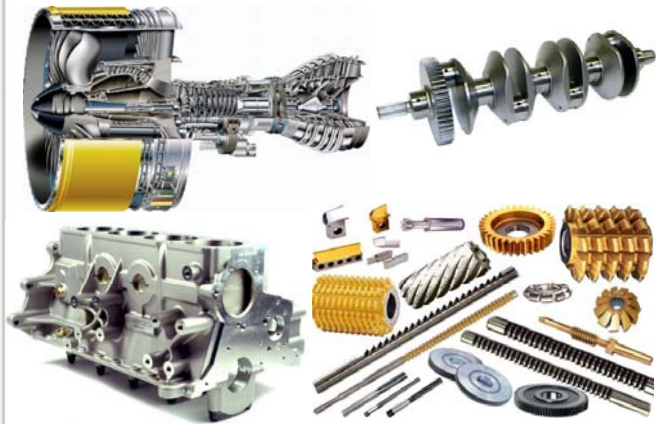


Chương 3: HỢP KIM & GIẢN ĐỒ PHA



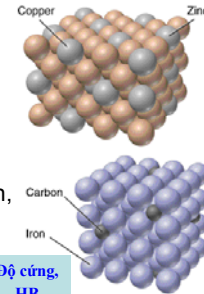
Chương 3: HỢP KIM & GIẢN ĐỒ PHA

3.1. Cấu trúc tinh thể của hợp kim

3.1.1. Khái niệm về hợp kim

Hỗn hợp của kim loại với các kim loại hoặc á kim khác; nguyên tố chính - nền.

Ưu điểm: độ bền, độ cứng, tính chống mài mòn cao hơn, tính công nghệ tốt hơn, nhiệt luyện để hoá bền tốt hơn, rẻ hơn.



Vật liệu	Giới hạn bền kéo, MPa	Giới hạn chảy, MPa	Độ dẫn dài, %	Độ cứng, HB
Al 99,95%	50	10	45	15
AA7075	228	103	17	60
AA7075 (tôi+hoá già)	600	560	11	150

AA7075: 6%Zn, 2,4%Mg, 1,6%Cu, Mn0,3%



Chương 3: HỢP KIM & GIẢN ĐỒ PHA

3.1. Cấu trúc tinh thể của hợp kim

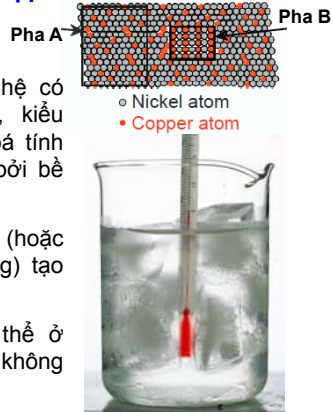
3.1.1. Khái niệm về hợp kim

Một số khái niệm:

Pha: phần đồng nhất của hệ có cùng cấu trúc, trạng thái, kiểu mạng, có tính chất cơ-lý-hóa tính xác định, phân cách nhau bởi bề mặt phân chia pha;

Cấu tử: là các nguyên tố (hoặc hợp chất hoá học bền vững) tạo nên pha trong hợp kim;

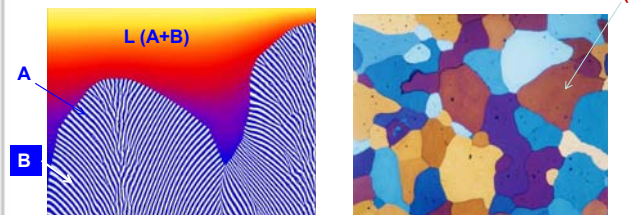
Hệ: tập hợp các pha, có thể ở trạng thái cân bằng, hoặc không cân bằng.



Phân loại tương tác trong hợp kim

Không có tương tác:

Các kim loại hòa tan lẫn nhau ở trạng thái lỏng, không hòa tan ở trạng thái rắn, tạo hỗn hợp cơ học hai pha A + B.



Có tương tác:

- Hoà tan vào nhau tạo dung dịch rắn A(B) - (giữ nguyên kiểu mạng của nền A);
- Phản ứng tạo hợp chất hóa học với kiểu mạng mới khác hẳn.

