

SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI ĐỒNG THÁP
TRƯỜNG TRUNG CẤP THÁP MƯỜI

□□□

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: VẬT LIỆU CƠ KHÍ

NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY NÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 03a/QĐ- TTCTM ngày 08 tháng 01
năm 2020 của Trường Trung cấp Tháp Mười*

Tháp Mười, năm 2020

TaiLieu.vn

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Trong tất cả mọi công việc của kỹ sư cơ khí, từ việc quyết định phương án thiết kế, tính toán kết cấu cho đến gia công, chế tạo, lắp ráp vận hành máy, thiết bị, tất cả đều có liên quan mật thiết đến lựa chọn và sử dụng vật liệu. Điều quan trọng nhất đối với người học là phải nắm được cơ tính và tính công nghệ của các vật liệu kể trên để có thể lựa chọn và sử dụng chúng tốt nhất và hợp lý, đạt các yêu cầu cơ tính đề ra với chi phí gia công ít nhất, giá thành rẻ và có thể chấp nhận được. Song điều quyết định đến cơ tính và tính công nghệ lại nằm ở cấu trúc bên trong. Do vậy mọi yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc bên trong như thành phần hóa học, công nghệ chế tạo vật liệu và gia công vật liệu thành sản phẩm (luyện kim, đúc, biến dạng dẻo, hàn và đặc biệt là nhiệt luyện) đều có ảnh hưởng đến cơ tính cũng như công dụng của vật liệu được lựa chọn, tất cả được khảo sát một cách kỹ càng.

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở thực tiễn của sản xuất cơ khí ở nước ta hiện nay. Trong thực tế sử dụng vật liệu, đặc biệt là vật liệu kim loại, không thể lựa chọn loại vật liệu một cách chung chung (ví dụ : thép) mà phải rất cụ thể (ví dụ : thép loại gì, với mức, ký hiệu nào) theo các quy định nghiêm ngặt về các điều kiện kỹ thuật do các tiêu chuẩn tương ứng quy định. Trong điều kiện ở nước ta hiện nay, sản xuất cơ khí đang sử dụng các sản phẩm kim loại của rất nhiều nước trên hết giới, do đó không thể đề cập hết.

Đồng Tháp, ngày 10 tháng 10 năm 2018

Tham gia biên soạn

Nguyễn Văn Mười

MỤC LỤC

CẤU TRÚC VÀ CƠ TÍNH VẬT LIỆU KIM LOẠI.....	8
1. Khái niệm về vật liệu kim loại.....	8
2. Cấu tạo mạng tinh thể.....	11
2.1. Cấu tạo nguyên tử kim loại.....	11
2.2. Cấu tạo tinh thể kim loại.....	11
2.3. Các dạng ô cơ bản của mạng tinh thể kim loại.	13
2.4. Đơn tinh thể và đa tinh thể.....	16
3. Sự kết tinh của kim loại.....	20
3.1. Điều kiện xảy ra kết tinh.....	21
3.2. Hai quá trình của sự kết tinh.....	23
3.3. Sự hình thành hạt tinh thể.....	25
4. Tính chất chung của kim loại và hợp kim.....	26
4.1. Cơ tính.....	26
4.2. Lý tính.....	28
4.3. Hóa tính.....	28
4.4. Tính công nghệ.....	29
ÔN TẬP.....	29
HỢP KIM VÀ BIẾN ĐỔI TỔ CHỨC.....	30
1. Cấu trúc tinh thể của hợp kim.....	30
1.1. Khái niệm về hợp kim.....	30
1.2. Các tổ chức của hợp kim.....	31
2. Giảm độ trạng thái hợp kim Fe-C (Fe- Fe ₃ C).....	32
2.1. Sự tương tác của Fe và C.....	32
2.2. Giảm độ trạng thái hợp kim Fe-C.....	34
2.3. Tổ chức hợp kim Fe-C.....	39
2.4. Các sản phẩm của hợp kim Fe-C.....	42
ÔN TẬP.....	43
NHIỆT LUYỆN VÀ HÓA NHIỆT LUYỆN.....	43
1. Nhiệt luyện.....	44
1.1. Một số khái niệm cơ bản về nhiệt luyện.....	44
1.2. Các tổ chức của thép khi nung nóng và làm nguội.....	47

1.3. Các phương pháp nhiệt luyện thép.....	62
1.4. Các khuyết tật xảy ra khi nhiệt luyện thép.	64
2. Hóa nhiệt luyện thép.....	67
2.1. Khái niệm chung về hóa nhiệt luyện.....	67
2.2. Các phương pháp hóa nhiệt luyện.....	67
ÔN TẬP.....	68
VẬT LIỆU KIM LOẠI.....	69
1. Thép cacbon.....	70
1.1. Khái niệm.....	70
1.2. Phân loại và ký hiệu thép cacbon.....	71
2. Thép hợp kim.....	74
2.1. Khái niệm.....	74
2.2. Phân loại và ký hiệu thép hợp kim.....	74
3. Gang.....	79
3.1. Khái niệm.....	79
3.2. Phân loại gang.....	80
ÔN TẬP.....	85
HỢP KIM MÀU VÀ PHI KIM.....	86
1. Hợp kim màu.....	87
1.1. Nhôm và hợp kim nhôm.....	87
1.2. Đồng và hợp kim đồng.....	89
2. Chất dẻo.....	92
2.1. Khái niệm.....	92
2.2. Tính chất cơ lý của chất dẻo.....	92
2.3. Các phương pháp chế biến sản phẩm từ chất dẻo.....	96
3. Vật liệu compozit.....	99
3.1. Khái niệm.....	99
3.2. Phân loại Compozit.....	99
3.3. Một số vật liệu Compozit thông dụng.....	100
ÔN TẬP.....	102
TÀI LIỆU THAM KHẢO:.....	103

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Vật liệu cơ khí

Mã môn học: MH08

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Được bố trí vào học kỳ 1 trước khi học sinh học các mô đun chuyên môn nghề.

