

Bevezetés a lézeres anyag- megmunkálásba

FBN332E-1

Dr. Geretovszky Zsolt

2010. október 6.

Anyagcsaládok

Fémek
Kerámiák, üvegek
Műanyagok
Kompozitok

A családok közti különbségek tárgyalhatóak:

atomi szinten (10^{-9}m)
mikroszkópikus szinten (10^{-6}m)
makroszkópikus szinten (10^{-3}m)

Kötéstípusok

Elsőrendű, vagy kémiai kötések

- Ionos (600-1500 kJ/mol)
- Kovalens (300-730 kJ/mol)
- Fémes (68-850 kJ/mol)

Másodrendű, vagy van der Waals kötések

- Hidrogénhídkötés (30-51 kJ/mol)
- Dipól kölcsönhatás (5-30 kJ/mol)

Ionos kötés

Nemesgáz szerkezetre törekvés

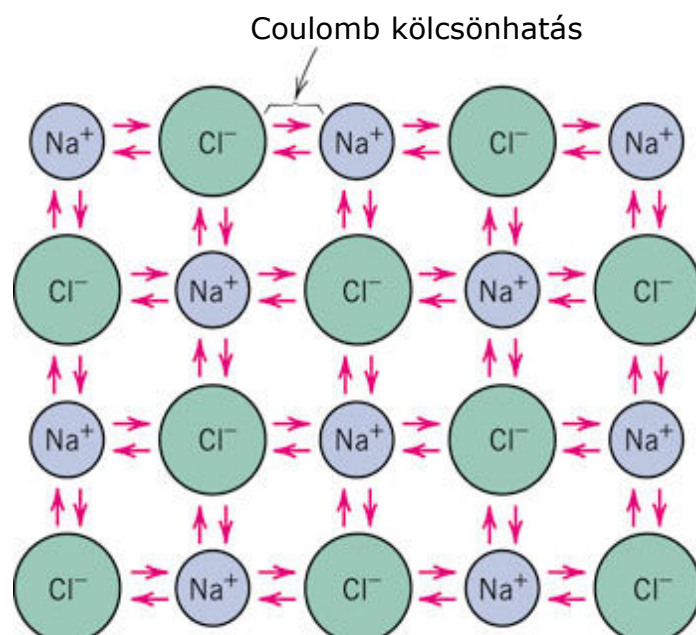
Elektron *mozgás*

Periódusos rendszer jobb és bal szélein levő elemek között. (kerámiák)

Nem irányított

Tulajdonságok:

- Magas op.
- Kemény, törékeny
- Jó elektromos és hőszigetelők



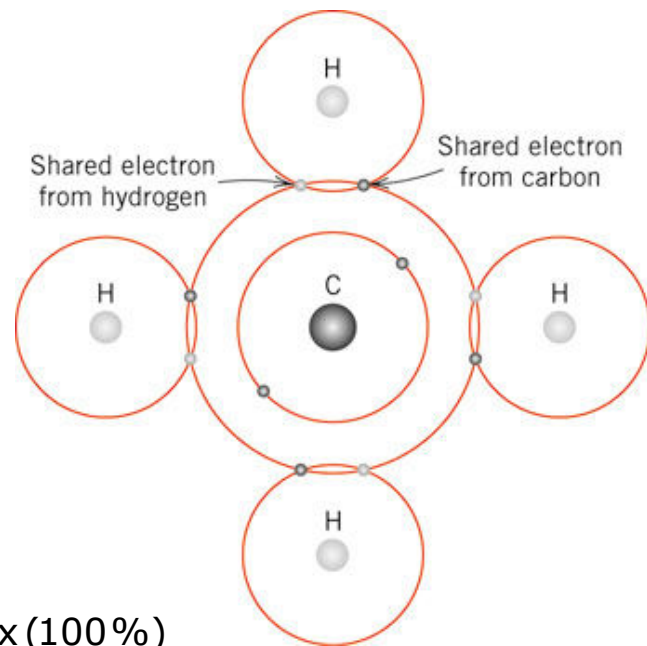
Kovalens kötés

Nemesgáz szerkezetre törekvés

Elektron *megosztás*

Periódusos rendszer jobb oldalán levő elemek (kerámiák, műanyagok, félvezetők)

Irányított



Tulajdonságok:

attól függ, hogy atomrács vagy molekularács

$$\text{Ionos karakter} = \left(1 - e^{-\frac{(X_A - X_B)^2}{4}} \right) \times (100\%)$$

ahol X_A , X_B a Pauling-féle elektronegativitás

Fémes kötés

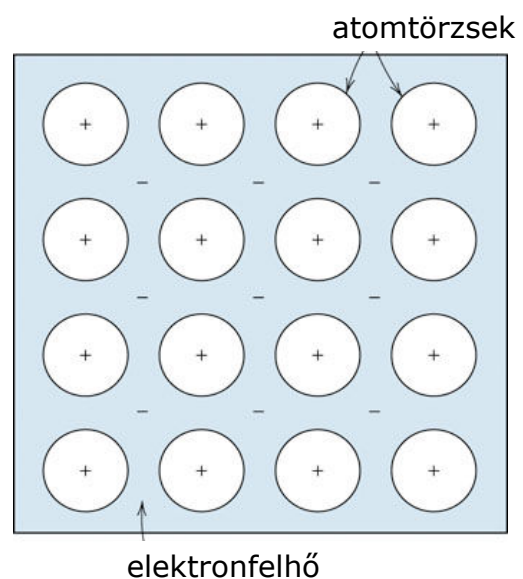
Elektron megosztás (delokalizált elektronfelhő, max. $3e^-$ /atom)

