

# VẬT LIÊU GỒM SỨ và CƠ HỘI NGHỀ NGHIỆP

**PGS.TS ĐỖ QUANG MINH**  
**ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP HCM**

# Phần mở đầu: KHÁI NIỆM VẬT LIỆU

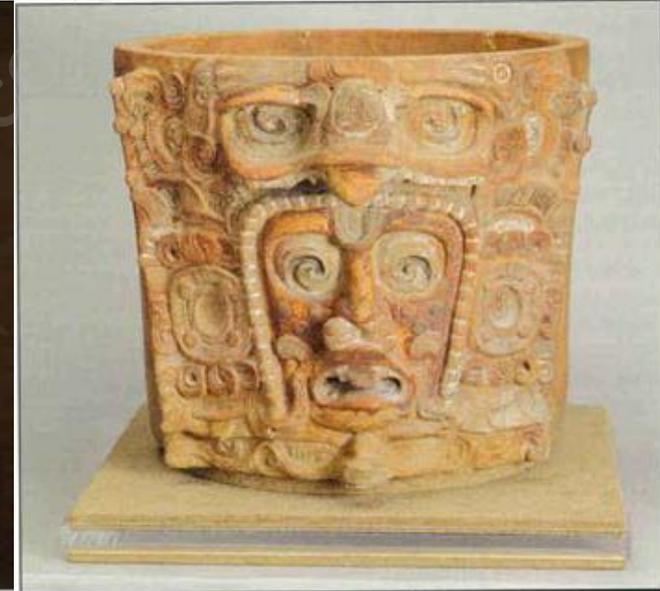
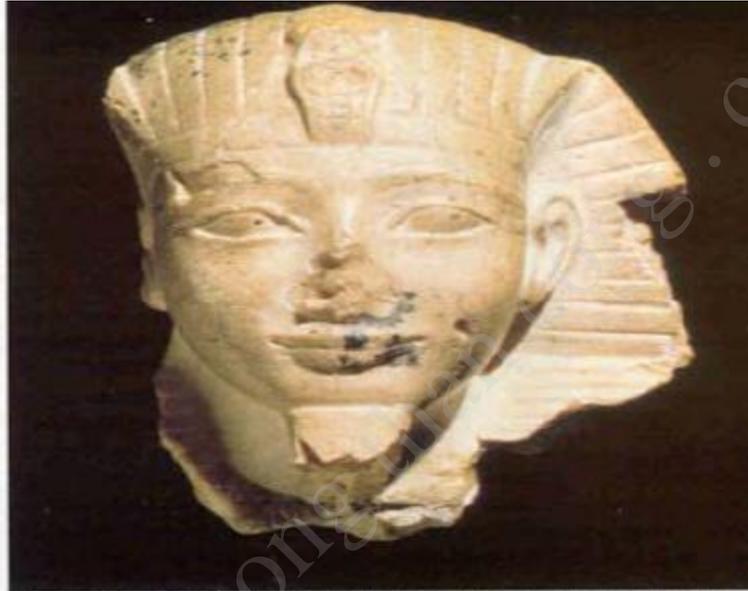


Figure 2-4, Cast-glass head of Amenhotep II. From the early 18th dynasty of Egypt, about 1436 to 1411, originally cast as blue glass, but weathered at the surface to a

Figure 3-6, Mayan urn. One of two matching urns, dated from AD 500 to 800, found in a tomb in the central Petén-Tikal/Uaxactun region of Guatemala. This 14.5 inch high earthenware urn depicts



Figure 3-10, A variety of ceramic items, including the tips of ball-point pens, scissors, knives, and a golf putter. (Photograph courtesy of the Ayco.)

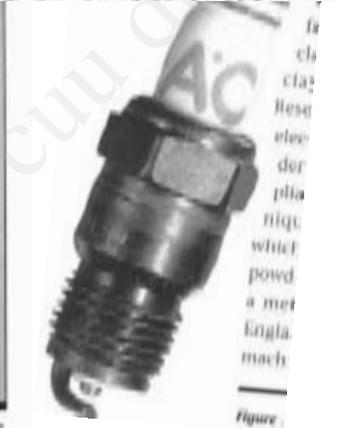


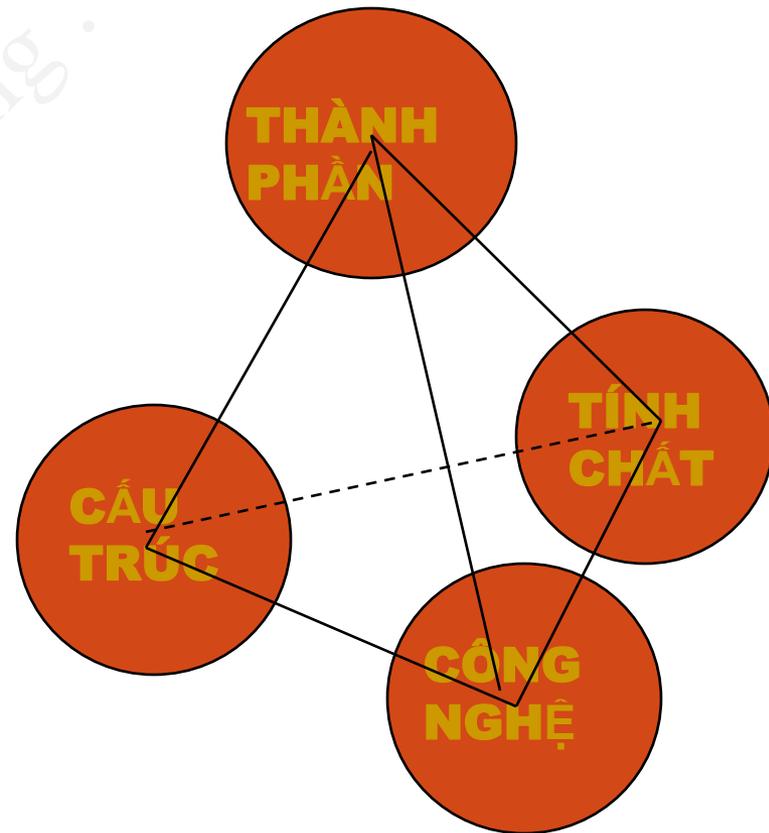
Figure 1-4, A variety of ceramic items, including the tips of ball-point pens, scissors, knives, and a golf putter. (Photograph courtesy of the Ayco.)



Figure 1-4, Beautifully crafted Swiss watch fabricated mostly from ceramics.

# KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU

- **Vật liệu :**
  - **sản phẩm công nghệ** với **chất liệu** và **tính chất cần thiết**
  - **hình dạng, kích thước** phù hợp **mục đích sử dụng**
- **Thể hiện sự thống nhất:**  
**thành phần – cấu trúc – tính chất**  
**– công nghệ**



# PHÂN LOẠI VẬT LIỆU

- **Theo thành phần hóa học, phân bốn nhóm:**
  - Gốm sứ, thủy tinh và xi măng,
  - Vật liệu polyme,
  - Kim loại và hợp kim,
  - Composite.
- **Theo cấu trúc:**
  - Cấu trúc tinh thể (đơn tinh thể và đa tinh thể).
  - Cấu trúc vô định hình (vô cơ, hữu cơ) và vật liệu nano (vi tinh thể).