- Tính chất: Là môn học cơ sở

- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Cung cấp kiến thức về một số loại vật liệu thường được sử dụng trong ngành cơ khí làm nền tảng lý thuyết để học sinh tiếp tục học tập ở các môn học, mô đun sau.

Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức:

+ Trình bày được đặc điểm, tính chất cơ lý, ký hiệu và phạm vi ứng dụng của một số vật liệu thường dùng trong ngành cơ khí như: gang, thép cacbon, thép hợp kim, hợp kim cứng, kim loại màu, ceramic, vật liệu phi kim loại, dung dịch trơn nguội ...

+ Giải thích được một số khái niệm về nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện.

- Về kỹ năng:

+ Nhận biết được vật liệu qua màu sắc, xem tia lửa khi mài.

+ Xác định được tính chất, công dụng các loại vật liệu thường dùng cho nghề.

+ Nhiệt luyện được một số dụng cụ của nghề như dao tiện thép gió, đục...

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Rèn luyện được tính kỷ luật, nghiêm túc, có tinh thần trách nhiệm cao trong học tập.

+ Chủ động, tích cực thực hiện nhiệm vụ trong quá trình học.

CẤU TRÚC VÀ CƠ TÍNH VẬT LIỆU KIM LOẠI

Giới thiệu: Nội dung chương này trình bày cấu trúc và cơ tính vật liệu kim loại.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm về mạng tinh thể, ô cơ sở, các cấu trúc mạng tinh thể của kim loại.
- Mô tả được quá trình kết tinh của kim loại.
- Trình bày được các tính chất chung của kim loại và hợp kim.
- Rèn luyện được tính kỷ luật, nghiêm túc, có tinh thần trách nhiệm cao trong học tập.
- Chủ động, tích cực thực hiện nhiệm vụ trong quá trình học.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về vật liệu kim loại.

Kim loại là loại vật liệu có các tính chất có lợi cho xây dựng: cường độ lớn, độ dẻo và độ chống mỏi cao. Nhờ đó mà kim loại được sử dụng rộng rãi trong xây dựng và các ngành kỹ thuật khác. Ở dạng nguyên chất, do cường độ và độ cứng thấp, độ dẻo cao, kim loại có phạm vi sử dụng rất hạn chế. Chúng được sử dụng chủ yếu ở dạng hợp kim với kim loại và á kim khác, thí dụ như cacbon. Sắt và hợp kim của nó (thép và gang) gọi là kim loại đen; những kim loại còn lại (Be, Mg, Al, Ti, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, v.v...) và hợp kim của chúng gọi là kim loại màu. Kim loại đen được sử dụng trong xây dựng nhiều hơn cả, giá kim loại đen thấp hơn kim loại màu. Tuy nhiên kim loại màu lại có nhiều tính chất có giá trị: cường độ, độ dẻo, khả năng chống ăn mòn, tính trang trí cao. Những điều đó đã mở rộng phạm vi sử dụng kim loại màu trong xây dựng, phổ biến là các chi tiết kiến trúc và các kết cấu nhôm.

Nguyên liệu để chế tạo kim loại đen là quặng sắt, mangan, crôm, mà các khoáng đại diện cho chúng là nhóm các oxit: macnetit (Fe_3O_4), quặng

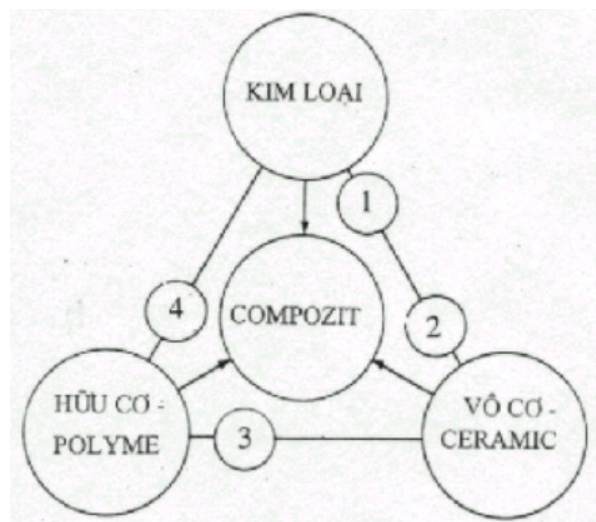
sắt đỏ (Fe_2O_3), piroluzit (MnO_2), crômit (FeCr_2O_4). Để sản xuất kim loại màu người ta sử dụng boxit chứa các hidroxit: hidracgilit ($\text{Al}(\text{OH})_3$), diasno (HAO_2); các loại quặng sunfua và cacbonat đồng, niken, chì v.v... với các khoáng đại diện là chancopirit (CuFeS_2), sfalêit (ZnS), xeruxit (PbCO_3), magiezit (MgCO_3) v.v...

