipsed (cis)



Eclipsed (cis)



Gauch (+)

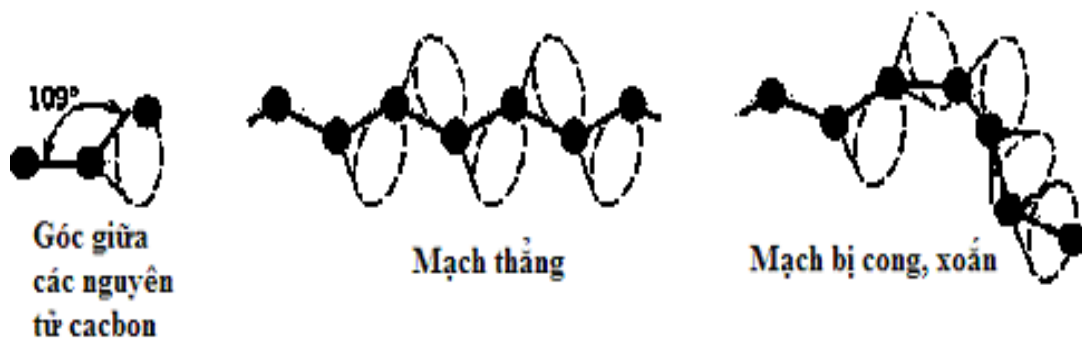


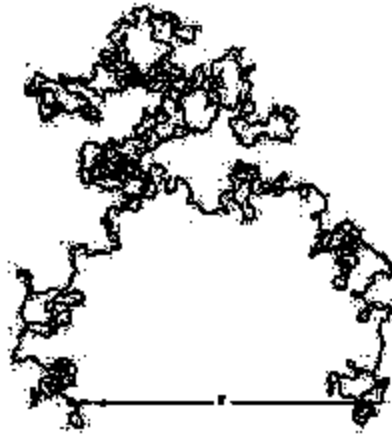
Gauch (-)

Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.5 Hình dạng của mạch polyme

- Mạch phân tử rất dài của polyme thường không thẳng do các nguyên tử cacbon trên mạch chính tạo với nhau một góc 109° và có thể quay tự do nếu giữa chúng là liên kết đơn. Mỗi nguyên tử cacbon có thể di chuyển trên một hình nón như hình vẽ.



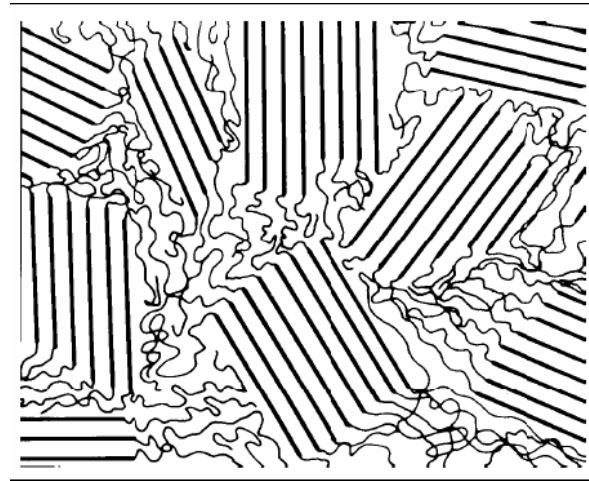
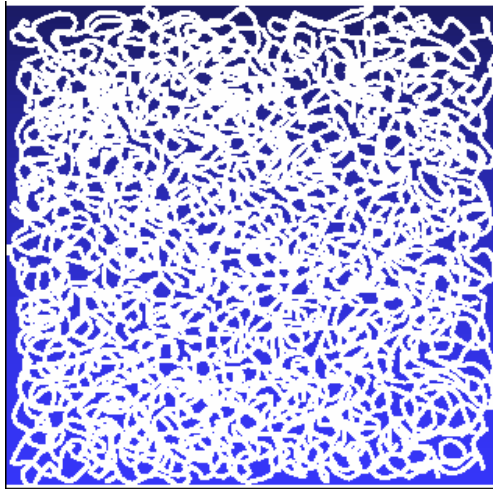


- Khoảng cách giữa hai đầu cuối của mạch nhỏ hơn rất nhiều so với chiều dài của toàn mạch.
- Cấu trúc như vậy quyết định các tính chất của polyme, trong đó có tính đàn hồi cao của caosu.
- Tính chất cơ và nhiệt của polyme phụ thuộc rất nhiều vào khả năng quay của một đoạn mạch phân tử khi có ứng lực đặt vào hoặc nhiệt độ thay đổi.

Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.6 Cấu trúc vật lý của polyme

- Phân tử polymer có thể tồn tại ở hai trạng thái vật lý riêng biệt: kết tinh (crystalline) và vô định hình (amorphous). Polymer không thể kết tinh 100%(vật liệu bán kết tinh).



- Mức độ kết tinh sẽ phụ thuộc
 - Tốc độ làm nguội
 - Cấu hình của mạch.

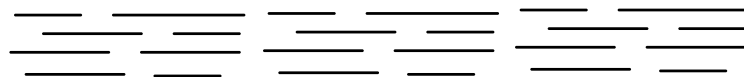
Dễ kết tinh	Khó kết tinh
- Các nhóm chức nhỏ, đơn giản - Mạch thẳng - Mạch isotactic hoặc syndiotactic	- Các nhóm chức lớn, phức tạp - Mạch nhánh nhiều, có liên kết ngang, tạo mạng lưới - Mạch atactic

Chương 5: Cấu trúc vật liệu polyme

5.7 Cấu trúc ngoại vi phân tử của polyme

○ Cấu trúc ngoại vi của polymer vô định hình.

- Các mạch phân tử ở dạng hình cầu nhỏ (globule) hoặc dạng mạch thẳng.
- Khi các dạng cầu này tiếp xúc với nhau, nó có thể tạo các cấu trúc cầu đa phân tử chứa nhiều hơn một mạch phân tử nếu mạch rất mềm dẻo
- Dạng bó tạo thành khi các mạch thẳng, cứng tiếp xúc với nhau. Một bó thì rất dài so với một mạch phân tử.

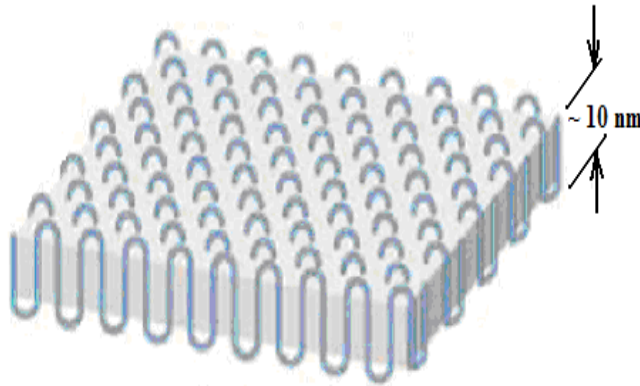


- Ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ chuyển thủy tinh T_g , các bó tập hợp lại thành những tổ chức lớn hơn, gọi là cấu trúc vô định hình dạng sợi (amorphous fibrils) hoặc dạng nhánh cây (dendrites)
- Ở nhiệt độ cao hơn T_g , khi độ linh động của các mạch phân tử và các bó đủ lớn, các bó sẽ kết hợp với nhau tạo thành cấu trúc dải (banded structure).
- Ở trạng thái vô định hình, các phân tử polymer không phải bao giờ cũng nằm ở trạng thái cuộn rối hoặc sắp xếp không trật tự mà trái lại có thể sắp xếp theo những trật tự nhất định.

○ **Cấu trúc ngoại vi của polymer kết tinh.**

- Bó là đơn vị cấu trúc cơ bản để polyme có khả năng kết tinh.
- Nếu bó tạo thành từ các mạch không điều hòa hoặc đôi khi với một số mạch điều hòa, lực nội phân tử có thể làm cho nó bị cong lại. Khi đó không thể tham gia vào quá trình kết tinh được.
- Polyme tinh thể có thể kết tinh theo hai hướng:
 - Cấu trúc dạng tấm
 - Cấu trúc dạng sợi.