3.1.2. Dung dịch rắn

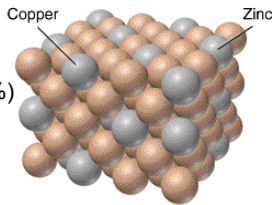
Khái niệm: là pha đồng nhất, có cấu trúc mạng như của dung môi (kim loại nền), các nguyên tử chất hòa tan sắp xếp lại trong mạng dung môi một cách đều đặn và ngẫu nhiên.

Ký hiệu: $A(B)$ = Dung dịch rắn của B hòa tan trong A.

Dung dịch rắn thay thế: các nguyên tử chất tan thay thế vị trí các nguyên tử dung môi trong mạng tinh thể $\rightarrow$ (d_{nt} sai khác <15%), lý hóa tính tương tự.

Điều kiện thay thế (hoà tan) vô hạn

- cùng kiểu mạng tinh thể
- kích thước nguyên tử khác ít (<8%)
- tương quan về nồng độ điện tử
- cùng hóa trị, tính âm điện khác ít.

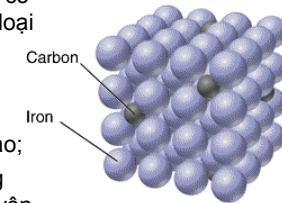


Dung dịch rắn xen kẽ: các nguyên tử hòa tan nằm xen kẽ vào các lỗ hổng trong mạng tinh thể dung môi.

$\rightarrow$ bán kính nguyên tử hòa tan rất nhỏ, giới hạn hòa tan thấp.

Các đặc tính của dung dịch rắn: có đặc trưng cơ, lý, hóa tính của kim loại nền:

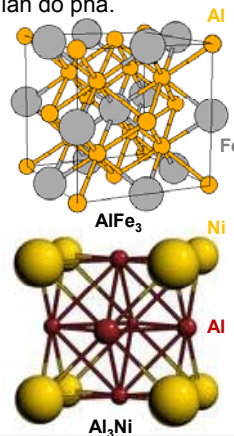
- Kiểu mạng tinh thể đơn giản: A1, A2... với liên kết kim loại;
- Độ dẻo có giảm nhưng vẫn đủ cao;
- Tăng độ cứng, độ bền, tính chống mài mòn rõ rệt so với kim loại nguyên chất;
- Nồng độ chất tan tăng $\rightarrow$ tăng bền, giảm dẻo.
- Thay đổi tính chống ăn mòn, dẫn điện, nhiệt kém KL nguyên chất;
- Là pha cơ bản chiếm hơn 90% trong vật liệu kết cấu.



Pha trung gian: các hợp chất hoá học có trong hợp kim, nằm giữa hai vùng dung dịch rắn trên giản đồ pha.

Đặc điểm:

- Có kiểu mạng tinh thể phức tạp, khác hẳn với các nguyên tố thành phần;
- Có tỉ lệ giữa các nguyên tố công thức xác định A_mB_n ;
- Tính chất khác hẳn so với các nguyên tố thành phần (giòn);
- Có nhiệt độ nóng chảy xác định, khi tạo thành tỏa nhiệt.

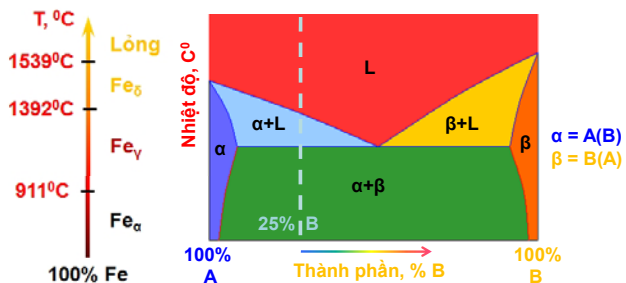


3.2 Giản đồ pha của hệ hai cấu tử

K/n : Giản đồ biểu diễn sự biến đổi tổ chức pha phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần của hệ ở trạng thái cân bằng.