# KIM LOẠI

- Vật liệu kim loại là sự kết hợp các nguyên tố kim loại như Fe, Al, Cu, Ag, Au...
- Liên kết kim loại: Nguyên tử định vị, mây electron tự do bay quanh.
- Cấu trúc: tinh thể
- Công nghệ tạo hình chính: đúc, gia công cán, kéo, rèn dập, nguội...
- Tính chất: dẻo, dẫn điện, dẫn nhiệt, không bền hóa
- Do vai trò của sắt (Fe), có thể chia:
  - Kim loại chứa sắt (đen)
  - Kim loại không chứa sắt (màu)

# VẬT LIỆU POLYMER

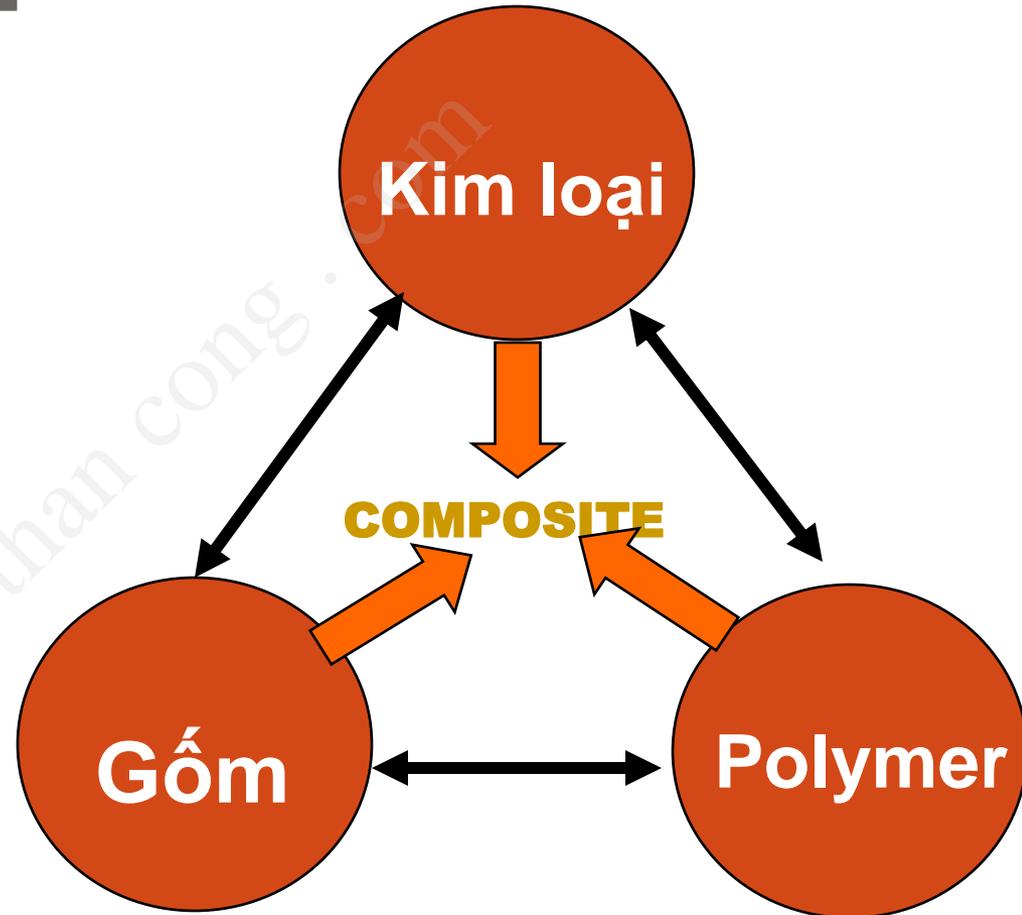
- Polymer là các vật liệu hữu cơ thành phần chính là C, O, H ... có khối lượng phân tử lớn, cấu trúc sợi dài với nhiều phân nhánh.
- Cấu trúc: vô định hình
- Liên kết chính: cộng hóa trị, Van der Waals, Hydro
- Công nghệ chính: tạo hình trong miền biến mềm
- Tính chất: có khoảng biến mềm, không dẫn điện, nhiệt độ biến dạng thấp

# VẬT LIỆU CERAMIC (GỐM)

- KHÔNG PHẢI LÀ KIM LOẠI, KHÔNG PHẢI LÀ POLYMER
- Thường là hợp chất của một kim loại và phi kim (Có oxy:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  không oxy:  $\text{SiC}$ ,  $\text{BN}$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ...)
- Liên kết chính: ion và cộng hóa trị
- Cấu trúc: tinh thể, vô định hình
- Công nghệ: công nghệ gốm (kết khối nguyên liệu bột ở nhiệt độ cao)
- Tính chất: giòn, cứng, cách điện, cách nhiệt, nhiệt độ biến dạng cao, bền hóa...
- Phân loại:
  - Vật liệu truyền thống: dân dụng (gốm sứ, xi măng), sử dụng **đất sét** làm nguyên liệu chính
  - Vật liệu phát triển: vật liệu kỹ thuật (vật liệu kết cấu, vật liệu điện, điện tử...)

# COMPOSITE

- Là vật liệu kết hợp (tổ hợp) từ hai cấu tử (thành phần) trở lên:
- 1 - trường phân tán (pha liên kết),
- 2 - pha phân tán.
- ***Kết hợp những đặc tính tốt nhất của mỗi pha thành phần.***



# VẬT LIỆU CERAMIC

- Rất khó định nghĩa chính xác
- Một số cách xem xét chính hiện nay:
  - Thành phần: Kim loại+phi kim (Oxit, Carbide, Nitride...)
  - Kiểu liên kết (ion và cộng hóa trị)
  - Hóa tinh thể (cấu trúc tinh thể)
  - Vi mô
  - Công nghệ



# Kiểu liên kết

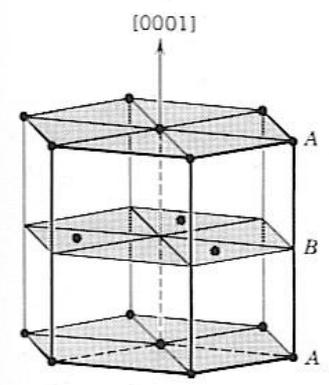
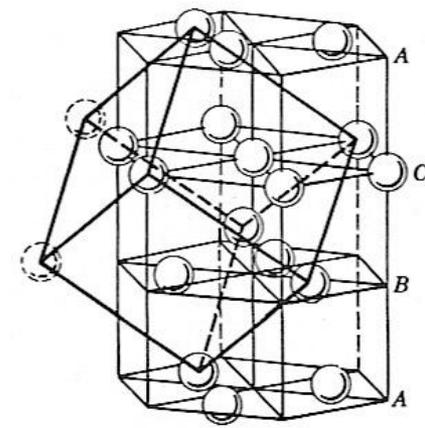
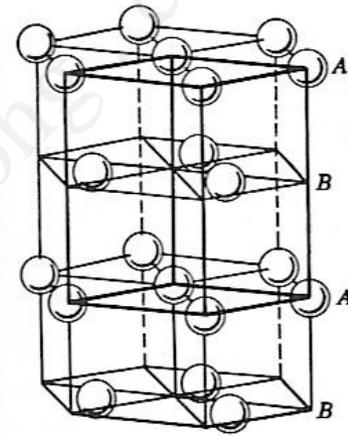
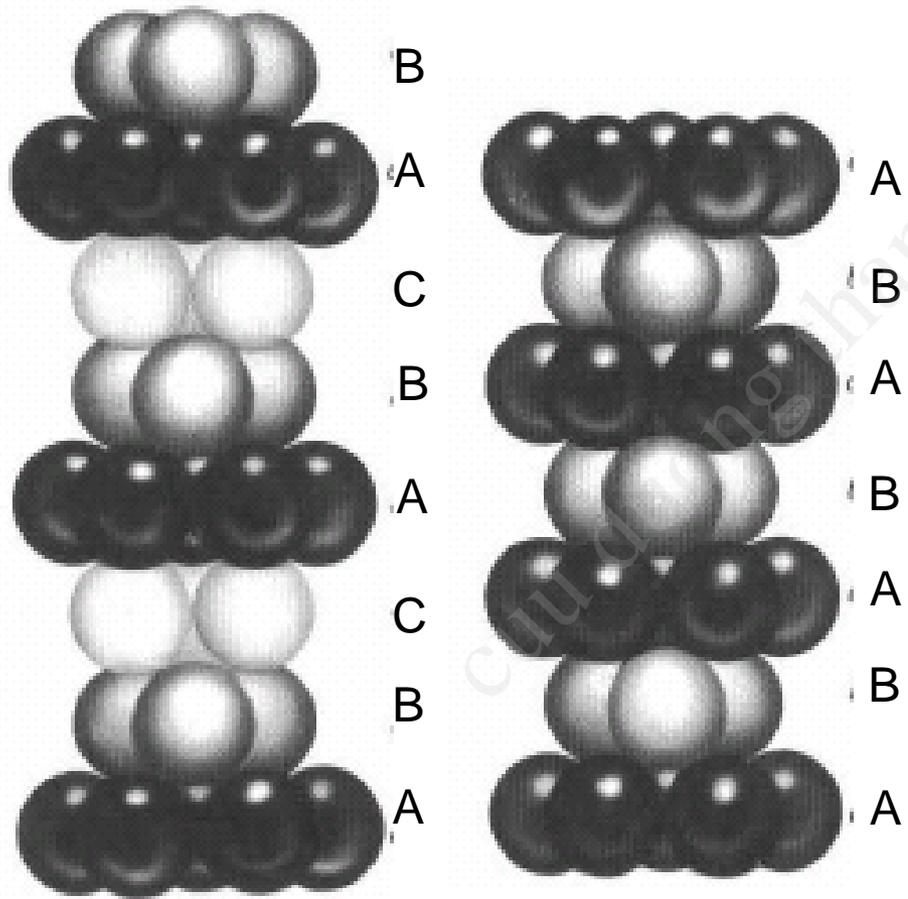
Liên kết ion trong chất vô cơ Nhận xét