- Cơ chế tạo dạng tấm:
 - Các bó gấp lại thành các dạng băng gấp để giảm năng lượng bề mặt dư.
 - Các dạng băng gấp này sắp xếp lại với nhau tạo thành cấu trúc dạng tấm để giảm sức căng bề mặt

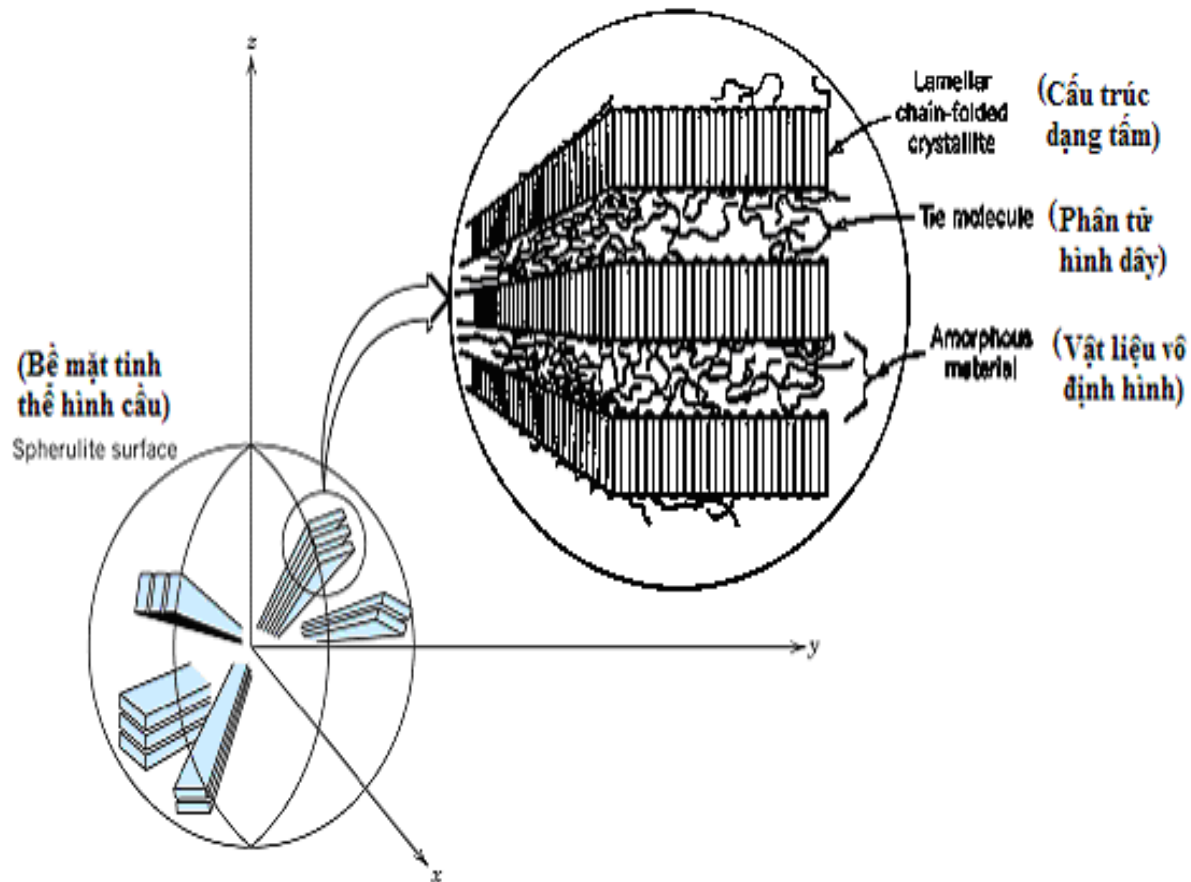


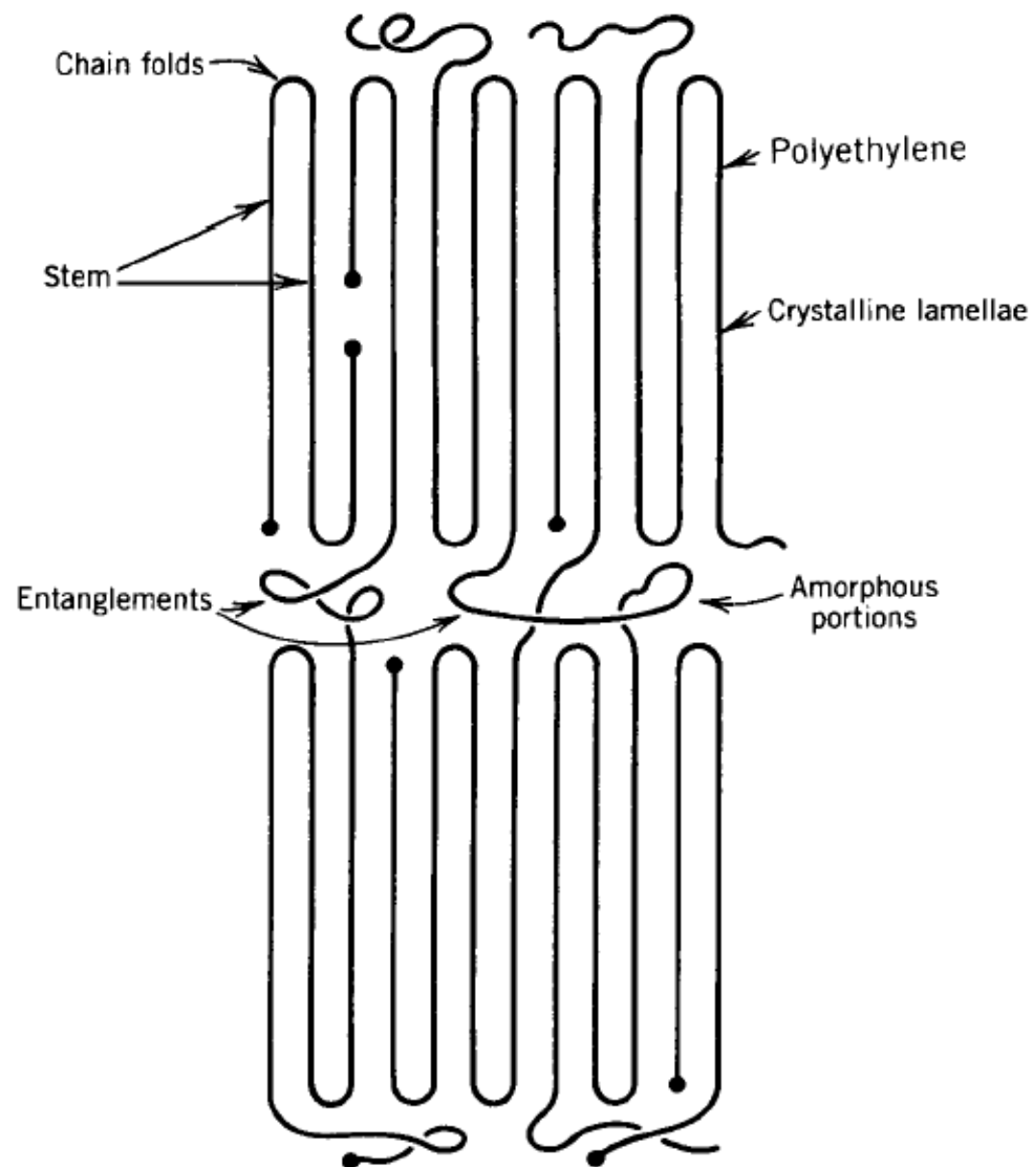
○ **Cơ chế tạo dạng sợi (fibrillar):**

- Kết tinh bên trong các bó
- Sắp xếp các bó kết tinh dọc thành sợi mà không tạo các gấp.

Thông thường, quá trình kết tinh dừng lại ở một trong các giai đoạn trung gian (bó, dây ruybăng, tấm hoặc sợi).

- **Sự tạo thành các đơn tinh thể**
- Sắp xếp các dạng trung gian này, kèm theo sự giảm năng lượng bề mặt, tạo thành dạng tinh thể hình cầu (spherulite).
- Tinh thể hình cầu bao gồm các vùng tinh thể và vùng vô định hình.