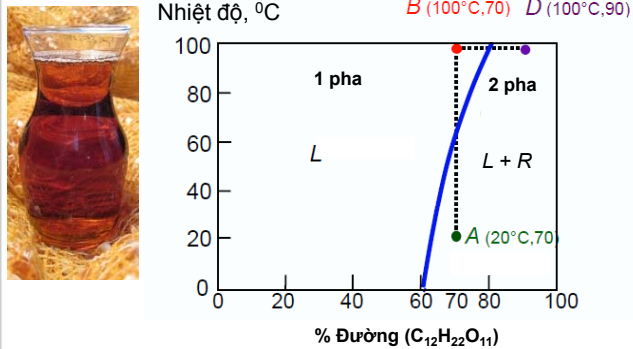
Quy tắc pha: $F = C - P + 1$

F - số bậc tự do, C - số cấu tử, P - số pha.



Ảnh hưởng của nhiệt độ và thành phần

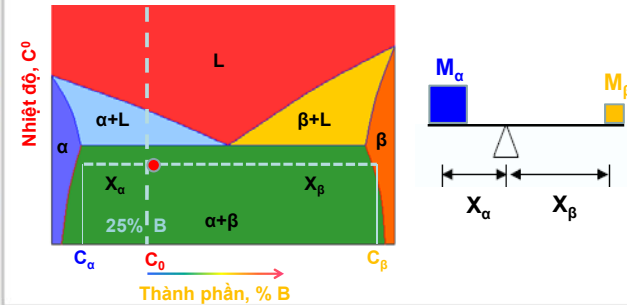
- T thay đổi - số lượng pha thay đổi (đường AB);
- C% thay đổi - số lượng pha thay đổi (đường BD).



3.2. Giải đồ pha của hệ hai cấu tử

Quy tắc đòn bẩy: $M_\alpha \cdot X_\alpha = M_\beta \cdot X_\beta$

$$\% \alpha = \frac{M_\alpha}{M_\alpha + M_\beta} = \frac{M_\alpha}{M_\alpha + M_\alpha \left(\frac{X_\alpha}{X_\beta} \right)} = \frac{X_\beta}{X_\alpha + X_\beta} = \frac{C_\beta - C_0}{C_\beta - C_\alpha} \cdot 100\%$$



Giải đồ pha loại 1:

Giải đồ pha của hệ hai cấu tử không có bất kỳ tương tác nào với nhau (Pb-Sb).

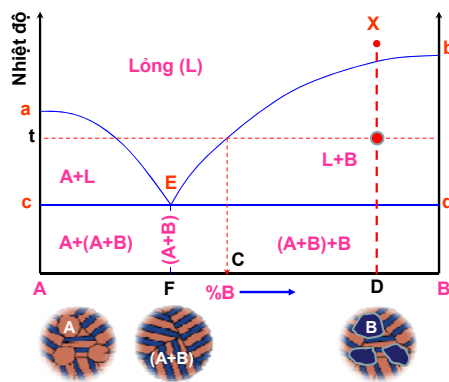
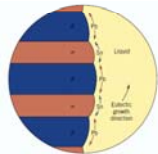
aEb → đường lỏng;

cEd → đường đặc;

a, b nhiệt độ chảy của A và B;

E điểm cùng tinh;

L → (A + B)



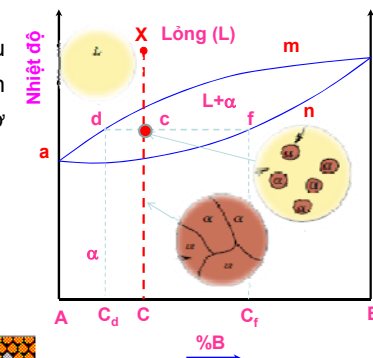
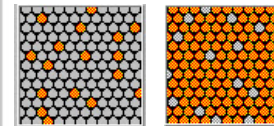
Giải đồ pha loại 2

Giải đồ của hệ hai cấu tử tương tác và hoà tan vô hạn vào nhau ở trạng thái rắn, ví dụ: (Cu-Ni, Al₂O₃-Cr₂O₃)

amb → đường lỏng

anb → đường đặc

α = A(B), B(A)