Vật liệu	% liên kết ion
CaF <sub>2</sub>	89
MgO	73
NaCl	67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	63
SiO <sub>2</sub>	51
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	30
ZnS	18
SiC	12

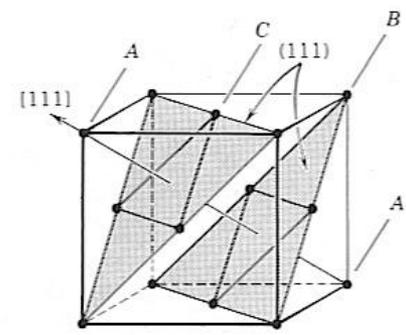
- Kim loại: liên kết kim loại là chính
- Polymer: liên kết phân tử
- Ceramic: ion và cộng hóa trị
- *Kiểu liên kết không phải là tiêu chí rõ ràng*

# CẤU TRÚC HÓA TINH THỂ

quả cầu cùng bán kính: lập phương hoặc lục giác



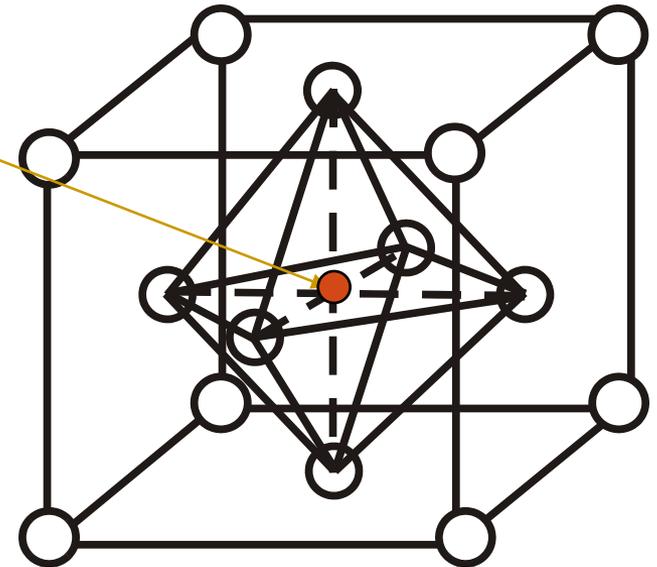
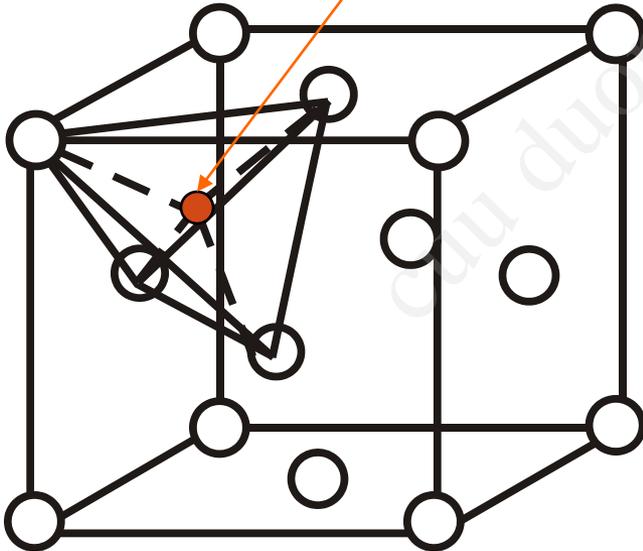
Hexagonal close-packed (HCP)  
(a)



Cubic close-packed (CCP)  
(b)

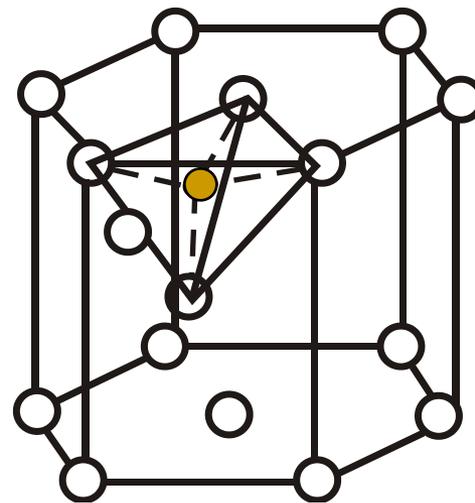
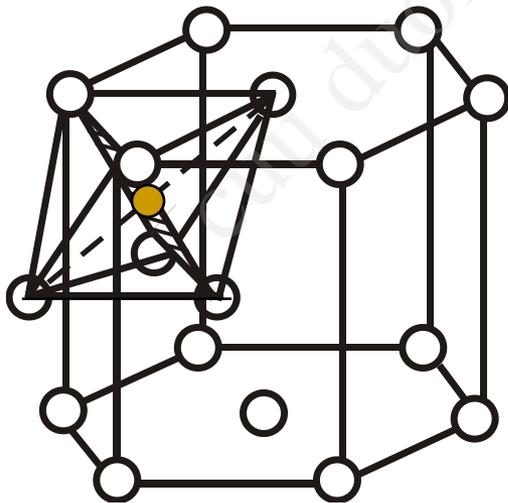
# LỖ TRỐNG TRONG CẤU TRÚC LẬP PHƯƠNG và SỰ HÌNH THÀNH CERAMIC

- Các anion tạo cấu trúc lập phương
    - các lỗ trống giữa các **tứ diện** (của cấu trúc lập phương) hoặc
    - bát diện** (của cấu trúc lập phương tâm mặt).
- Các cation đi vào lỗ trống tạo cấu trúc ceramic

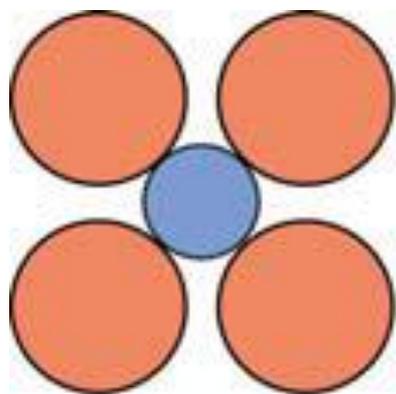


# LỖ TRỐNG TRONG CẤU TRÚC LỤC GIÁC và SỰ HÌNH THÀNH CERAMIC

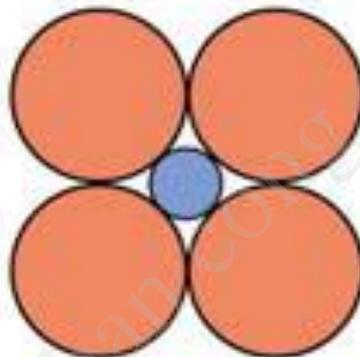
- Các anion sắp xếp tạo lục giác
- Các **lỗ trống** còn có tên là *8 mặt lục giác* hoặc *tứ diện lục giác* để phân biệt với các lỗ trống từ cấu trúc lập phương.
- Các cation đi vào lỗ trống