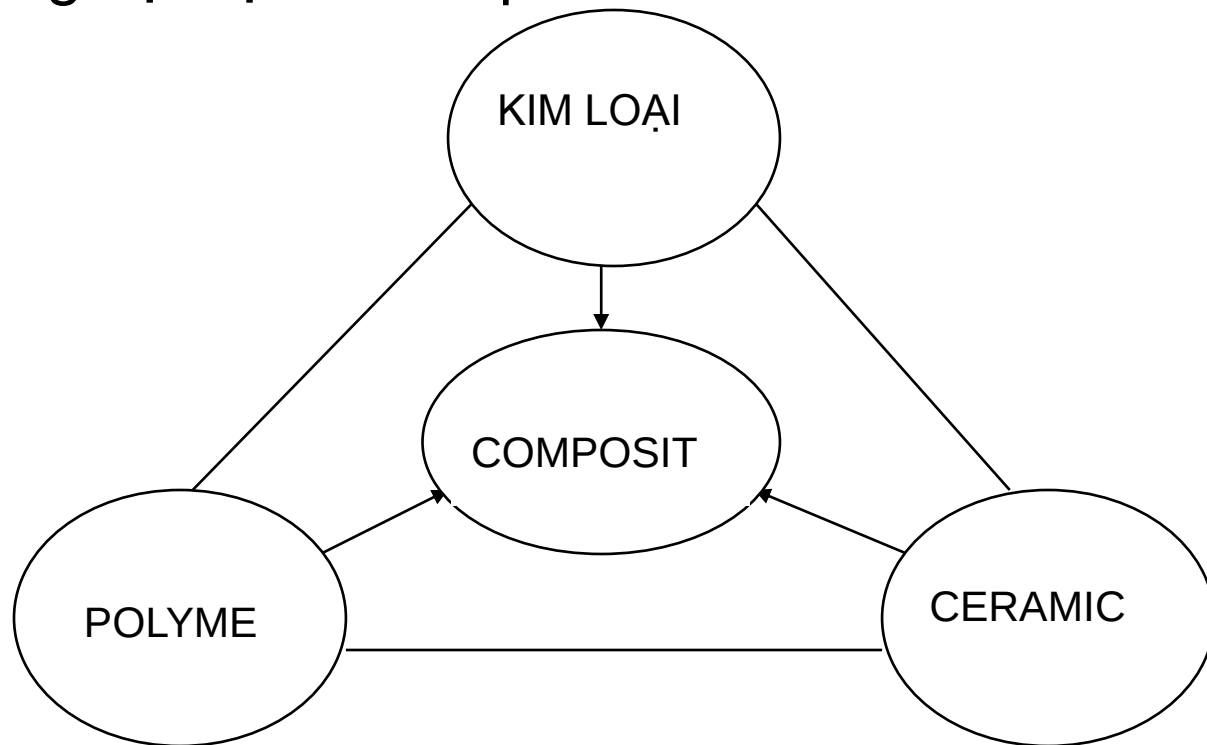
CƠ SỞ KHOA HỌC VẬT LIỆU

Chương 6: Vật liệu composit

Chương 6: Vật liệu composit

6.1 Khái niệm:

- Vật liệu composite là vật liệu được chế tạo từ hai hay nhiều thành phần khác nhau, nhằm mục đích tạo ra một vật liệu mới có tính năng ưu việt hơn hẳn những vật liệu thành phần ban đầu.



Chương 6: Vật liệu composit

6.2 Thành phần:



Matrix

- Isotropic
- Pass on Stresses
- Protects Reinforcements

Types

- Polymer (Thermoset, Thermoplastic)
- Metal (Al, Mg, Cu, Ti, etc)
- Ceramic

Reinforcements

- Support Load

Types

- Glass
- Carbon
- Kevlar
- SiC
- Al_2O_3

Forms

- Continuous fiber (UD, textile)
- short fiber, particle

Composite

- Anisotropic
- Hi strength & Modulus
- Toughness improvement
- corrosion resistance
- Tailor-ability

Types

- Polymer Composites
- Metallic Composites
- Ceramic Composites

- Nền là pha liên tục đóng vai trò :
 - Liên kết toàn bộ các phần tử cốt thành khối composit đồng nhất
 - Che phủ và bảo vệ cốt tránh các hư hỏng cơ học và hoá học của môi trường
 - Truyền tải và phân bố tải trọng sang cốt sợi làm giảm ứng suất tập trung
 - Tạo khả năng dễ dàng tiến hành các phương pháp gia công composit thành các chi tiết theo thiết kế.
- Cốt là pha gián đoạn đóng vai trò tạo nên độ bền cao, modul đàn hồi cao cho composit. Do đó cốt phải có độ bền và module đàn hồi cao và phải có khối lượng riêng nhỏ.

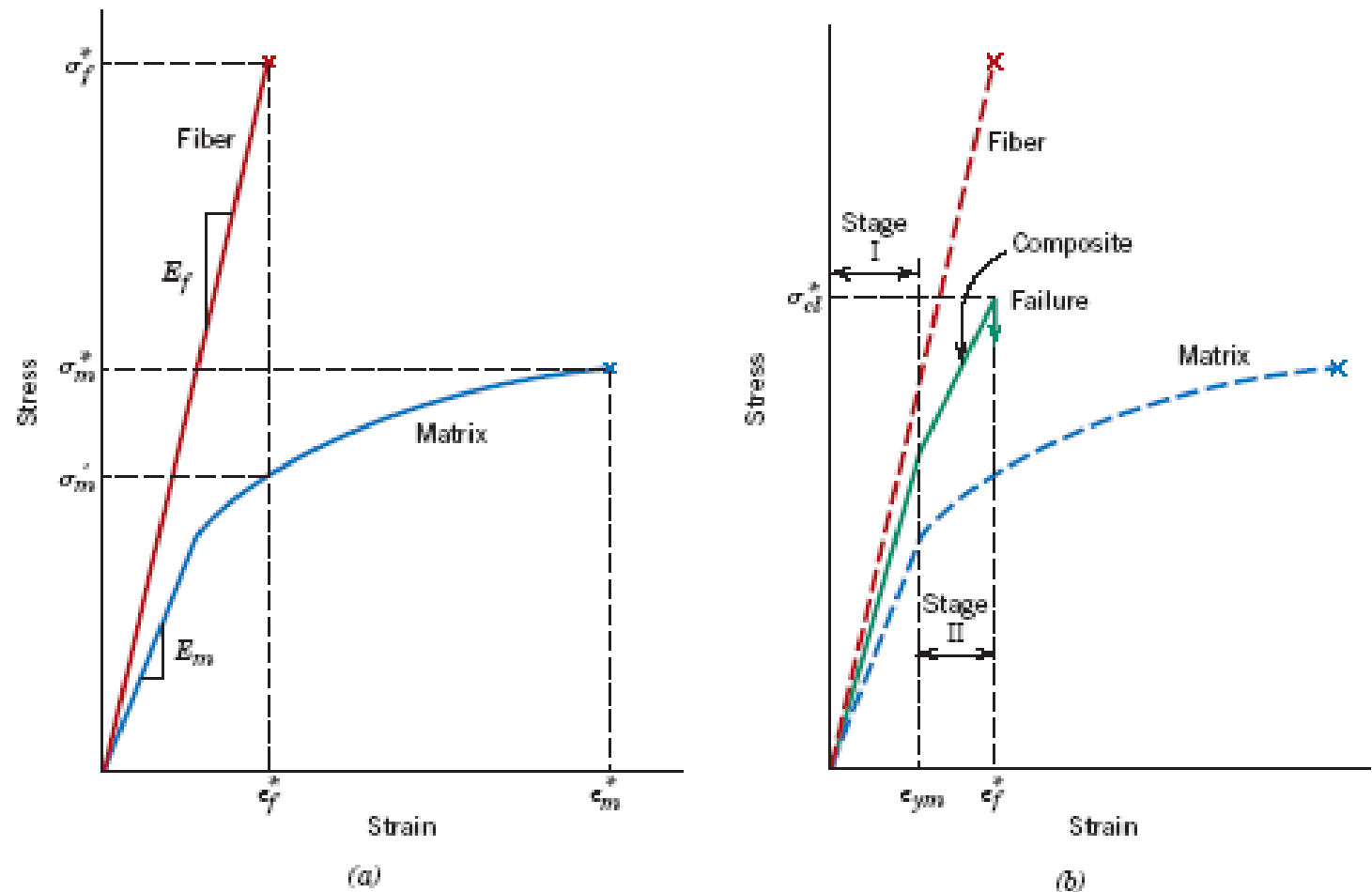


Figure 16.9 (a) Schematic stress–strain curves for brittle fiber and ductile matrix materials. Fracture stresses and strains for both materials are noted. (b) Schematic stress–strain curve for an aligned fiber-reinforced composite that is exposed to a uniaxial stress applied in the direction of alignment; curves for the fiber and matrix materials shown in part (a) are also superimposed.



Các yếu tố ảnh hưởng tính chất composit

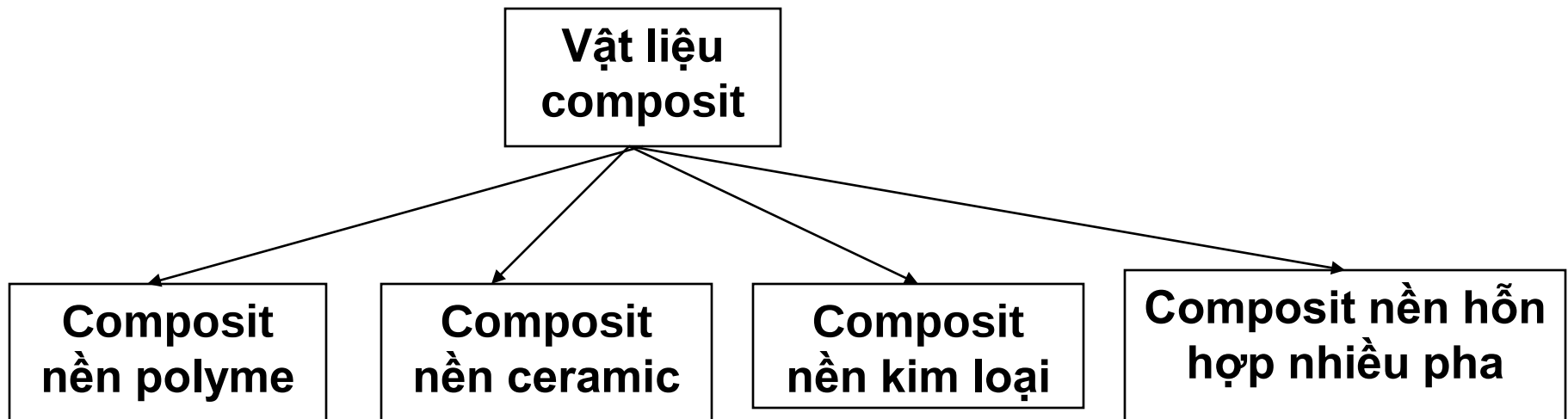
- Bản chất nền và cốt.
- Liên kết nền và cốt.
- Tỷ lệ giữa nền và cốt.
- Sự định hướng và phân bố của cốt trong nền.
- Phương pháp gia công composit