Vật liệu ở đây chỉ dùng để chỉ những *vật rắn* mà con người sử dụng để chế tạo dụng cụ, máy móc, thiết bị, xây dựng công trình và ngay cả để thay thế các bộ phận cơ thể hoặc thể hiện ý đồ nghệ thuật. Như vậy tất cả các chất lỏng, khí cho dù rất quan trọng song cũng không phải là đối tượng nghiên cứu của môn

học. Dựa theo cấu trúc - tính chất đặc trưng, người ta phân biệt bốn nhóm vật liệu chính (hình 1.1) như sau:

Hình 1.1. Sơ đồ minh họa các nhóm vật liệu và quan hệ giữa chúng:

1. bán dẫn,
2. siêu dẫn,
3. silicon,
4. polyme dẫn điện



Vật liệu kim loại. Vật liệu kim loại thường là tổ hợp chủ yếu của các nguyên tố kim loại, trong đó nhiều điện tử là của chúng không thuộc về nguyên tử nào.

Các tính chất điển hình của vật liệu kim loại là:

- Đắt và khá đắt,
- Dẫn nhiệt, dẫn điện cao,
- Có ánh kim, phản xạ ánh sáng, không cho ánh sáng thường đi qua, dẻo dễ biến dạng dẻo.
- Có độ bền cơ học, nhưng kém bền hóa học.

- Trừ nhôm ra các kim loại thông dụng như sắt, đồng... đều khá nặng,
- Nhiệt độ chảy biến đổi trong phạm vi từ thấp đến cao nên đáp ứng được yêu cầu đa dạng của kỹ thuật.

Ceramic (vật liệu vô cơ). Vật liệu này có nguồn gốc vô cơ, là hợp chất giữa

kim loại, silic với á kim (ôxit, nitrit, cacbit), bao gồm khoáng vật đất sét, xi măng, thủy tinh. Các tính chất điển hình của vật liệu vô cơ - ceramic là:

- Rẻ và khá rẻ.
- Khá nặng.
- Dẫn nhiệt và dẫn điện rất kém (cách nhiệt và cách điện).
- Cứng, giòn, bền ở nhiệt độ cao, bền hóa học hơn vật liệu kim loại và vật liệu hữu cơ.

Polyme (vật liệu hữu cơ). Vật liệu này phần lớn có nguồn gốc hữu cơ mà thành phần hóa học chủ yếu là cacbon, hydro và các á kim, có cấu trúc đại phân tử. Các tính chất điển hình của vật liệu hữu cơ polyme là:

- Rẻ và khá rẻ.
- Dẫn nhiệt, dẫn điện kém.
- Khối lượng riêng nhỏ.
- Nói chung dễ uốn dẻo, đặc biệt ở nhiệt độ cao.
- Bền vững hóa học ở nhiệt độ thường và trong khí quyển; nóng chảy, phân hủy ở nhiệt độ tương đối thấp.

Compozit. Vật liệu này được tạo thành do sự kết hợp của hai hay cả ba loại vật liệu kể trên, mang hầu như các đặc tính tốt của các vật liệu thành phần. Ví dụ bê tông cốt thép (vô cơ - kim loại) vừa chịu kéo tốt (như thép) lại chịu nén cao (như bê tông). Hiện dùng phổ biến các compozit hệ kép: kim loại - polyme, kim loại - ceramic, polyme - ceramic với những tính chất mới lạ, rất hấp dẫn. Ngoài ra có những nhóm phụ khó ghép vào một trong bốn loại trên:

- Bán dẫn, siêu dẫn nhiệt độ thấp, siêu dẫn nhiệt độ cao, chúng nằm trung gian giữa kim loại và ceramic (trong đó hai nhóm đầu gần với kim loại hơn, nhóm sau cùng gần với ceramic hơn).

- Silicon nằm trung gian giữa vật liệu vô cơ với hữu cơ, song gần với vật liệu hữu cơ hơn

2. Cấu tạo mạng tinh thể.

2.1. Cấu tạo nguyên tử kim loại.

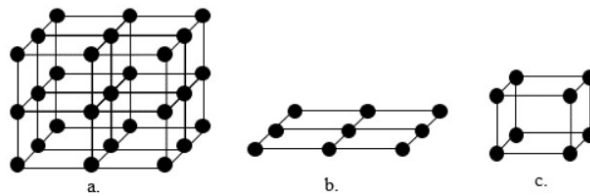
Như đã học ở môn "Vật Lý", nguyên tử là hệ thống gồm hạt nhân (mang điện tích dương) và các điện tử bao quanh (mang điện tích âm) mà ở trạng thái bình thường được trung hòa về điện. Hạt nhân gồm prôtôn (điện tích dương) và nơtron (không mang điện). Các điện tử phân bố quanh hạt nhân tuân theo các mức năng lượng từ thấp đến cao. Cấu hình điện tử (electron configuration) chỉ rõ: số lượng tử chính (1, 2, 3...), ký hiệu phân lớp (s, p, d...), số lượng điện tử thuộc phân lớp (số mũ trên ký hiệu phân lớp). Ví dụ: Cu có $Z = 29$ có cấu hình điện tử là $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, qua đó biết được số điện tử ngoài cùng (ở đây là 1, hóa trị 1). Trong số kim loại có nhóm kim loại chuyển tiếp là loại có phân lớp ngoài cùng bị thiếu điện tử. Ví dụ: Fe có $Z = 26$ có cấu hình điện tử là $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ (trong trường hợp này phân lớp 3d bị thiếu, chỉ có 6, nếu đủ phải là 10 như trường hợp của Cu).