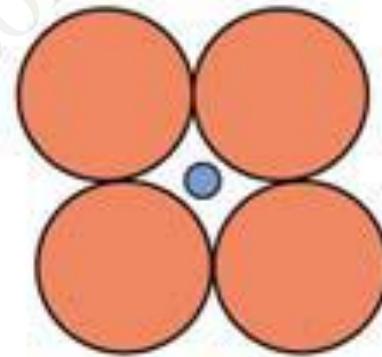
# Sự hình thành cấu trúc ceramic



Stable



Stable

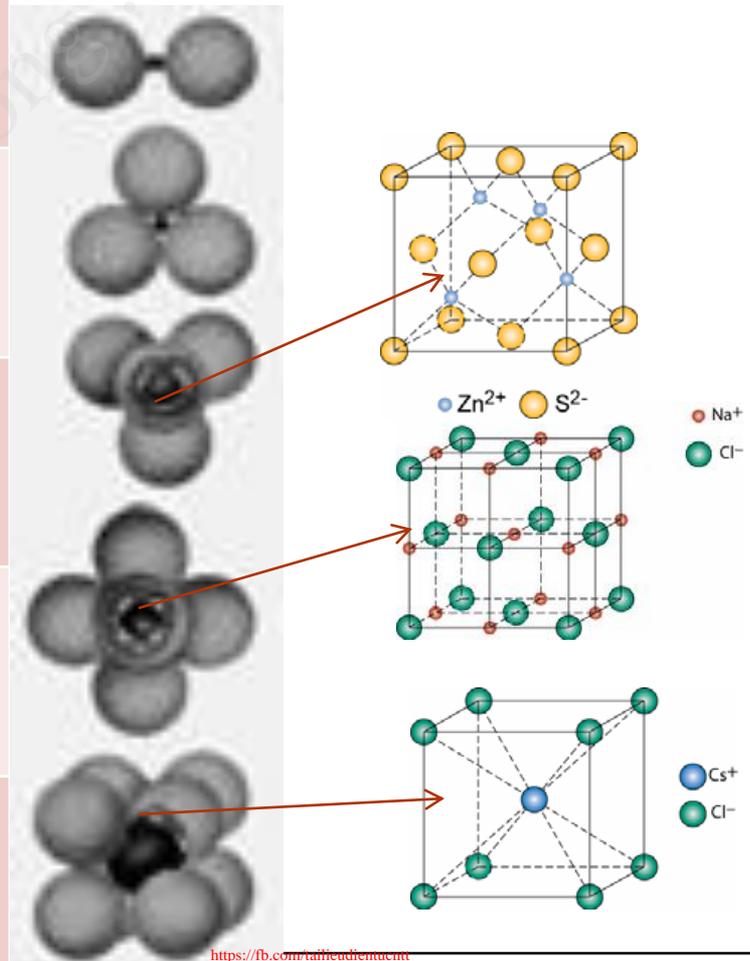


Unstable

- Độ bền vững cấu trúc phụ thuộc tỷ lệ  $R_{\text{cation}} : R_{\text{anion}}$
- Các cation có thể chiếm một phần lỗ trống, không nhất thiết phải lấp đầy các lỗ trống
- Sự tỷ lệ lượng (stoichiometry): nếu tất cả một loại lỗ trống bị lấp đầy, các cation còn lại phải đi vào loại lỗ trống khác.

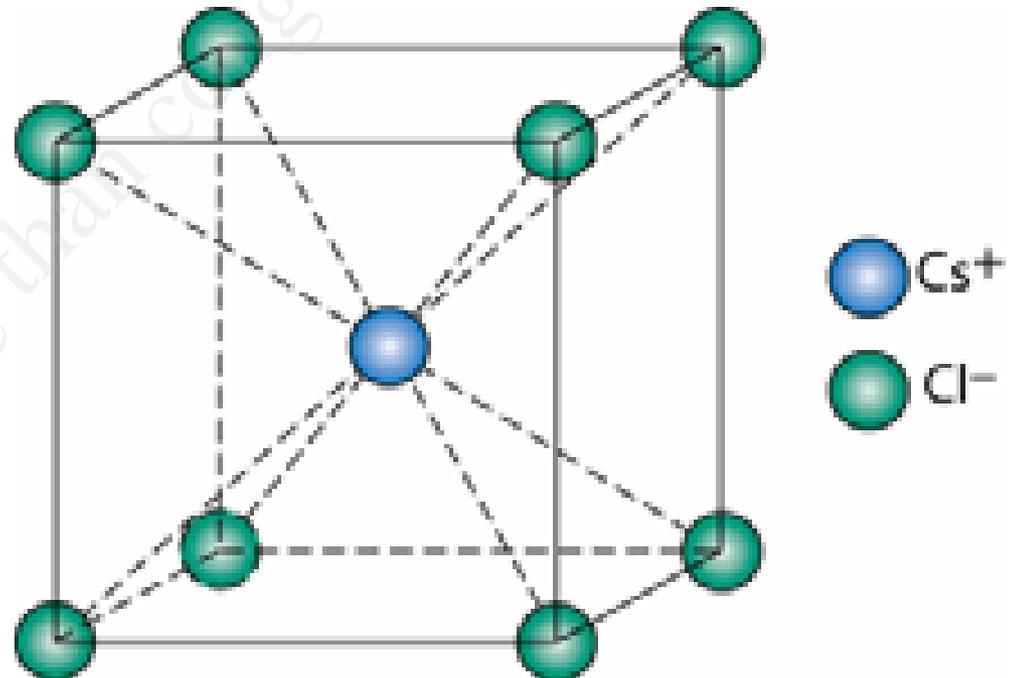
# Số phối trí và bán kính ion

Tỷ lệ	Số phối trí	Đa diện phối trí
< 0.155	#	Đường
0.155 - 0.225	3	Tam giác
0.225 - 0.414	4	Tứ diện
0.414 - 0.732	6	Bát diện
0.732 - 1.0	8	lập phương