Chương 6: Vật liệu composit

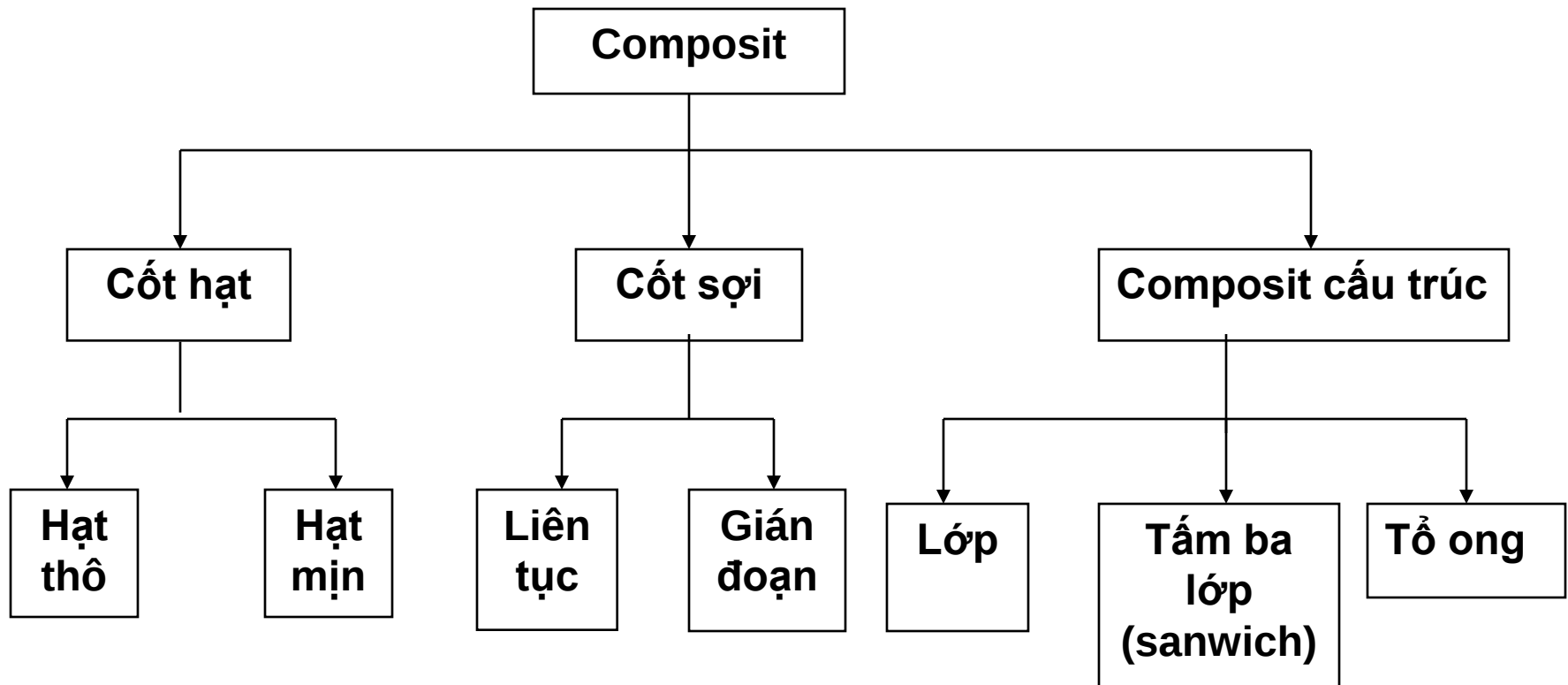
6.3 Phân loại:

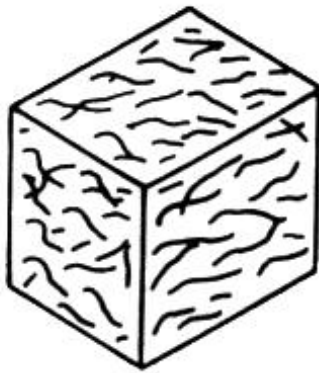
- **Cơ sở để phân loại VLC :**
 - Theo bản chất của pha nền
 - Theo hình học của cốt