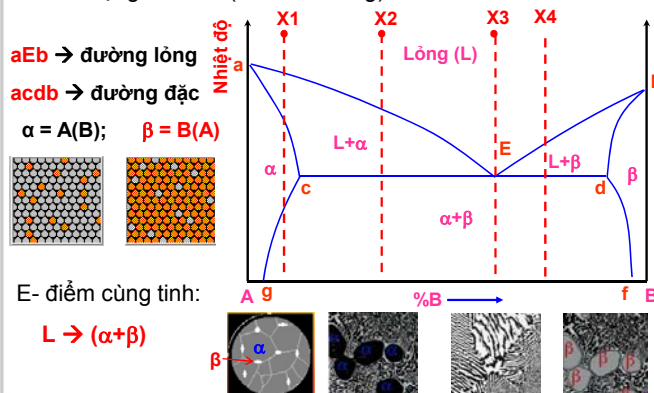


$$\%L = ?; \%A_L = ?$$

$$\%\alpha = ?; \%B_\alpha = ?$$

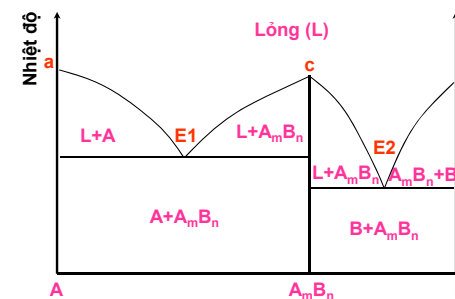
Giản đồ pha loại 3

Giản đồ của hệ hai cấu tử tương tác và hoà tan có hạn vào nhau ở trạng thái rắn (Pb-Sn, Cu-Ag).



Giản đồ pha loại 4

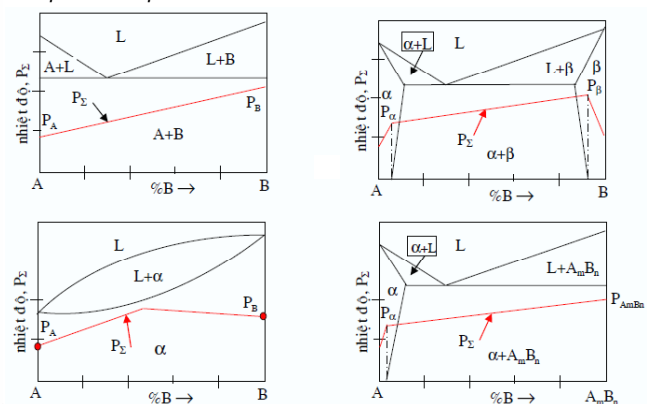
Giản đồ pha hai cấu tử có tương tác hoá học tạo ra pha trung gian A_mB_n ($Mg-Ca \rightarrow Mg_2Ca_3$).



Tách thành hai giản đồ pha 2 cấu tử đơn giản hơn

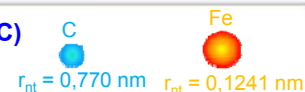
Quan hệ giữa GDP & tính chất hợp kim

Tính chất của hợp kim là sự tổng hợp hay kết hợp tính chất của các pha thành phần.



3.3. Giản đồ pha Fe-C (Fe-Fe₃C)

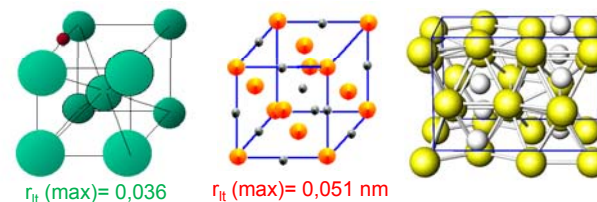
Tương tác giữa Fe và C



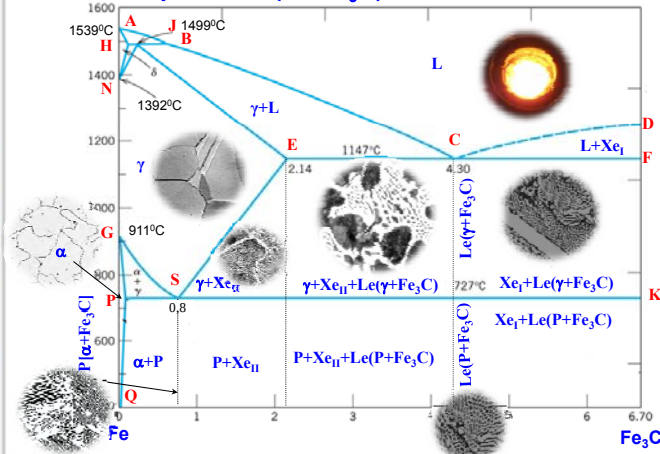
+ Sự hoà tan của C vào Fe: tạo các dung dịch rắn xen kẽ:

- Fe_α (A2; <911 °C): DDR $\alpha = Fe_\alpha(C)$, $\%C_{max} = 0,02\%$, 727°C
- Fe_γ (A1; 911-1392 °C): DDR $\gamma = Fe_\gamma(C)$, $\%C_{max} = 2,14\%$, 1147°C
- Fe_δ (A2; >1392 °C): DDR $\delta = Fe_\delta(C)$, $\%C_{max} = 0,1\%$, 1439°C

+ Tương tác hoá học giữa Fe và C → Fe_3C ($\%C = 6,67\%$)

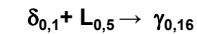


3.3. Giản đồ pha Fe-C (Fe-Fe₃C)

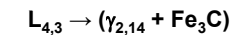


Các chuyển biến khi nguội chậm:

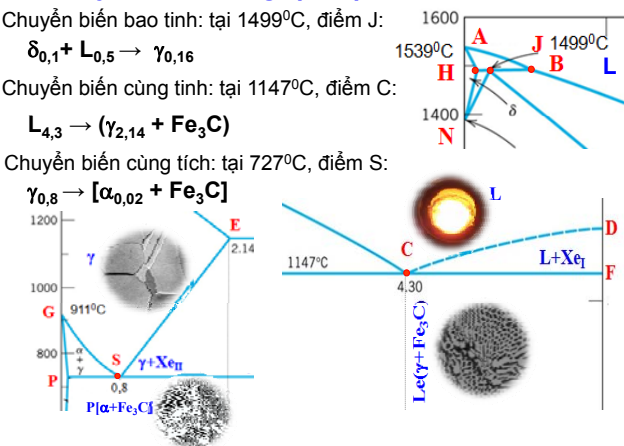
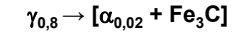
Chuyển biến bao tinh: tại 1499°C, điểm J:



Chuyển biến cùng tinh: tại 1147°C, điểm C:



Chuyển biến cùng tích: tại 727°C, điểm S:



Các tổ chức một pha trên GDP Fe-Fe₃C

Ferit (α, F): Dung dịch rắn hoà tan của C trong Fe_α (giới hạn hoà tan 0,02%C tại 727°C). Tổ chức hạt sáng, đa cạnh.

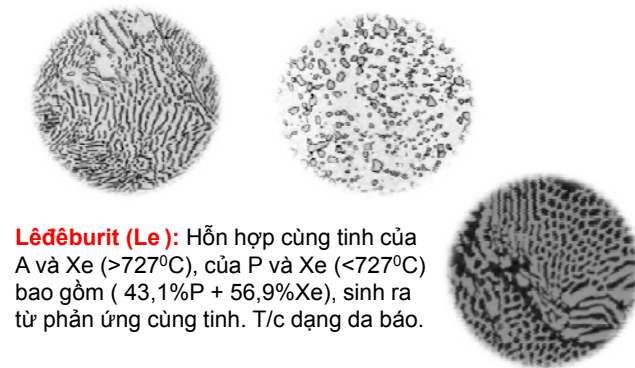
Austenit (γ, A): Dung dịch rắn hoà tan của C trong Fe_γ (giới hạn hoà tan 2,14%C tại 1147°C, 0,8%C tại 727°C). Tổ chức hạt sáng + các đường song tinh.

Xêmentit (Fe₃C, Xe):

- Xe_I: sinh ra từ Lỏng. Dạng tấm thô, to.
- Xe_{II}: tiết ra từ austenit, dạng lưới bao quanh hạt.
- Xe_{III}: tiết ra từ ferit, thường không bỏ qua.
- Xe cùng tích tạo thành từ c/b cùng tích.

Các tổ chức hai pha trên GDP Fe-Fe₃C

Pecolit (P): hỗn hợp cùng tích của F và Xe (88%F + 12%Xe) được tạo thành từ phản ứng cùng tích. Tồn tại P tấm và P hạt.