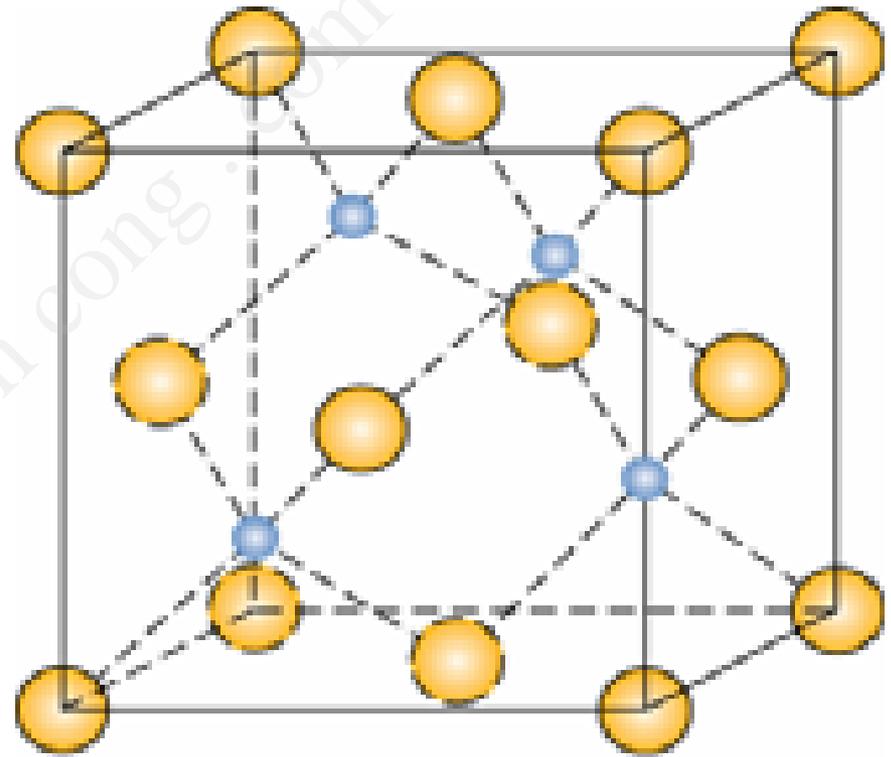


# Kiểu Cấu Trúc AX

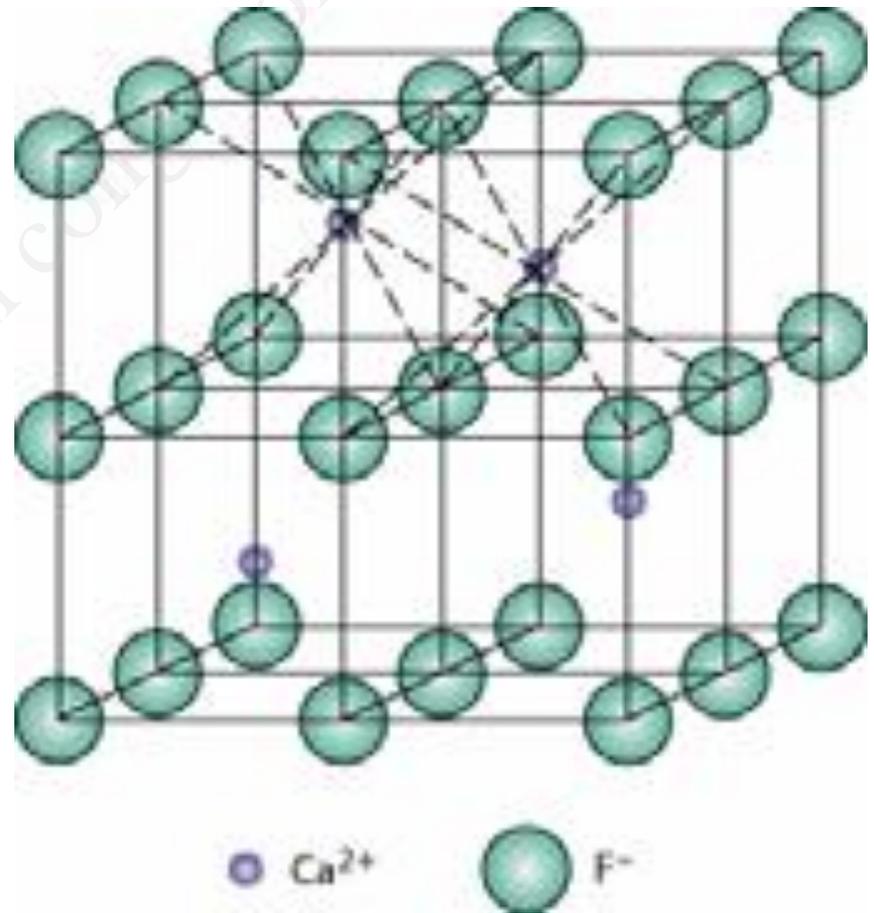
- AX-



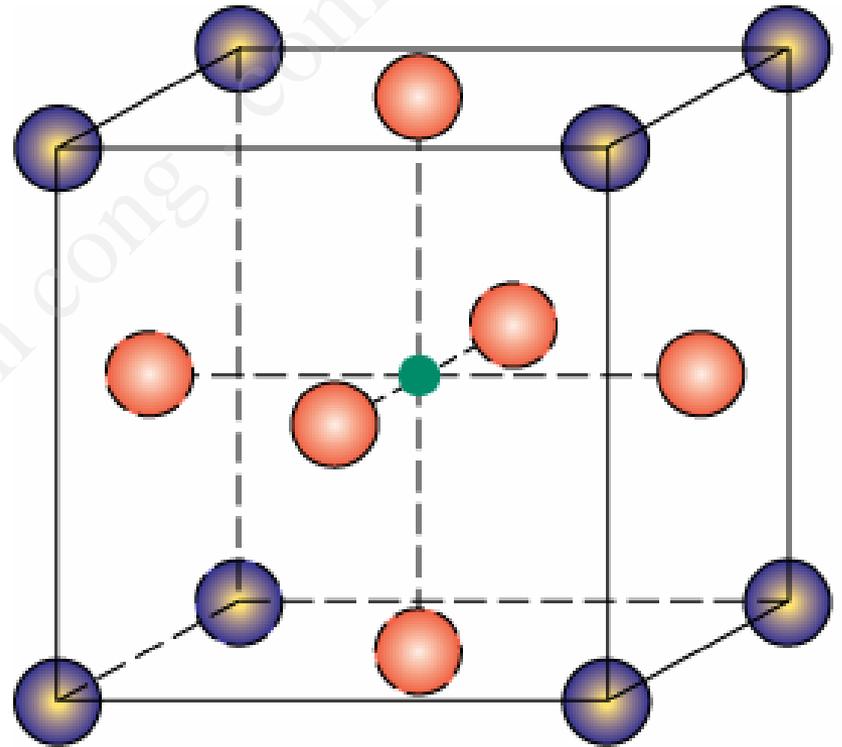
# Kiểu Cấu Trúc AX



# Kiểu Cấu Trúc AX<sub>2</sub>



# Kiểu Cấu Trúc $ABX_3$



# Ceramic Silicat

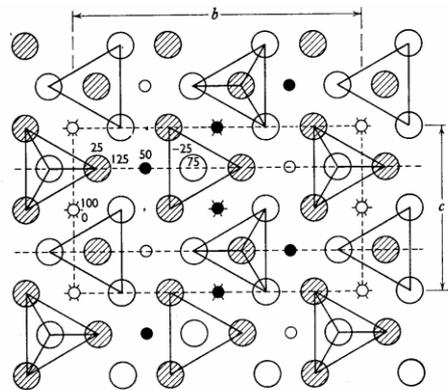
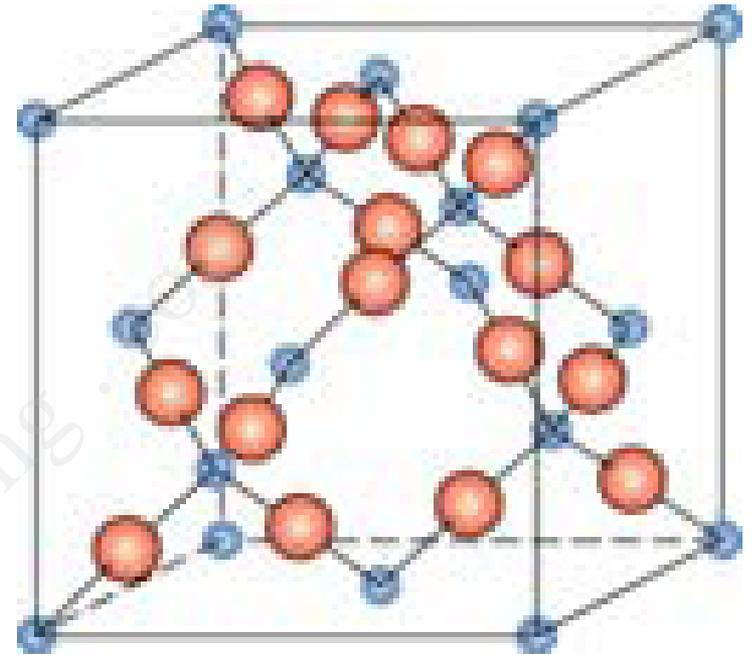
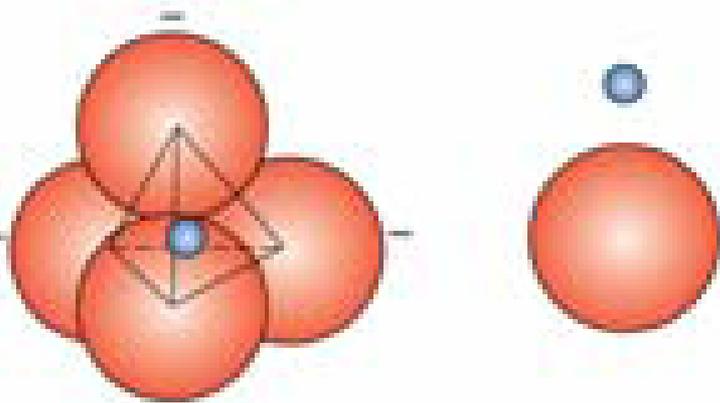
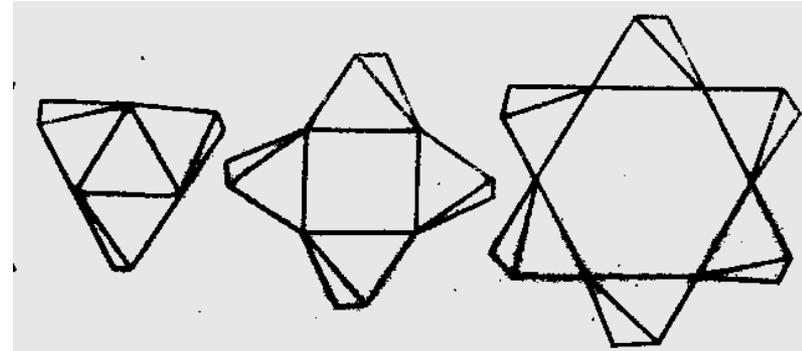
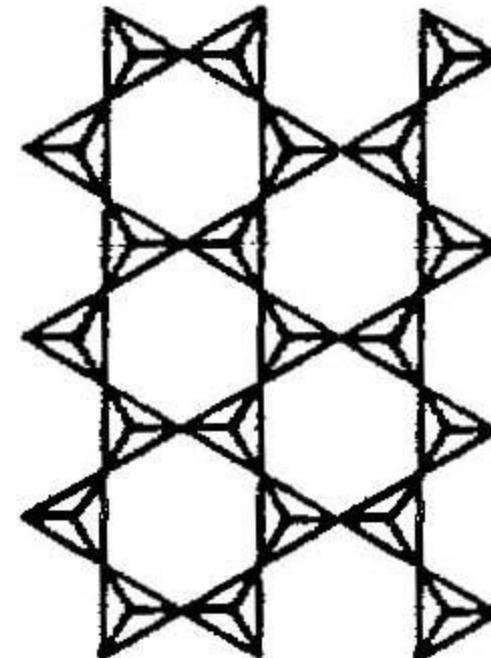
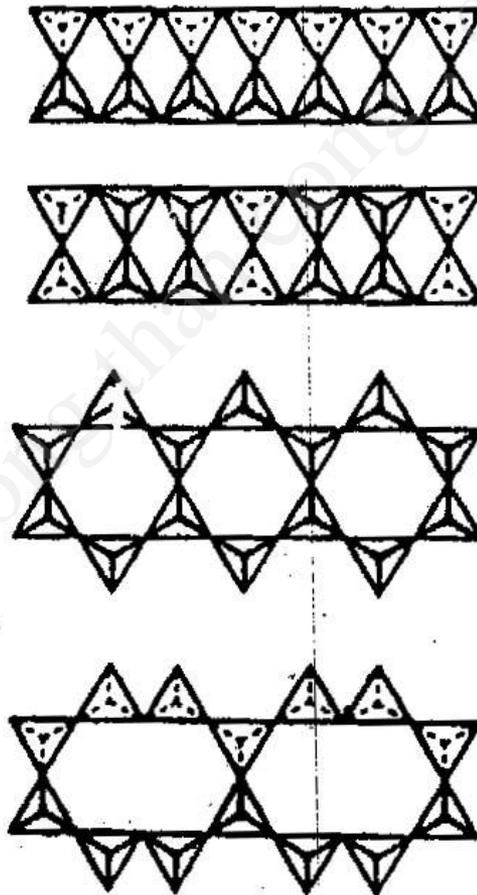
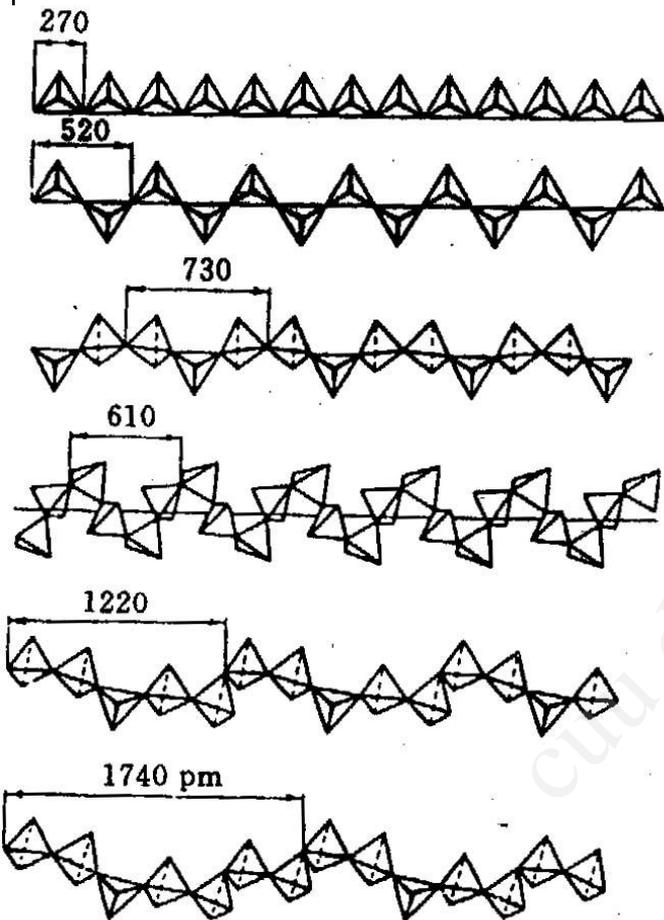