2.2. Cấu tạo tinh thể kim loại.

- Trong điều kiện thường và áp suất khí quyển hầu hết các kim loại tồn tại ở trạng thái rắn (ngoại trừ thủy ngân).

+ Mạng tinh thể là mô hình hình học mô tả sự sắp xếp có quy luật của các nguyên tử (phân tử) trong không gian (hình 1.2b).

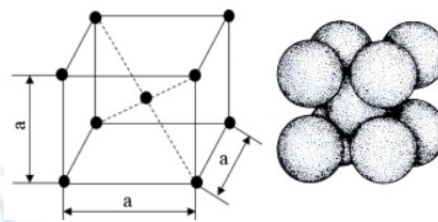
+ Ô cơ sở là hình khối nhỏ nhất có cách sắp xếp chất điểm đại diện chung cho mạng tinh thể (Hình 1.2c). Trong thực tế để đơn giản chỉ cần biểu diễn mạng tinh thể bằng ô cơ sở của nó là đủ. Tùy theo loại ô cơ sở người ta xác định các thông số mạng. Ví dụ như trên ô lập phương thể tâm (Hình 1.3) có thông số mạng là a là chiều dài cạnh của ô. Đơn vị đo của thông số mạng là Ångström (Angstrom), ký hiệu: Å



Hình 1.2. Cấu tạo mạng tinh thể

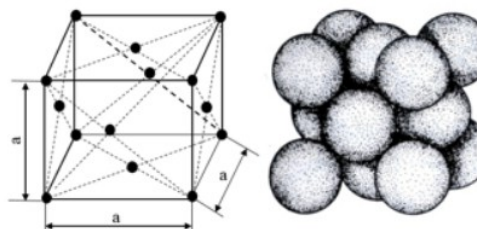
- Các kiểu mạng tinh thể thường gặp:

+ Mạng lập phương thể tâm: các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và ở tâm của khối lập phương. Các kim loại nguyên chất có kiểu mạng này như: Fe_α , Cr, W, Mo, V...



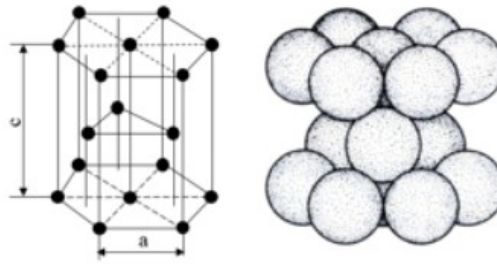
Hình 1.3. Ô cơ sở mạng lập phương thể tâm

+ Lập phương diện tâm: các nguyên tử (ion) nằm ở các đỉnh và giữa (tâm) các mặt của hình lập phương. Các kim loại nguyên chất có kiểu mạng này như: Fe γ , Cu, Ni, Al, Pb...



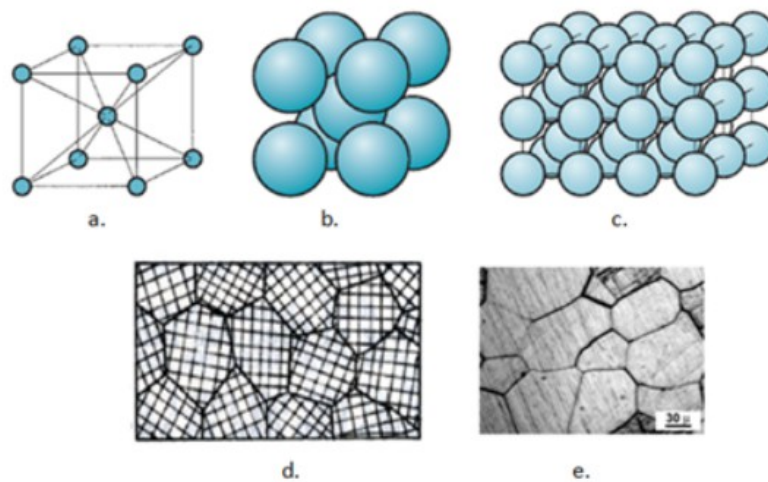
Hình 1.4. Ô cơ sở mạng lập phương diện tâm

+ Lục giác xếp chặt: bao gồm 12 nguyên tử nằm ở các đỉnh, 2 nguyên tử nằm ở giữa 2 mặt đáy của hình lăng trụ lục giác và 3 nguyên tử nằm ở khối tâm của 3 lăng trụ tam giác cách đều nhau. Các kim loại nguyên chất có kiểu mạng này như: Mg, Zn...



Hình 1.5. Ô cơ sở mạng lục giác xếp chặt

Như vậy có thể xem một khối kim loại nguyên chất là tập hợp vô số các mạng tinh thể (hạt tinh thể) được sắp xếp hỗn độn, mạng tinh thể lại gồm vô số các ô cơ sở và dạng của từng ô cơ sở tùy thuộc vào kiểu mạng của kim loại đó.