Theo bản chất của pha nền

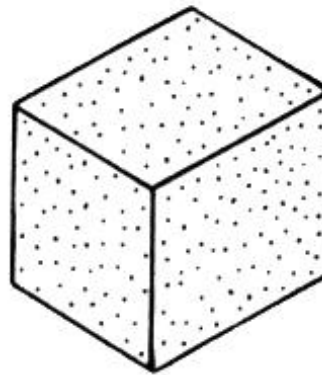


○ Theo hình học của cốt

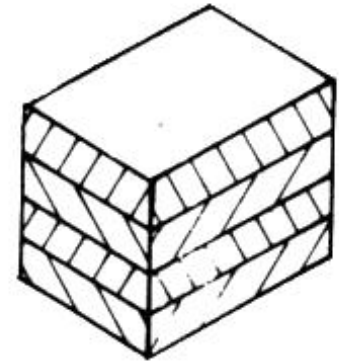




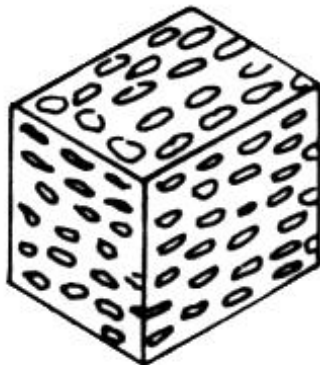
FIBER COMPOSITE



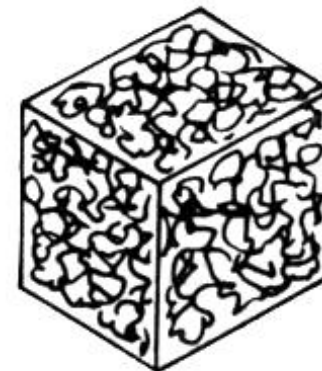
PARTICULATE COMPOSITE



LAMINAR COMPOSITE



FLAKE COMPOSITE



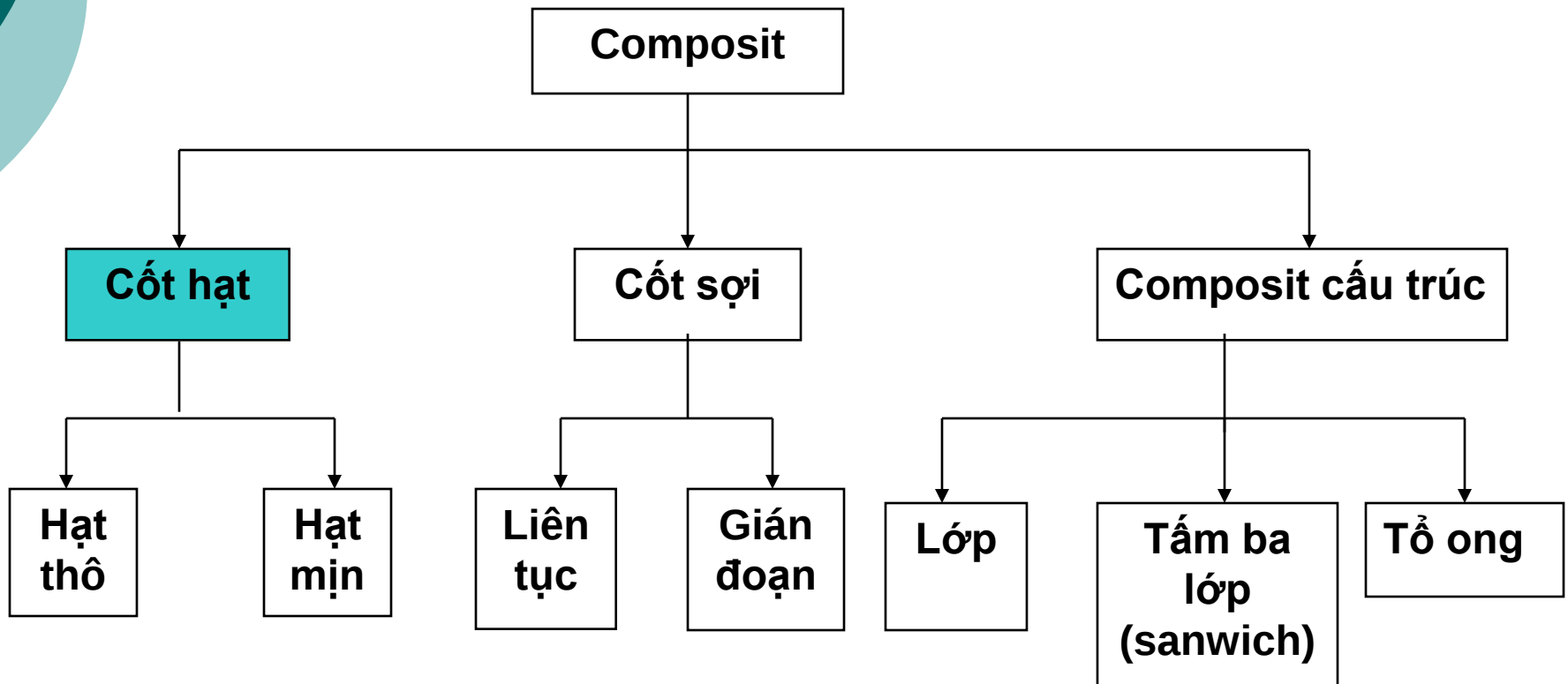
FILLED COMPOSITE

FIGURE 1.5 Classes of composites.^{116b}

Chương 6: Vật liệu composit

6.4 Giới thiệu một số loại composit:

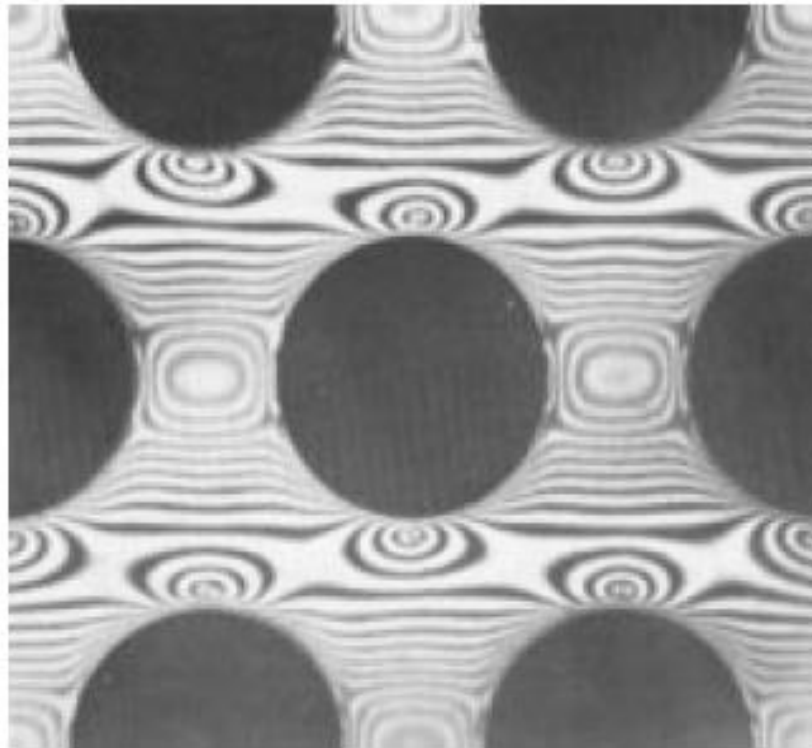
- Theo hình học của cốt



- **Composit gia cường bằng hạt:**

- Cốt dạng hạt phân bố đều trong nền
-
- Các phần tử cốt thường là pha cứng và bền hơn nền, ví dụ các oxyt, nitrit, borit, cacbit,...
 - Hạt có nhiều dạng hình học khác nhau nhưng kích thước gần như bằng nhau theo mọi hướng.
 - Để gia cường hiệu quả, hạt phải nhỏ và phân tán đồng đều trong nền.
 - Phân loại thành composit hạt thô và hạt mịn (nhỏ hơn 0.1 micromet)
 - Một số composit cốt hạt:
 - Composit hạt thô nền polyme
 - Composit hạt thô nền kim loại
 - Composit hạt thô nền gốm

- Một ví dụ về composit hạt thô là bê tông: xi măng là nền, cát và sỏi là cốt.



- Ví dụ về composit hạt mịn: cao su đen than đen kích thước hạt 20 – 50 nm

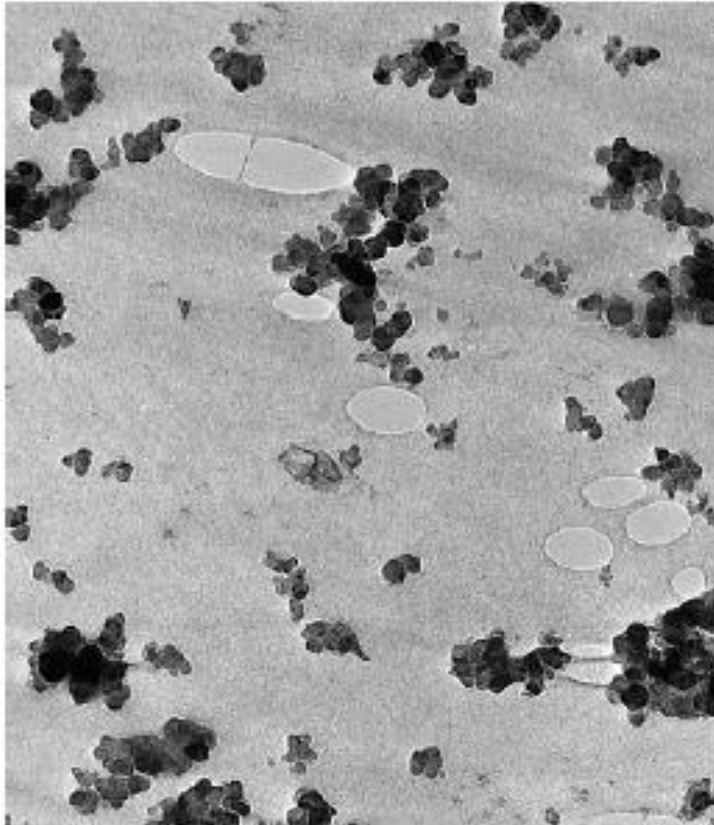
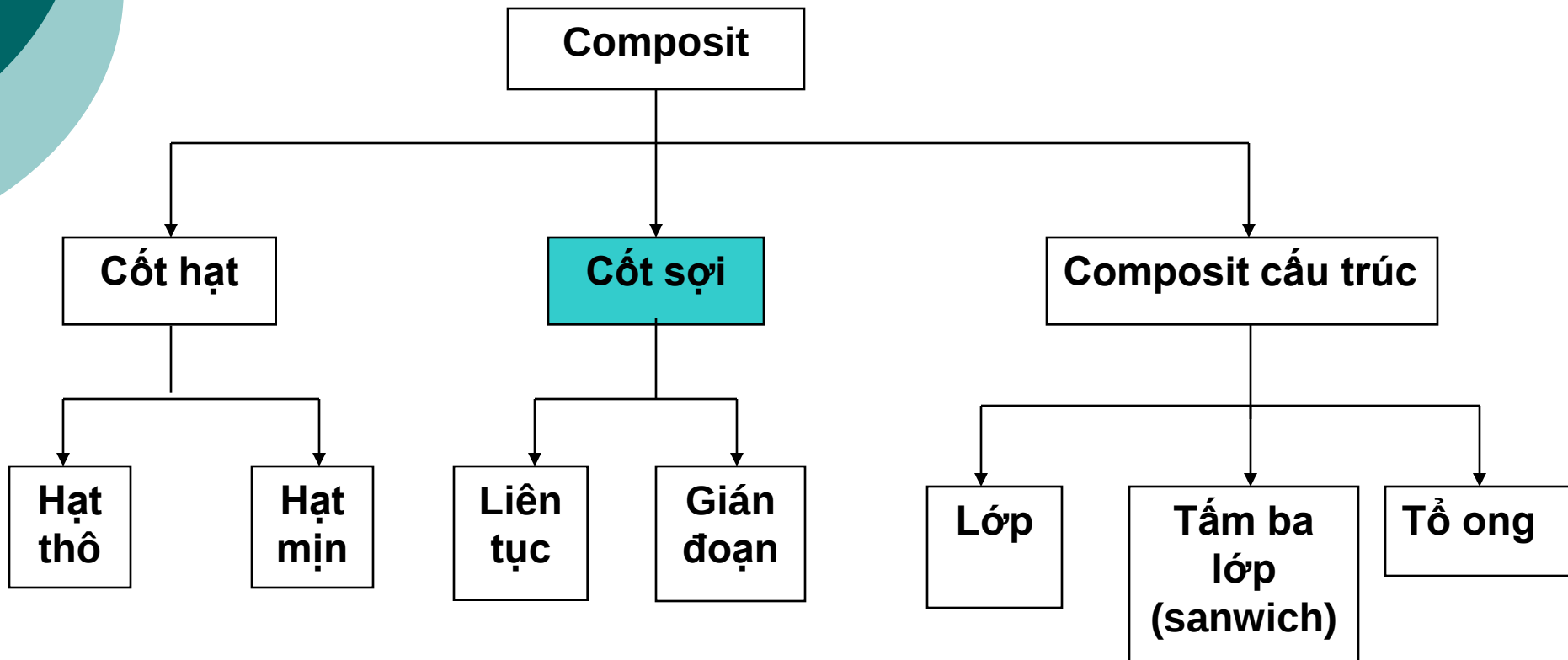


Figure 16.5 Electron micrograph showing the spherical reinforcing carbon black particles in a synthetic rubber tire tread compound. The areas resembling water marks are tiny air pockets in the rubber. 80,000 $\times$. (Courtesy of Goodyear Tire & Rubber Company.)