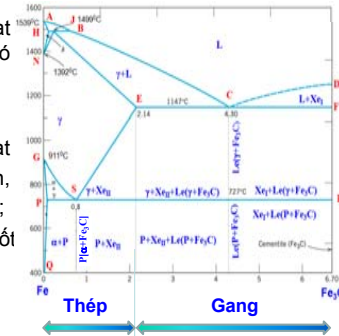
Lêđêburit (Le): Hỗn hợp cùng tích của A và Xe (>727°C), của P và Xe (<727°C) bao gồm (43,1%P + 56,9%Xe), sinh ra từ phản ứng cùng tích. T/c dạng da báo.

Phân loại thép-gang theo GDP

K/n: Thép là hợp kim của Fe-C với hàm lượng C < 2,14%, gang là hợp kim của Fe-C có $\geq 2,14\%C$.

Đặc điểm:

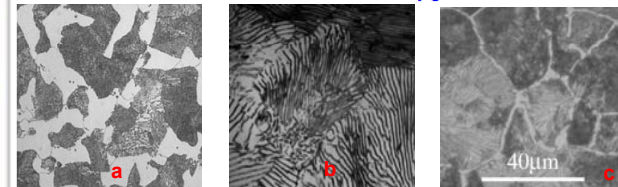
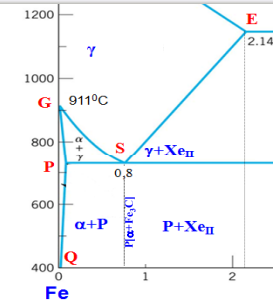
- Nung nóng thép trên GSE đạt tổ chức một pha duy nhất γ có độ dẻo cao, dễ biến dạng;
- Tính đúc của thép thấp;
- Gang không thể nung nóng đạt trạng thái một pha γ nên giòn, cứng, không thể gia công biến dạng;
- So với thép, gang có tính đúc tốt



Phân loại thép-gang theo GDP

Thép: theo GDP được chia làm 3 loại:

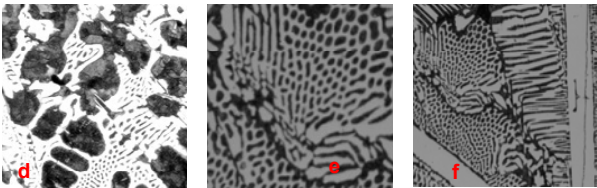
- Thép trước cùng tích ($\%C < 0,8$), tổ chức F(sáng) + P;
- Thép cùng tích ($\%C = 0,8$), tổ chức 100% P [F + Xe];
- Thép sau cùng tích ($\%C > 0,8$), tổ chức P + Xe_{II};



Phân loại thép-gang theo GDP

Gang: tương ứng với GDP là gang trắng, gồm 3 loại:

- Gang trắng trước cùng tích ($\%C < 4,3$), tổ chức P + Xe_{II} + Le;
- Gang trắng cùng tích ($\%C = 4,3$), tổ chức 100% Le(P + Xe);
- Gang trắng sau cùng tích ($\%C > 4,3$), tổ chức Xe_I + Le.



Các điểm tới hạn của thép

Các điểm (hay nhiệt độ) tới hạn - tương ứng với các chuyển biến pha trong thép, kí hiệu bằng chữ A với chỉ số 1, 2, 3, 4 và cm.

- **A₁** - đường **PSK (727°C)**, ứng với chuyển biến $\gamma \leftrightarrow P [\alpha + Xe]$, có trong mọi loại thép.
- **A₃** - đường **GS (911 + 727°C)**, ứng với chuyển biến $\gamma \leftrightarrow \gamma + \alpha$, chỉ có trong thép trước cùng tích.
- **A_{cm}** - đường **ES (1147 + 727°C)**, ứng với chuyển biến $\gamma \leftrightarrow \gamma + Xe_{II}$, chỉ có trong thép sau cùng tích.
- Nung nóng thêm chữ "c", Làm nguội thêm chữ "r".

$$Ac_1 > A_1 > Ar_1; Ac_3 > A_3 > Ar_3; Ac_{cm} > A_{cm} > Ar_{cm}$$

$$A_3 = 727 + 230(0,8 - x)^\circ C; A_{cm} = 727 + 313(y - 0,8)^\circ C; x, y : \%C.$$