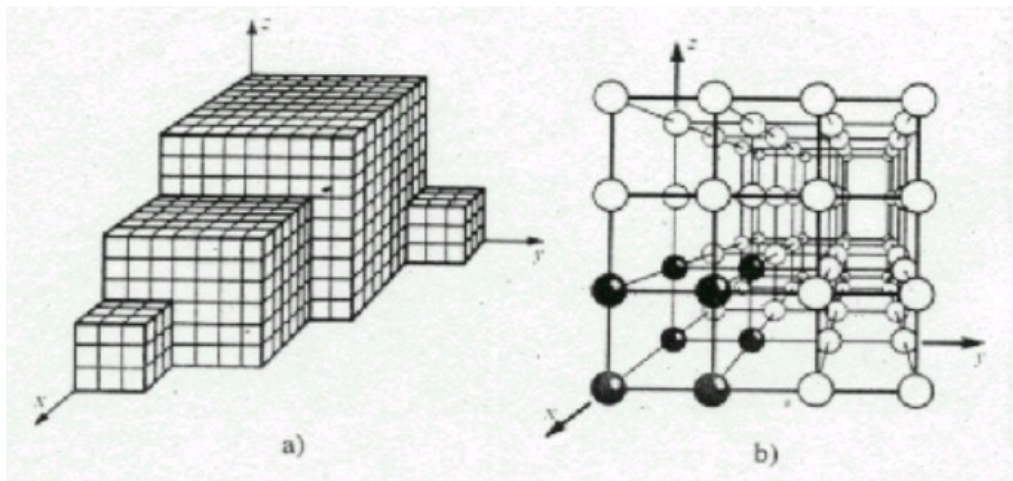


Hình 1.6. Cấu tạo của kim loại

a, b. Ô cơ sở; c. mạng cơ sở; d. Các hạt tinh thể sắp xếp trong kim loại; e. Bề mặt kim loại khi được phóng đại

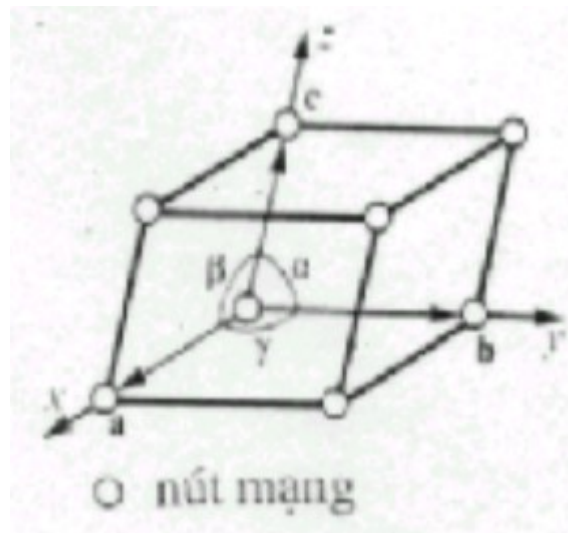
2.3. Các dạng ô cơ bản của mạng tinh thể kim loại.

Như đã nói không thể biểu diễn cả mạng tinh thể với vô vàn nguyên tử. Trong cả mạng tinh thể với các chất điểm (ion, nguyên tử, phân tử) sắp xếp theo trật tự, có quy luật đó bao giờ ta cũng tìm được hình không gian nhỏ nhất đặc trưng cho quy luật sắp xếp đó được gọi là ô cơ sở. Như mạng tinh thể lập phương (đơn giản) được biểu diễn ở hình 1.7 có thể được đặc trưng, biểu thị một cách đầy đủ bằng hình (khối) lập phương (được vẽ đậm trong hình b). Sau đây khi trình bày các kiểu mạng tinh thể ta chỉ cần đưa ra ô cơ sở của nó là đủ. Do tính đối xứng, từ một ô cơ sở tịnh tiến theo ba chiều đo trong không gian sẽ được mạng tinh thể.



Hình 1.7. Cấu trúc mạng tinh thể lập phương

Ô cơ sở được xây dựng trên ba vector đơn vị $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ tương ứng với ba trục tọa độ Ox, Oy, Oz đặt trên ba cạnh của ô như biểu thị ở hình 1.7. Môđun của ba vector đó a, b, c là kích thước của ô cơ sở còn gọi hằng số mạng hay thông số mạng, vì chúng đặc trưng cho từng nguyên tố hóa học hay đơn chất. Các góc α, β, γ hợp bởi các vector đơn vị.