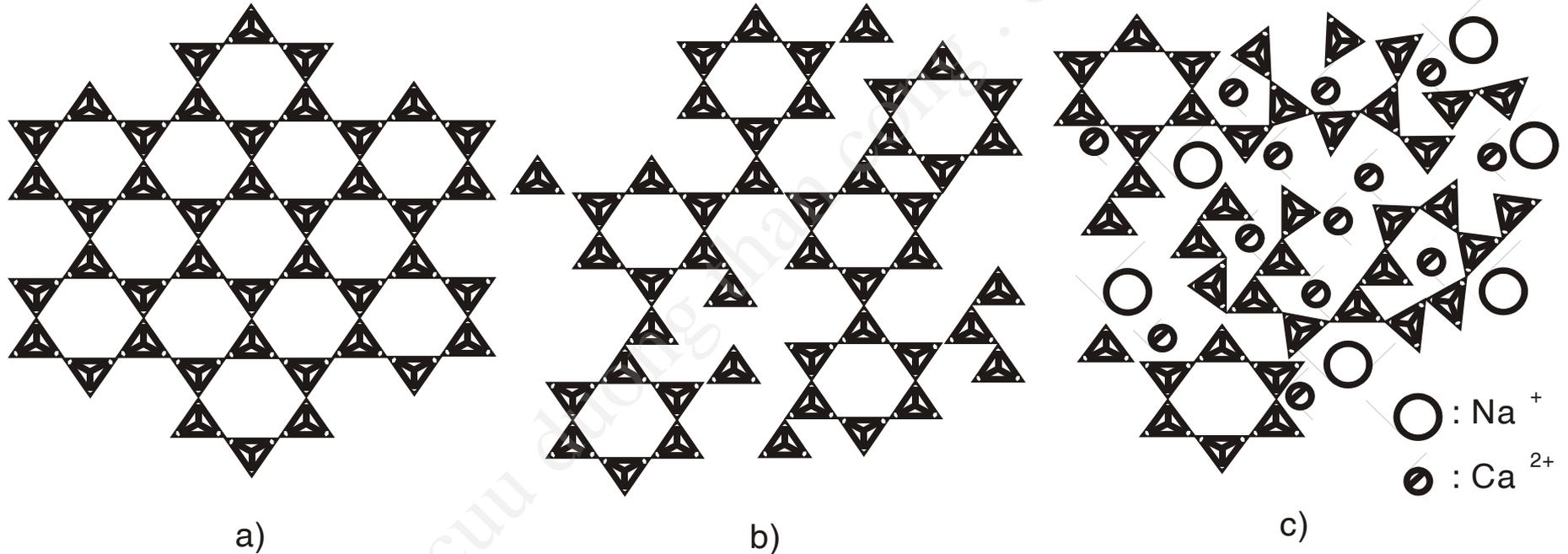
FIG. 1. Olivine structure parallel to (100) plane. Si atoms are at the centres of the tetrahedra and are not shown. Small open circles  $\circ$  Mg atoms at  $z = 0$ ; small solid circles  $\bullet$  Mg atoms at  $z = \frac{1}{2}$  (after Bragg and Brown, 1926).



# Ceramic Silicat tinh thể

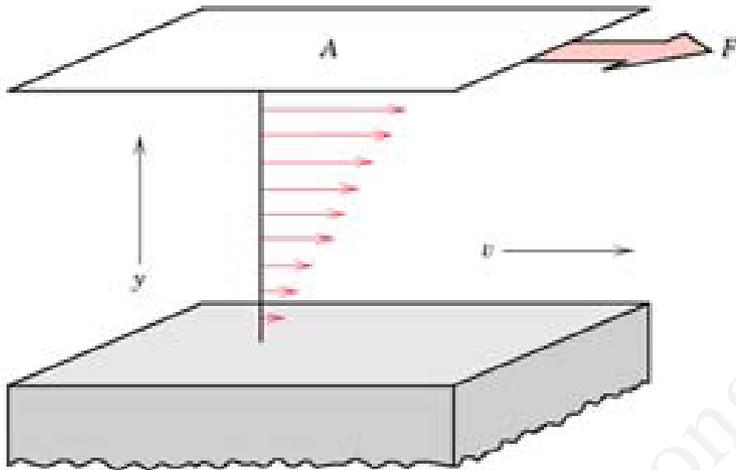


# Thủy tinh Silicat



Các tứ diện sắp xếp không theo trật tự, tạo nhiều lỗ trống.  
Các cation lấp vào vị trí lỗ trống (biến tính)

# Thủy tinh Silicat



**Độ nhớt là thước đo sức cản của thủy tinh chống lại sự biến dạng**

$$\eta = \frac{\tau}{dv / dy} = \frac{F / A}{dv / dy}$$

**Ceramic tinh thể:** không có lệch mạng. Do độ bền liên kết (ion + cộng hóa trị) rất lớn.

Ceramic có tính giòn.