Chương 6: Vật liệu composit

6.4 Giới thiệu một số loại composit:

- Theo hình học của cốt





Composit gia cường bằng sợi

- Cả nền và sợi đều cần có khối lượng riêng nhỏ, nền phải tương đối dẻo, còn sợi cốt phải có độ cứng vững và bền cao
- Một số dạng hình học của sợi:
 - Râu đơn tinh thể
 - Sợi cốt
 - Dây

- Râu là những đơn tinh thể rất mỏng với tỷ lệ giữa chiều dài và đường kính là rất lớn. Nó không tồn tại khuyết tật nên độ bền rất cao, vì vậy rất đắt tiền. Đặc biệt râu tinh thể rất khó liên kết với vật liệu nền. Những vật liệu râu tinh thể bao gồm graphite, silicon carbide, silicon nitride, aluminum oxide.
- Vật liệu làm sợi ở dạng đa tinh thể hoặc vô định hình có đường kính nhỏ, thông thường là polymer hoặc ceramic (polymer aramids, glass, carbon, boron, aluminum oxide, silicon carbide).
- Dạng dây có đường kính lớn hơn, những vật liệu điển hình như: molybdenum và tungsten. Dây được dùng như những sợi thép gia cường trong lớp xe ô tô.

Table 16.4 Characteristics of Several Fiber-Reinforcement Materials

<i>Material</i>	<i>Specific Gravity</i>	<i>Tensile Strength</i> [GPa (10 ⁶ psi)]	<i>Specific Strength</i> (GPa)	<i>Modulus of Elasticity</i> [GPa (10 ⁶ psi)]	<i>Specific Modulus</i> (GPa)
<i>Whiskers</i>					
Graphite	2.2	20 (3)	9.1	700 (100)	318
Silicon nitride	3.2	5–7 (0.75–1.0)	1.56–2.2	350–380 (50–55)	109–118
Aluminum oxide	4.0	10–20 (1–3)	2.5–5.0	700–1500 (100–220)	175–375
Silicon carbide	3.2	20 (3)	6.25	480 (70)	150
<i>Fibers</i>					
Aluminum oxide	3.95	1.38 (0.2)	0.35	379 (55)	96
Aramid (Kevlar 49™)	1.44	3.6–4.1 (0.525–0.600)	2.5–2.85	131 (19)	91
Carbon ^a	1.78–2.15	1.5–4.8 (0.22–0.70)	0.70–2.70	228–724 (32–100)	106–407
E-glass	2.58	3.45 (0.5)	1.34	72.5 (10.5)	28.1
Boron	2.57	3.6 (0.52)	1.40	400 (60)	156
Silicon carbide	3.0	3.9 (0.57)	1.30	400 (60)	133
UHMWPE (Spectra 900™)	0.97	2.6 (0.38)	2.68	117 (17)	121
<i>Metallic Wires</i>					
High-strength steel	7.9	2.39 (0.35)	0.30	210 (30)	26.6
Molybdenum	10.2	2.2 (0.32)	0.22	324 (47)	31.8
Tungsten	19.3	2.89 (0.42)	0.15	407 (59)	21.1

^a The term “carbon” instead of “graphite” is used to denote these fibers, since they are composed of crystalline graphite regions, and also of noncrystalline material and areas of crystal misalignment.

- Tính chất phụ thuộc: Hàm lượng sợi, sự phân bố, định hướng sợi, kích thước, hình dạng của nó.
 - Chiều dài sợi phải lớn hơn hoặc bằng chiều dài tới hạn.

$$l_c = \frac{\sigma_f^* d}{2\tau_c}$$

Critical fiber length—dependence on fiber strength and diameter, and fiber-matrix bond strength/matrix shear yield strength

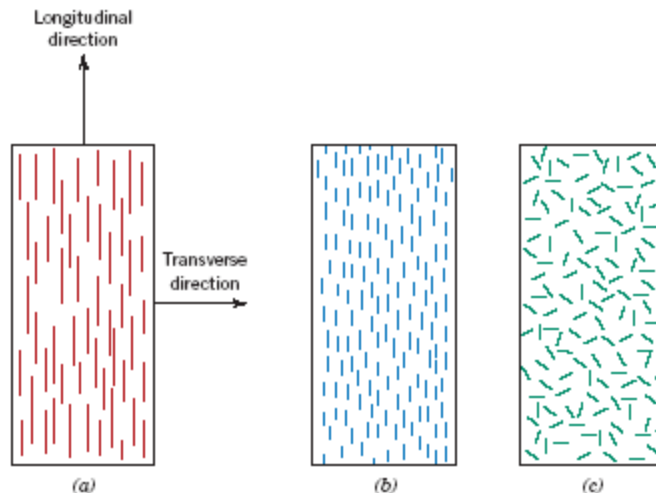


Figure 16.8 Schematic representations of (a) continuous and aligned, (b) discontinuous and aligned, and (c) discontinuous and randomly oriented fiber-reinforced composites.

Table 16.1 Typical Longitudinal and Transverse Tensile Strengths for Three Unidirectional Fiber-Reinforced Composites. The Fiber Content for Each Is Approximately 50 Vol%

<i>Material</i>	<i>Longitudinal Tensile Strength (MPa)</i>	<i>Transverse Tensile Strength (MPa)</i>
Glass–polyester	700	20
Carbon (high modulus)–epoxy	1000	35
Kevlar™–epoxy	1200	20

Source: D. Hull and T. W. Clyne, *An Introduction to Composite Materials*, 2nd edition, Cambridge University Press, 1996, p. 179.

Table 16.3 Reinforcement Efficiency of Fiber-Reinforced Composites for Several Fiber Orientations and at Various Directions of Stress Application

<i>Fiber Orientation</i>	<i>Stress Direction</i>	<i>Reinforcement Efficiency</i>
All fibers parallel	Parallel to fibers	1
	Perpendicular to fibers	0
Fibers randomly and uniformly distributed within a specific plane	Any direction in the plane of the fibers	$\frac{3}{8}$
Fibers randomly and uniformly distributed within three dimensions in space	Any direction	$\frac{1}{3}$

Source: H. Krenchel, *Fibre Reinforcement*, Copenhagen: Akademisk Forlag, 1964 [33].

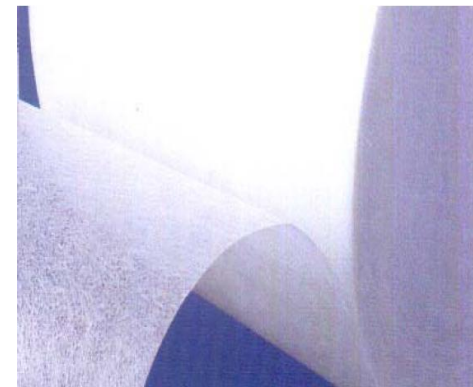
Table 16.2 Properties of Unreinforced and Reinforced Polycarbonates with Randomly Oriented Glass Fibers

<i>Property</i>	<i>Unreinforced</i>	<i>Fiber Reinforcement (vol%)</i>		
		<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Specific gravity	1.19–1.22	1.35	1.43	1.52
Tensile strength [MPa (ksi)]	59–62 (8.5–9.0)	110 (16)	131 (19)	159 (23)
Modulus of elasticity [GPa (10^6 psi)]	2.24–2.345 (0.325–0.340)	5.93 (0.86)	8.62 (1.25)	11.6 (1.68)
Elongation (%)	90–115	4–6	3–5	3–5
Impact strength, notched Izod (lb _f /in.)	12–16	2.0	2.0	2.5

Source: Adapted from Materials Engineering's *Materials Selector*, copyright © Penton/IPC.