Hình 1.8. Ô cơ sở và hệ tọa độ

Bảng 1.1. Tương quan giữa các cạnh và góc của ô cơ sở có bảy hệ tinh thể khác nhau.

tam tà (ba nghiêng)	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma$
đơn tà (một nghiêng)	c	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
trực giao	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

mặt thoi (ba phương) lục giác (sáu phương) chính phương (bốn phương) lập phương	c	
	$a \neq b \neq$	
	c	
	$a = b =$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
	c	$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma =$
	$a = b \neq$	120°
	c	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
	$a = b \neq$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
	c	
	$a = b =$	
	c	

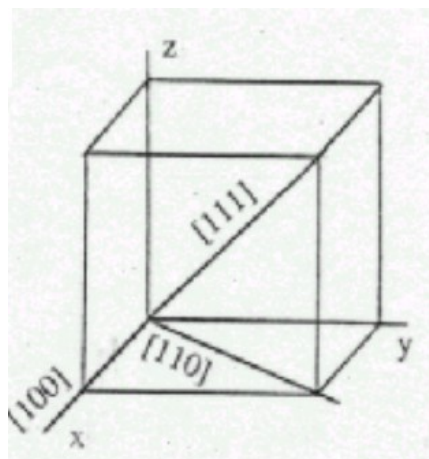
2.3.1. Nút mạng

Nút mạng tương ứng với các tọa độ lần lượt trên các trục tọa độ Ox, Oy, Oz đã chọn được đặt trong dấu móc vuông [x,y,z], giá trị âm biểu thị bằng dấu " - " trên chỉ số tương ứng, ví dụ: trên chỉ số tương ứng với trục Oy có giá trị âm là [x, y ,z].

2.3.2. Chỉ số phương

Phương là đường thẳng đi qua các nút mạng, được ký hiệu bằng [u v w]; như vậy chỉ cần biết hai nút mạng trên chúng sẽ xác định được phương đã cho. Do tính quy luật trong sắp xếp nguyên tử mà các phương song song với nhau có tính chất hoàn toàn như nhau nên sẽ có cùng một chỉ số phương lấy theo phương đi qua gốc tọa độ O. Ba chỉ số u, v, w là ba số nguyên tỷ lệ thuận với tọa độ của một nút mạng nằm trên phương đó song gần gốc tọa độ nhất. Trên hình 1.9 giới thiệu ba phương điển hình trong mạng tinh thể của hệ lập phương:

- Đường chéo khối [111],
- Đường chéo mặt [110],
- Cạnh [100].



Hình 1.9. Các phương diện hình của hệ lập phương

2.3.3. Chỉ số Miller của mặt tinh thể

Mặt tinh thể là mặt phẳng được tạo nên bởi các (ít nhất là ba) nút mạng. Có thể coi mạng tinh thể như gồm bởi các mặt tinh thể giống hệt nhau, song song với nhau và cách đều nhau. Các mặt tinh thể song song với nhau do có tổ như chất hoàn toàn giống nhau như vậy nên có cùng một ký hiệu. Người ta ký hiệu mặt bằng chỉ số Miller ($h\ k\ l$). Các chỉ số h, k, l được xác định theo các bước như sau:

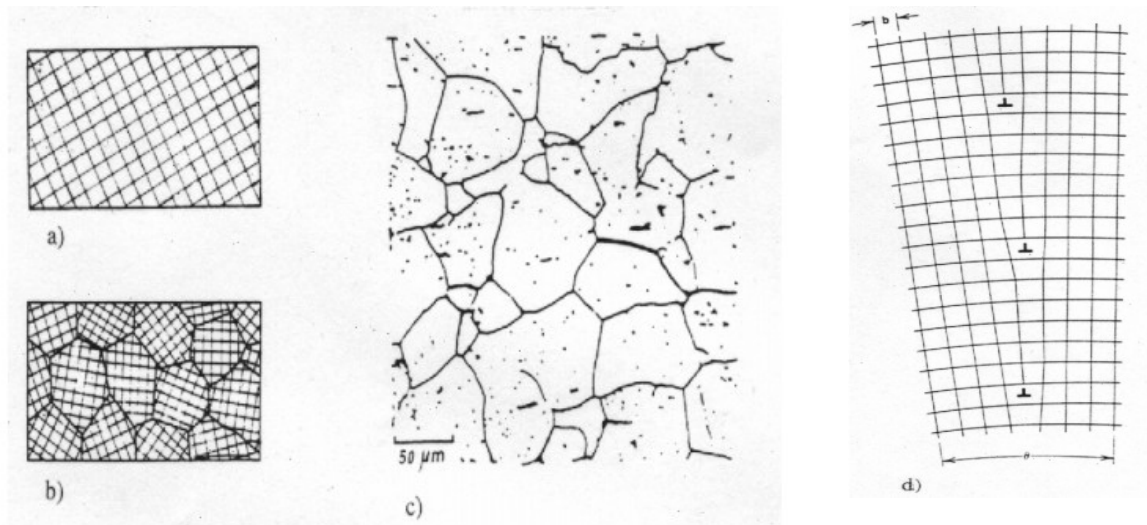
- Tìm giao điểm của mặt phẳng trên ba trục theo thứ tự Ox, Oy, Oz , xác định độ dài đoạn thẳng từ gốc tọa độ đến các giao điểm, rồi lấy các giá trị nghịch đảo.
- Quy đồng mẫu số chung, lấy các giá trị của tử số, đó chỉ như là các chỉ số h, k, l tương ứng cần tìm.

2.4. Đơn tinh thể và đa tinh thể.