**Thủy tinh:** tương tự ceramic tinh thể, không có lệch mạng.

**Vật liệu biến dạng bởi dòng chảy nhớt.** đây là quá trình phá hủy và tái tạo lại liên kết giữa các nguyên tử

Biến dạng như sự trượt lên nhau giữa các lớp chất lỏng.

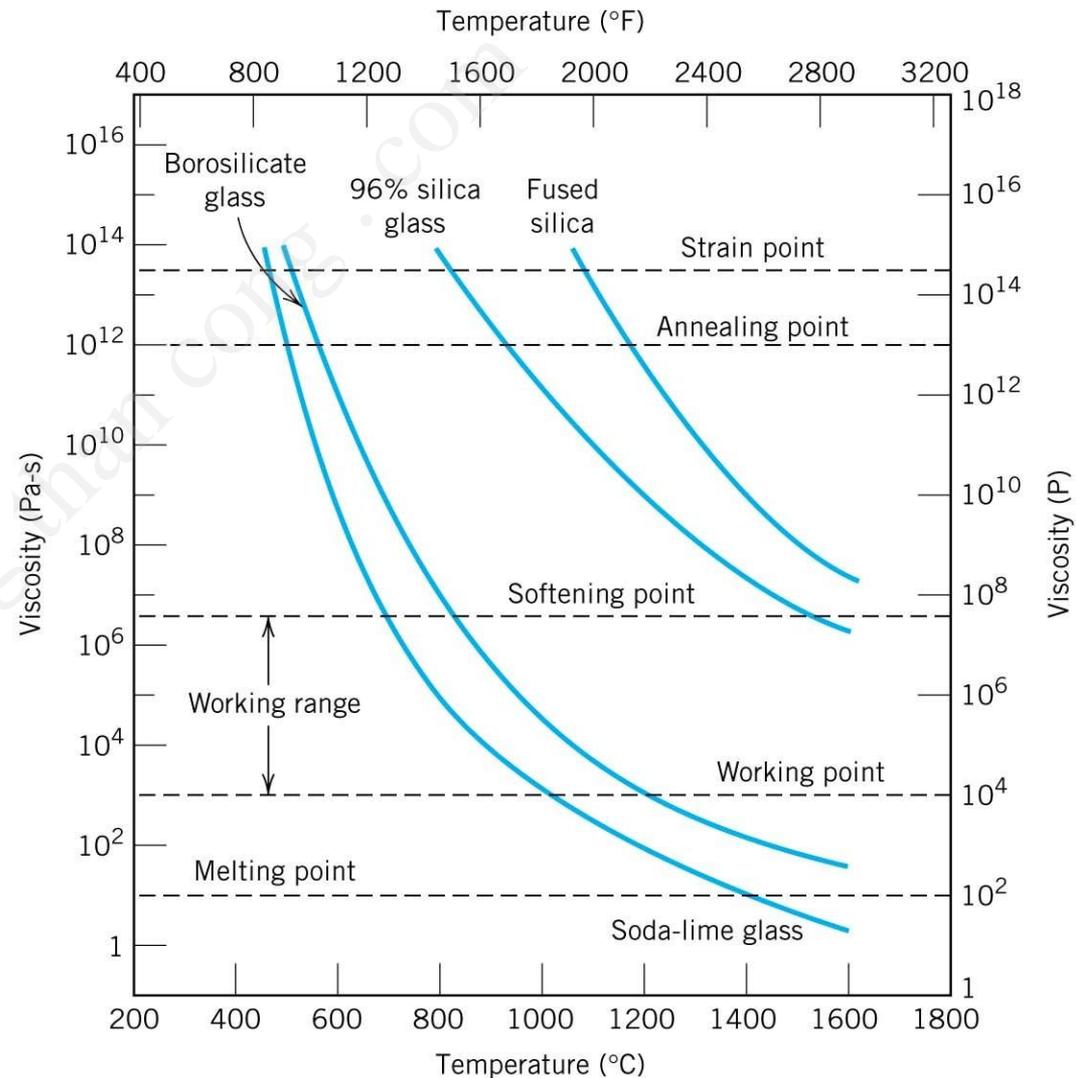
**Khái niệm chất rắn:**

**Chất rắn là những chất có độ nhớt từ  $10^{12}$  poaz trở lên.**

# ĐỘ NHỚT

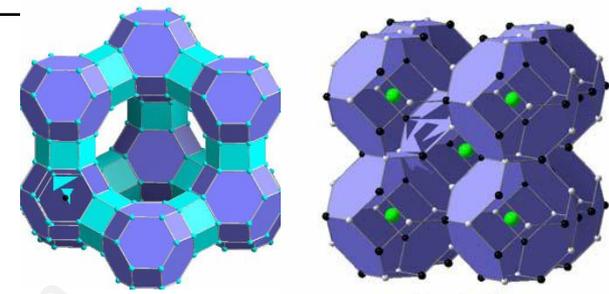
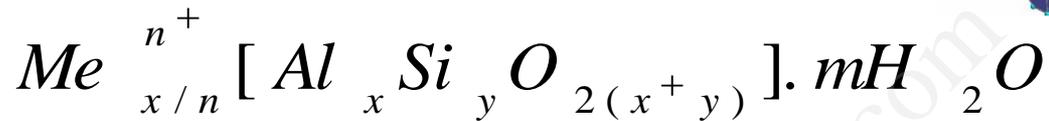
$$\eta = \frac{\sigma}{d\varepsilon / dt}$$

- Where
  - $\eta \equiv$  Viscosity
  - $\sigma \equiv$  Tensile Stress
  - $\varepsilon \equiv$  Tensile Strain



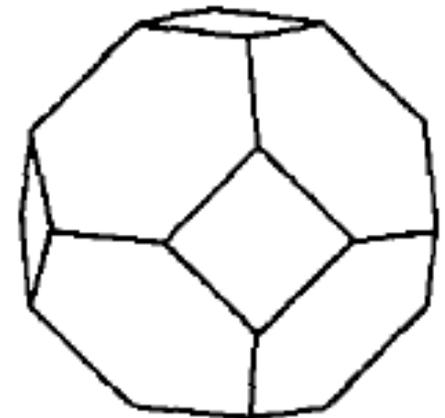
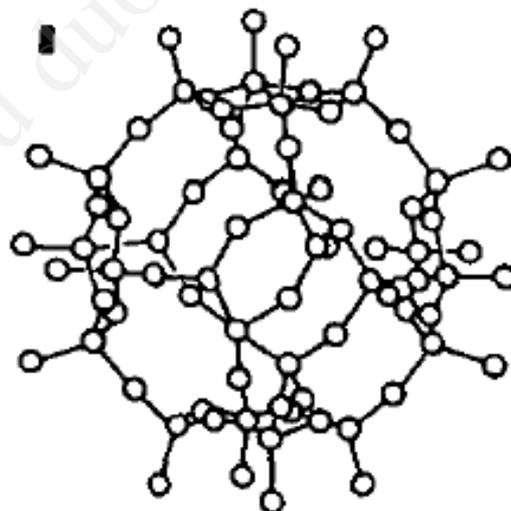
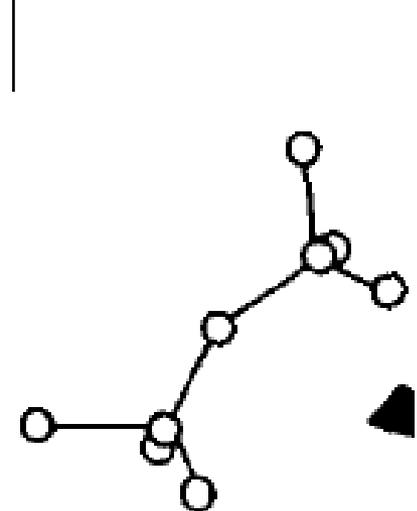
# Silicat cấu trúc khung