- Một số composit cốt sợi thông dụng:

- Composit nền polymer cốt sợi
- Composit nền kim loại cốt sợi
- Composit nền ceramic cốt sợi



○ Composit nền polymer cốt sợi

- Vật liệu cốt: sợi thủy tinh, sợi cacbon, sợi aramid

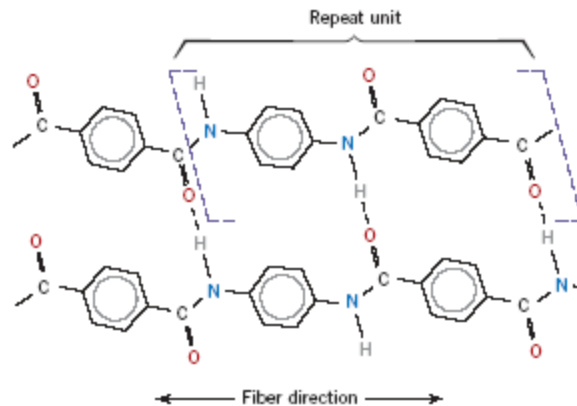


Figure 16.10 Schematic representation of repeat unit and chain structures for aramid (Kevlar) fibers. Chain alignment with the fiber direction and hydrogen bonds that form between adjacent chains are also shown. [From F. R. Jones (Editor), *Handbook of Polymer-Fibre Composites*. Copyright © 1994 by Addison-Wesley Longman. Reprinted with permission.]

Table 16.5 Properties of Continuous and Aligned Glass-, Carbon-, and Aramid-Fiber Reinforced Epoxy-Matrix Composites in Longitudinal and Transverse Directions. In All Cases the Fiber Volume Fraction Is 0.60

Property	Glass (E-glass)	Carbon (High Strength)	Aramid (Kevlar 49)
Specific gravity	2.1	1.6	1.4
Tensile modulus			
Longitudinal [GPa (10^6 psi)]	45 (6.5)	145 (21)	76 (11)
Transverse [GPa (10^6 psi)]	12 (1.8)	10 (1.5)	5.5 (0.8)
Tensile strength			
Longitudinal [MPa (ksi)]	1020 (150)	1240 (180)	1380 (200)
Transverse [MPa (ksi)]	40 (5.8)	41 (6)	30 (4.3)
Ultimate tensile strain			
Longitudinal	2.3	0.9	1.8
Transverse	0.4	0.4	0.5

Source: Adapted from R. F. Floral and S. T. Peters, "Composite Structures and Technologies," tutorial notes, 1989.

- Vật liệu nền:

- Cần có tính chất cơ lý, tính bám dính, độ bền và khả năng chịu môi trường tốt.
- Gồm có nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn:
polyethylen, polypropylen, polyester, vinyl ester, epoxy, polyimide, polyetheretherketone, poly(phenylene sulfide), polyetherimide...

Một số phương pháp gia công composit nền polymer cốt sợi

Phương pháp thủ công lăn tay:



- 
-
- Phương pháp phun sợi và nhựa

Phương pháp kéo sợi:

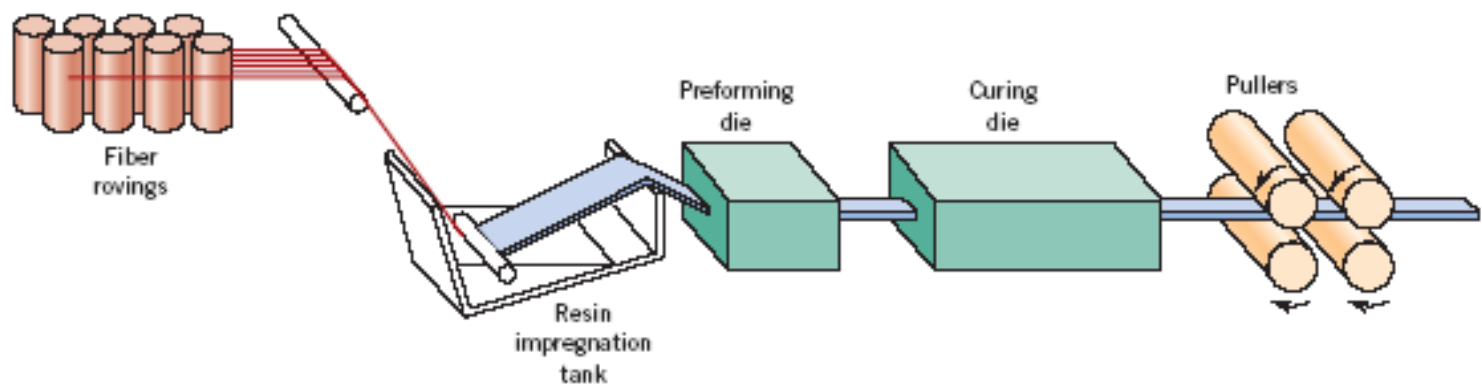
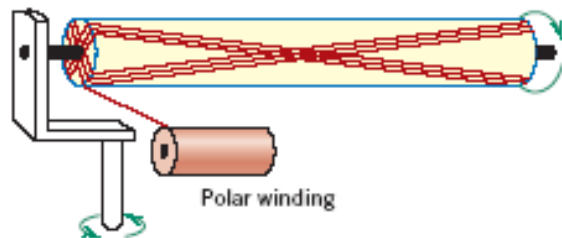
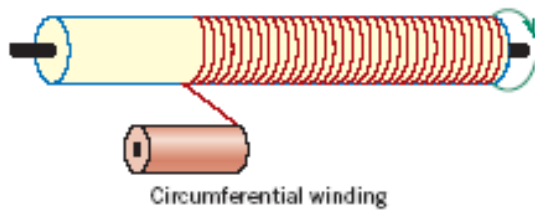
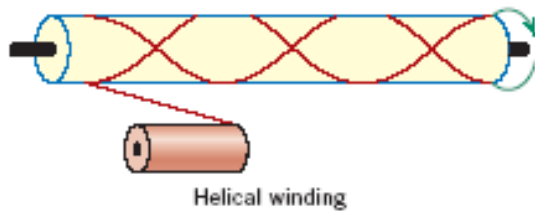


Figure 16.13 Schematic diagram showing the pultrusion process.

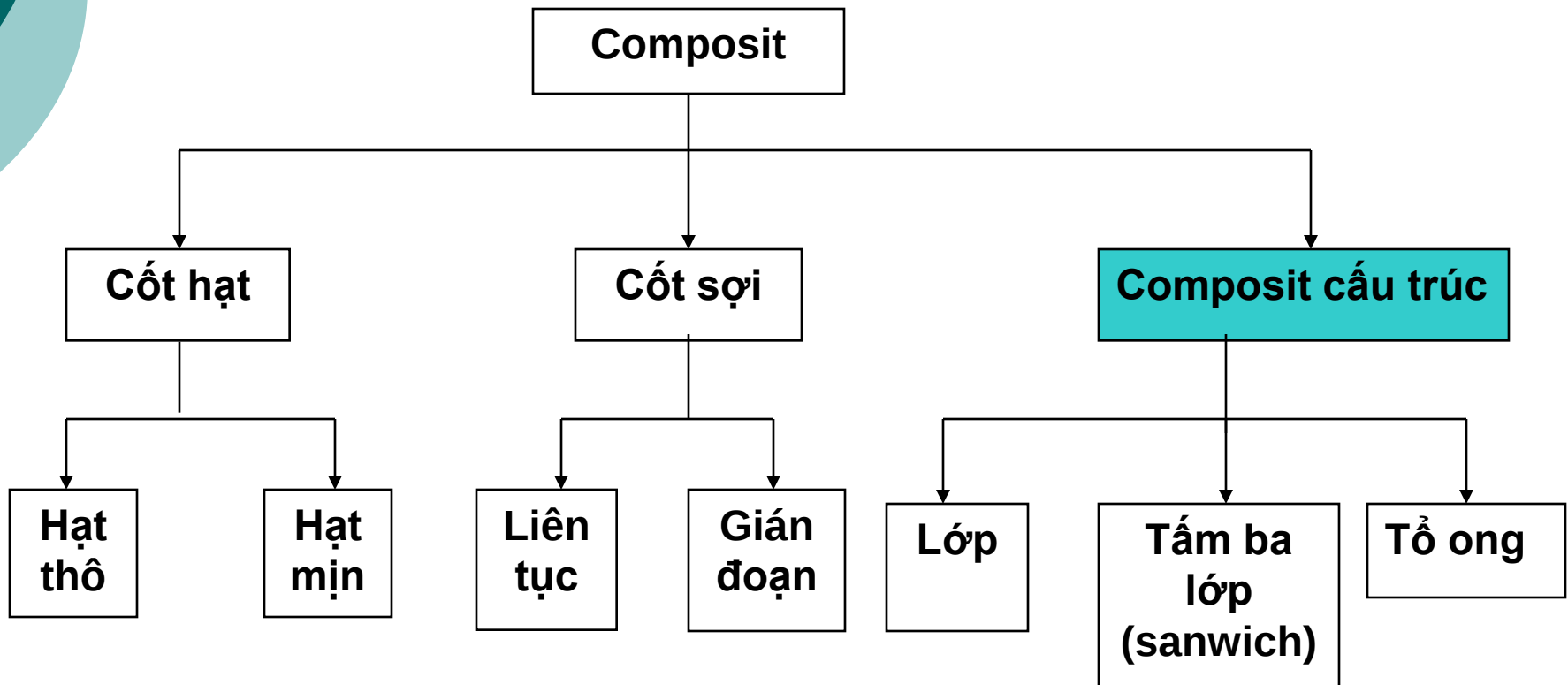
○ Phương pháp quấn sợi



Chương 6: Vật liệu composit

6.4 Giới thiệu một số loại composit:

- Theo hình học của cốt



- **Cấu tạo composit dạng cấu trúc**
- **Composit cấu trúc dạng lớp:**
 - Cấu trúc: gồm các lớp cơ sở là những tấm composit có sợi gia cường theo một hướng nhất định. Những tấm này được liên kết với nhau tạo composit cấu trúc lớp chịu được lực theo nhiều hướng:

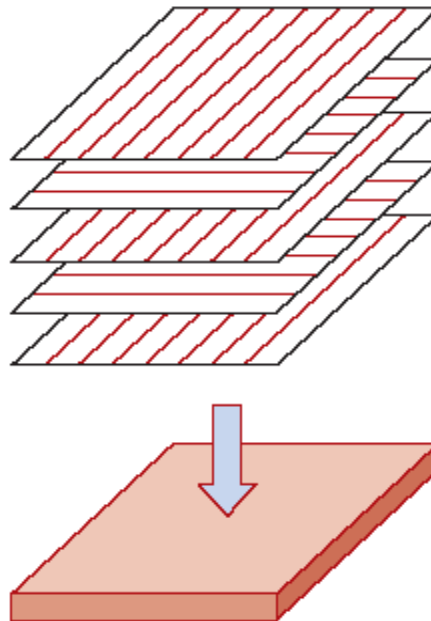
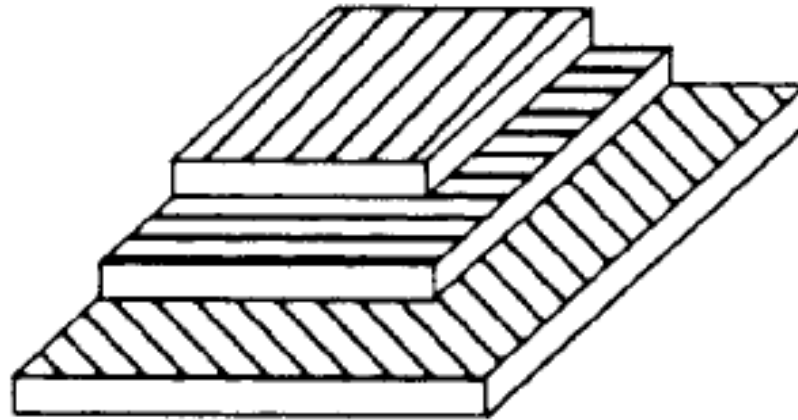


Figure 16.16 The stacking of successive oriented, fiber-reinforced layers for a laminar composite.

- Chẳng hạn các tấm vải bông, vải sợi thủy tinh hoặc carbon được ép lại nhờ chất kết dính là polymer sẽ cho ta các composit dạng lớp có độ bền cao theo phương bất kỳ song song với mặt tấm.



○ **Composit dạng sandwich.**

● **Khái niệm**

Bao gồm 2 lớp mỏng cứng bên ngoài bao bọc một lớp lõi dày bên trong.

Tạo nên một cấu trúc nhẹ nhưng có độ cứng và độ bền tương đối cao.

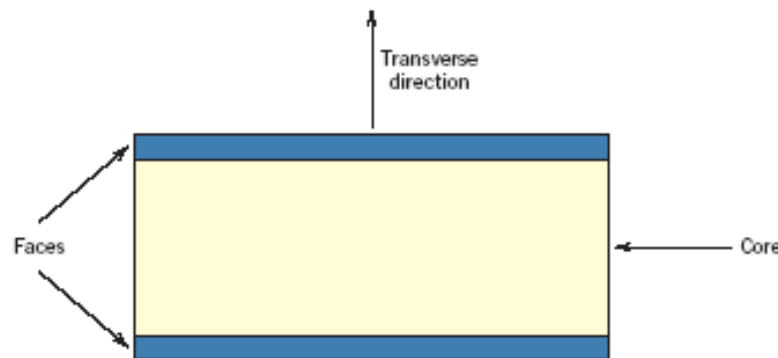
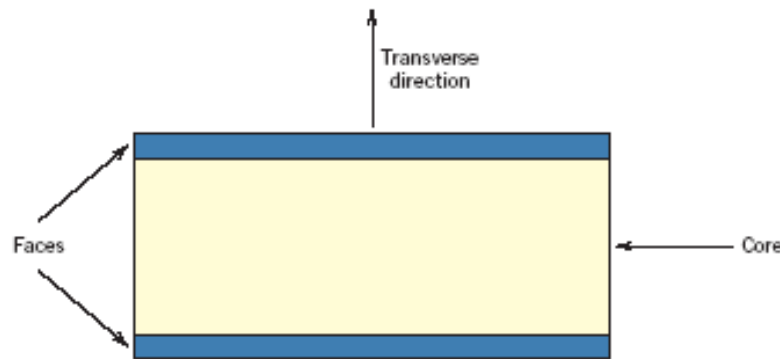


Figure 16.17
Schematic diagram
showing the cross
section of a sandwich
panel.



- Lớp vỏ ngoài được chế tạo từ vật liệu bền và cứng, điển hình là *hợp kim nhôm, nhựa gia cường sợi, titanium, thép, ván ép*. Lớp vỏ tạo nên độ bền và độ cứng cho toàn bộ cấu trúc, vì vậy phải đủ dày để chịu được ứng suất kéo và nén.
- Vật liệu làm lõi thì nhẹ hơn, thông thường có module đàn hồi thấp. Nhưng nhờ có độ dày hơn nên nó cung cấp cho composite sandwich độ bền uốn , bền trượt cao.
- Vật liệu lõi thông thường là: foam polymer cứng (phenolics, epoxy, polyurethanes), gỗ, cấu trúc tổ ong.

Composit dạng tổ ong

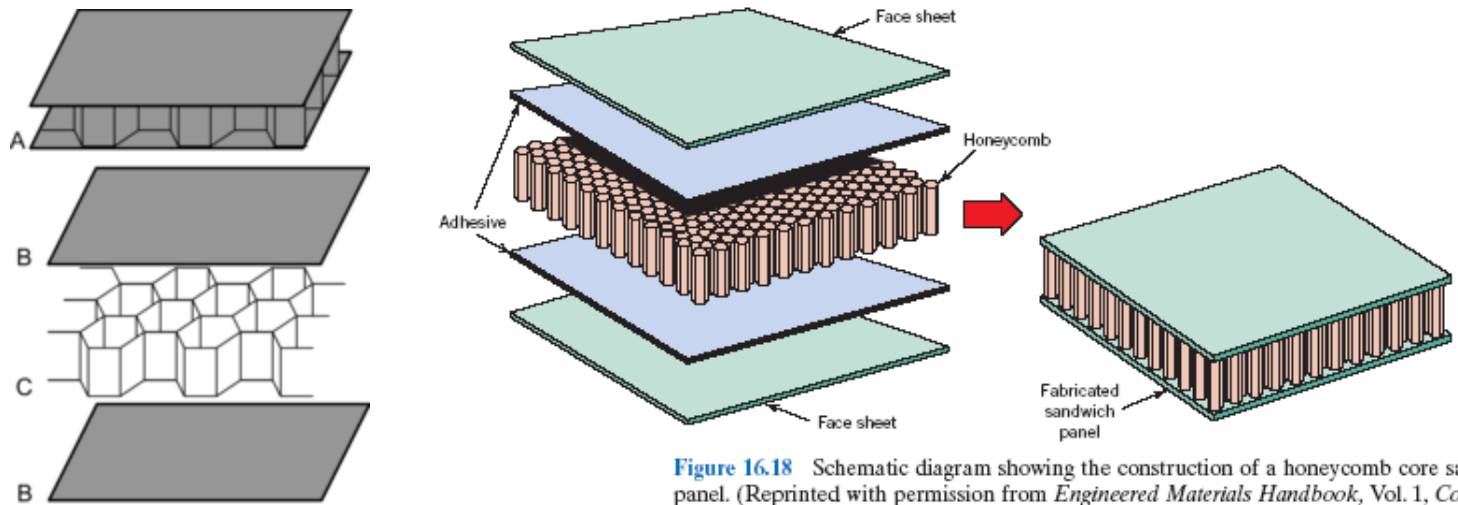


Figure 16.18 Schematic diagram showing the construction of a honeycomb core sandwich panel. (Reprinted with permission from *Engineered Materials Handbook*, Vol. 1, *Composites*, ASM International, Metals Park, OH, 1987.)

- Mô hình trên mô tả composite sandwich (A) và các thành phần của nó gồm: các tấm mặt (B) và lõi có cấu trúc tổ ong (C)
- Cấu trúc tổ ong thông thường làm từ hợp kim nhôm hoặc polymer aramid.
- Composit cấu trúc sandwich có nhiều ứng dụng: tấm lợp mái, sàn, tường trong xây dựng, hoặc cánh, thân máy bay, một phần đuôi máy bay.