2.4.1. Đơn tinh thể

Nếu chất rắn tinh thể chỉ là một khối mạng đồng nhất tức cùng kiểu và hằng số mạng cũng như phương không đổi hướng trong toàn bộ thể tích thì được gọi là đơn tinh thể (hình 1.10a). Trong thiên nhiên tìm thấy một số khoáng vật có thể tồn tại dưới dạng đơn tinh thể. Chúng có bề mặt ngoài nhẵn, hình dáng xác định, đó là những mặt phẳng nguyên tử giới hạn (thường là các mặt xếp chặt nhất). Các đơn tinh thể kim loại không tồn tại trong tự nhiên, muốn có phải dùng công nghệ "nuôi" đơn tinh thể. Đơn tinh thể có tính chất rất đặc thù là dị hướng vì theo các phương mật độ xếp chặt nguyên tử khác nhau như đã trình bày ở

trên. Trong sản xuất cơ khí hầu như không sử dụng đơn tinh thể, nó được dùng rộng rãi trong công nghiệp điện tử ở dạng bán dẫn.



Hình 1.10. Mô hình đơn tinh thể (a), đa tinh thể (b), tổ chức tế vi kim loại đa tinh thể: đường tối là biên hạt (c), cấu trúc của siêu hạt (d)

2.4.2. Đa tinh thể

2.4.2.1. Hạt

Trong thực tế hầu như chỉ gặp các vật liệu đa tinh thể. Đa tinh thể gồm rất nhiều (đơn) tinh thể nhỏ (cỡ μm) được gọi là hạt tinh thể hay đơn giản là hạt, chúng tuy có cùng cấu trúc và thông số mạng song phương lại định hướng khác nhau (mang tính ngẫu nhiên) và liên kết với nhau qua vùng ranh giới được gọi là *biên hạt* (hay biên giới hạt) như trình bày ở hình 1.10b.

Từ mô hình đó thấy rõ:

- Mỗi hạt là một khối tinh thể hoàn toàn đồng nhất, xét về mặt này từng hạt đều thể hiện tính dị hướng.

- Các hạt tuy có mạng và thông số giống nhau nhưng có phương lệch nhau tức tính đồng nhất về phương mạng không giữ được trong toàn khối mạng vì thế lại thể hiện *tính đẳng hướng* (đôi khi còn gọi là đẳng hướng giả vì mỗi phần của nó hạt vẫn thể hiện tính dị hướng).

- Biên hạt chịu ảnh hưởng quy luật phương mạng của các hạt xung quanh nên có cấu trúc “hỗn hợp” và vì vậy không duy trì được cấu trúc quy luật (tinh

thể) mà lại có sắp xếp không trật tự (xô lệch) như là vô định hình, thường là kém xít chặt với tính chất khác với bản thân hạt.

- Có thể thấy rõ cấu trúc đa tinh thể hay các hạt qua tổ chức tế vi (ảnh thấy được qua kính hiển vi, thường là quang học). Qua mài phẳng và mài nhẵn đến bóng như gương, rồi ăn mòn nhẹ, mẫu kim loại được đặt vào trong kính hiển vi để quan sát. Chùm tia sáng vuông góc tới bề mặt nhẵn (trừ các phần lồi lõm) đều được phản xạ trở lại nên ảnh có màu sáng. Qua ăn mòn nhẹ (còn gọi là tẩm thực) biên hạt bị ăn mòn mạnh hơn, lõm xuống làm tia sáng chiếu tới bị hắt đi, bị tối, nên thấy rõ các đường viền tối như ở hình 1.10c. Thực chất tổ chức tế vi biểu thị cấu trúc của mặt cắt ngang qua các hạt theo quy luật ngẫu nhiên.

2.4.2.2. Độ hạt

Người ta có thể cảm nhận được độ lớn của hạt hay tinh thể khi quan sát chỗ vỡ của kim loại qua độ xù xì, gợn hạt của nó. Như sau này sẽ biết hạt to hay nhỏ ảnh hưởng rất lớn đến cơ tính nên rất cần đánh giá chúng về mặt định lượng.

Trong nghiên cứu kim loại thường dùng khái niệm độ hạt, biểu diễn bằng kích thước (khoảng cách giữa hai mép đối diện, đôi khi còn gọi là đường kính) trung bình các hạt trên tổ chức tế vi. Để xác định độ hạt người ta hay dùng các cấp hạt theo tiêu chuẩn ASTM. Các hạt có độ lớn khác nhau được phân thành 16 cấp chính đánh số từ 00, 0, 1, 2, ..., 14 theo trật tự hạt nhỏ dần, trong đó tám cấp thường dùng là từ 1 đến 8. Gọi Z là số hạt có trong hình vuông của tổ chức tế vi với độ phóng đại $\times 100$, cạnh khoảng $2,5\text{cm}$ (đó chính là $1\text{inch}^2 \approx 6,25\text{cm}^2$) và N là cấp hạt, chúng có quan hệ $Z = 2^{N-1}$.