## Zeolite

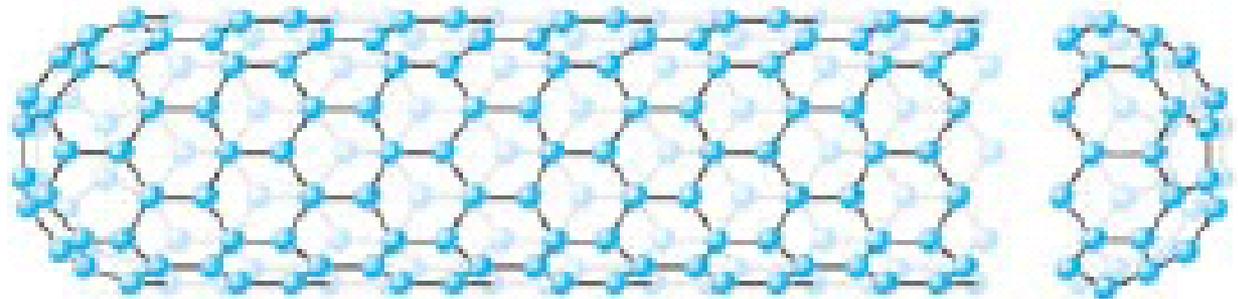
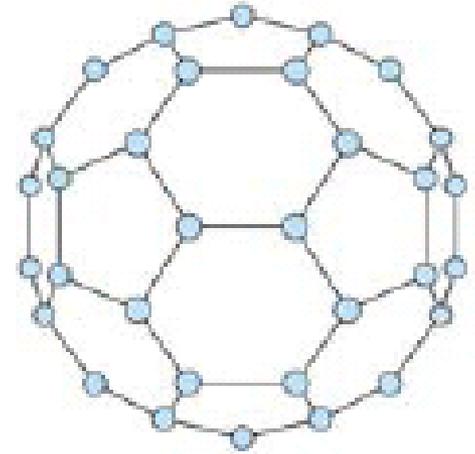
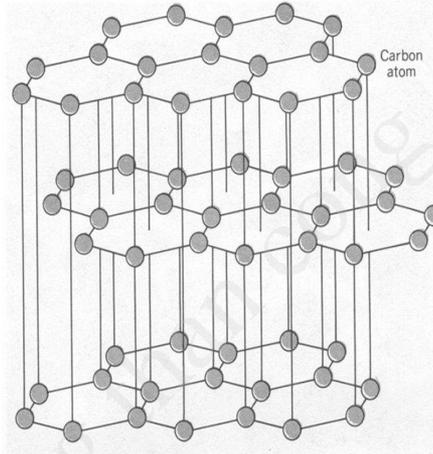
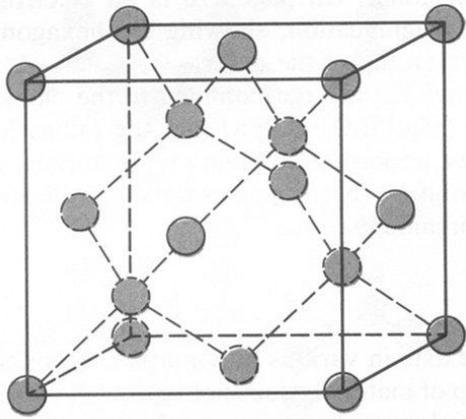


Sodalite

- Trong khung zeolite,  $x$  ion  $Al^{3+}$  thay thế  $(x+y)$  ion  $Si^{4+}$ .
- Điện tích dư bù bởi  $nMe^+$  (hoặc  $Me^{n+}$ ), không nằm trong khung zeolite.
- Phần không gian rỗng lấp đầy bởi  $mH_2O$ .
- Ví dụ: natrolite  $Na_{16}[Al_{16}Si_{32}O_{256}] \cdot 16H_2O$ , sabazite  $[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6H_2O$ .

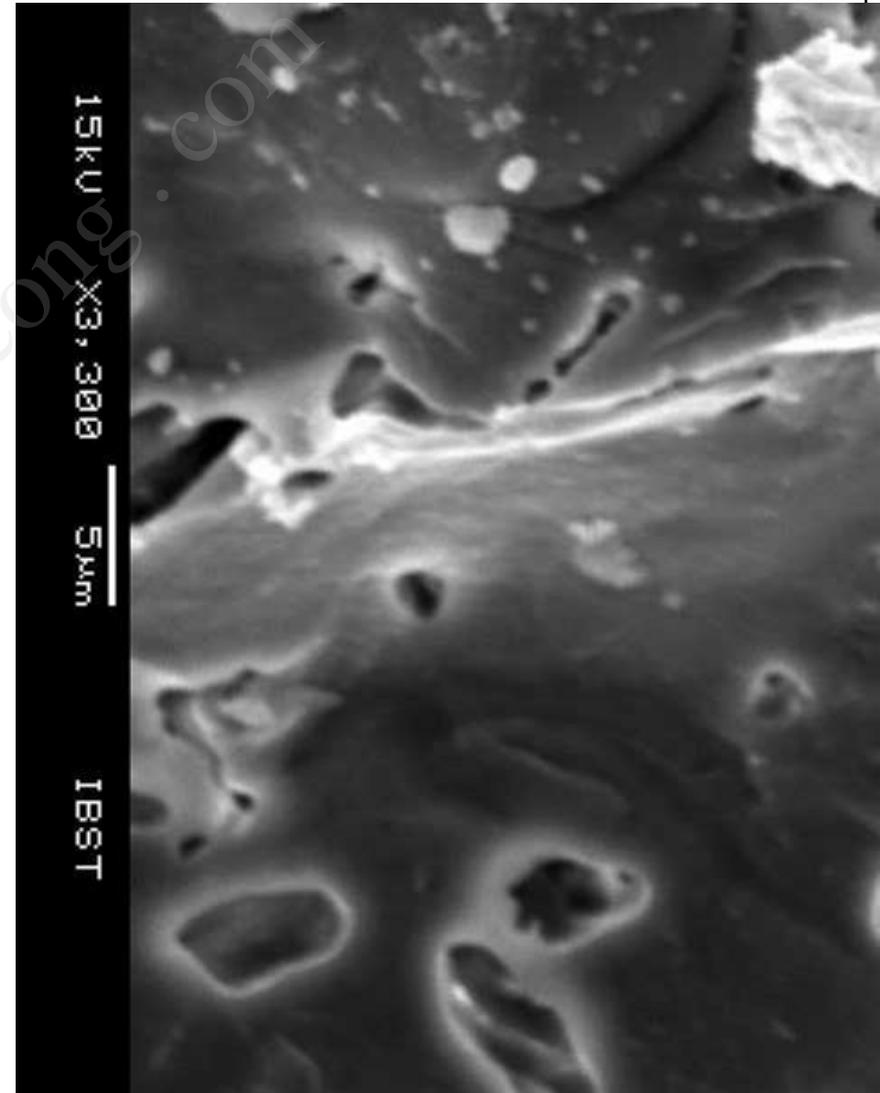


# Các dạng thù hình của cacbon



# Theo quan điểm cấu trúc vi mô

Goám sôù (*ceramic*) veà maët caáu truùc vi mô laø caùc vaät lieäu raén voà cô vôi caáu truùc dò theá, thaønh phaàn khoaùng vaø hoùa khaùc nhau. Thaønh phaàn pha cuùa vaät lieäu goám sôù goàm pha ña tinh theá, pha thuý tinh vaø cò theá caù pha khí. Caùc saün phaám goám sôù ñoïc saün xuaát töø caùc nguyêân lieäu daïng boät mòn, taïo hình roài ñem nung ñeán keát khoái ôu nhieät ñoä cao.



# Quan điểm hiện đại: công nghệ ceramic

## 1. Ximăng

## 2. Công nghệ bột

a. Ép

b. Kết khối

## 3. Các quá trình công nghệ khác

a. Sol-gel

b. Phòng sinh học (Bio mimetic)

c. Đơn tinh thể

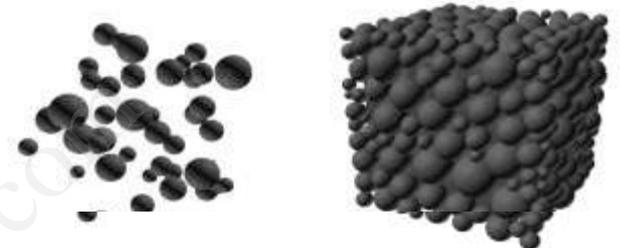
d. Oxy hóa nhiệt

e. Phún xạ

f. PLD

g. CVD

h. MEMS



Raw powder

Formed product



Sintered product