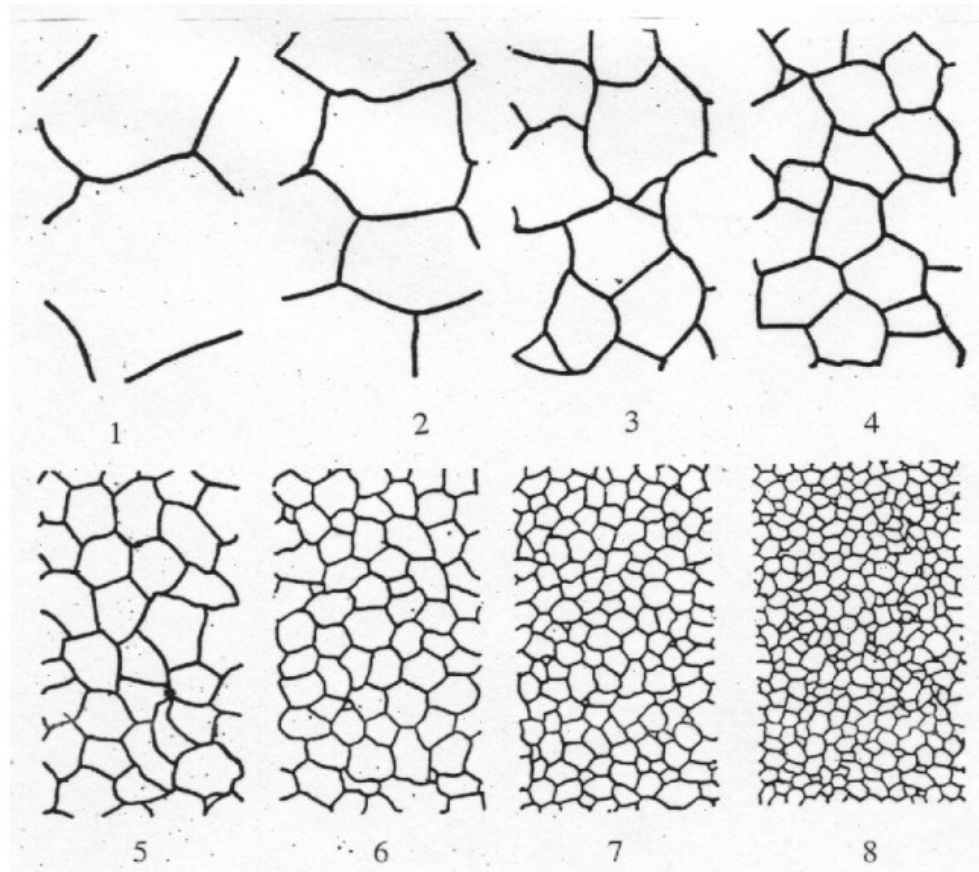
Người ta thường xác định cấp hạt bằng cách so sánh ở cùng độ phóng đại (thường là $\times 100$) giữa tổ chức tế vi với thang ảnh cấp hạt chuẩn. Với các cấp thông dụng từ 1 đến 8 kích thước (đường kính) hạt thay đổi từ cỡ trên dưới $300\mu\text{m}$ đến trên dưới $25\mu\text{m}$ như biểu thị ở bảng 1.2.

Bảng 1.2. Các cấp chuẩn chính theo ASTM

Cấp	Số hạt có trong 1inch^2 (ở độ phóng đại x100)	Số hạt có trong 1mm^2 thật của mẫu	Diện tích thật của một hạt, mm^2
00	0,25	4	0,258
0	0,5	8	0,129
1	1	16	0,0645
2	2	32	0,0323
3	4	64	0,0161
4	8	128	0,00807
5	16	256	0,00403
6	32	512	0,00202
7	64	1024	0,001008
8	128	2048	0,000504
9	256	4096	0,000252
10	512	8200	0,000126
11	1024	16400	0,000063
12	2048	32800	0,0000315
13	4096	65600	0,0000158
14	8200	131200	0,00000788

2.4.2.3. Siêu hạt

Nếu như khối đa tinh thể gồm các hạt (kích thước hàng chục - hàng trăm μm) với phương mạng lệch nhau một góc đáng kể (hàng chục độ), đến lượt mỗi hạt nó cũng gồm nhiều thể tích nhỏ hơn (kích thước cỡ $0,1 \div 10\mu\text{m}$) với phương mạng lệch nhau một góc rất nhỏ (không quá $1-2^\circ$) chúng được gọi là siêu hạt hay block như biểu thị ở hình 1.10d. Như vậy biên giới siêu hạt cũng bị xô lệch nhưng với mức độ thấp hơn và có chiều dày nhỏ hơn.



Hình 1.12. Thang ảnh cấp hạt chuẩn ứng với độ phóng đại x100

3. Sự kết tinh của kim loại.

Trong các mục trước đã khảo sát cấu trúc mạng tinh thể của các nguyên tố, hợp chất và tổ chức (hạt), bây giờ hãy xem chúng được hình thành như thế nào cùng các quy luật chi phối. Phần lớn kim loại hợp kim được chế tạo (luyện) ra ở trạng thái lỏng rồi làm nguội trong các khuôn đúc, tức qua kết tinh, sau đó mới qua các dạng gia công khác nhau (ví dụ, biến dạng dẻo: cán) để thành bán thành phẩm và sản phẩm. Như vậy kết tinh được coi là bước khởi tạo của sự hình thành tổ chức: các hạt với cấu trúc tinh thể. Nghiên cứu quá trình kết tinh sẽ làm sáng tỏ các quy luật chi phối sự tạo thành hạt nhờ đó có thể tìm ra các biện pháp nhận định độ hạt theo ý muốn, nâng cao chất lượng vật liệu. Hơn nữa các quy luật kết tinh (từ trạng thái lỏng) cũng có những đặc điểm chung như các quy luật chuyển pha ở trạng thái rắn (nhiệt luyện, kết tinh lại...), nên sẽ giúp nắm vững các quá trình tương ứng.