Periódusos rendszer leggyakoribb kötése (fémes elemek és ötvözeteik)

Nem irányított

Tulajdonságok:

- Kemény, de jól alakítható
- Jó elektromos és hővezetők



Mikroszkópikus szinten

Fázisdiagramok

Mindig termodinamikai **egyensúly**ra vonatkozik.

A fázisdiagramok segítségével megmondható:

- 1) A fázisok száma és típusa
- 2) A fázisok összetétele
- 3) A fázisok mennyisége

A legegyszerűbb két komponensű rendszer

Az „oldat-rendszer”-ek (pl. Ni-Cu rendszer)

	Kristály rács	elektrone- gativitás	r (nm)
Ni	FCC	1.9	0.1246
Cu	FCC	1.8	0.1278

Az azonos kristályrács, valamint a közel azonos elektronegativitás és atomsugár kölcsönös oldékonyságot sejtet (← **Hume – Rothery szabály**).

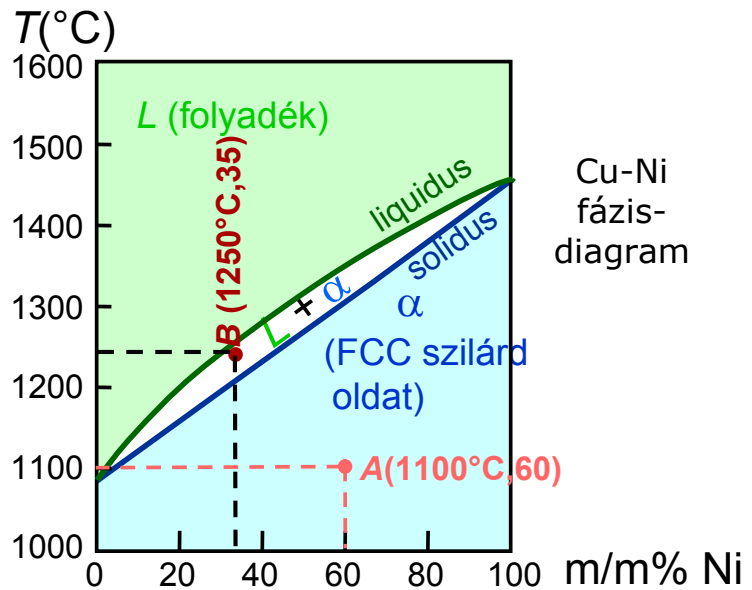
A Ni és a Cu egymásban korlátlanul oldódik (izomorf).

1) A fázisok száma és típusa

Példák:

$A(1100^{\circ}\text{C}, 60)$:
1 fázis: α

$B(1250^{\circ}\text{C}, 35)$:
2 fázis: $L + \alpha$



2) A fázisok összetétele

Példák:

$C_0 = 35 \text{ m/m\% Ni}$

$T_A = 1320^{\circ}\text{C}$:

Csak folyadék (L)

$C_L = C_0 (= 35 \text{ m/m\% Ni})$

$T_D = 1190^{\circ}\text{C}$:

Csak szilárd (α)

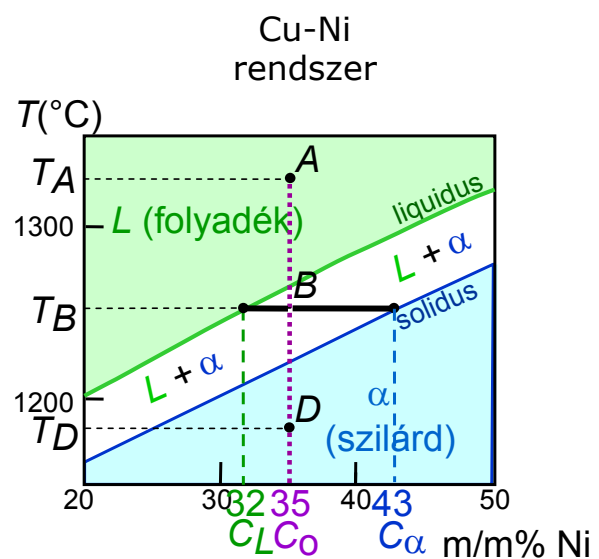
$C_\alpha = C_0 (= 35 \text{ m/m\% Ni})$

$T_B = 1250^{\circ}\text{C}$:

Mind α mind L

$C_L = C_{\text{liquidus}} (= 32 \text{ m/m\% Ni})$

$C_\alpha = C_{\text{solidus}} (= 43 \text{ m/m\% Ni})$



3) A fázisok mennyisége

Példák:

$$C_0 = 35 \text{ wt\% Ni}$$

T_A : Csak folyadék (L)

$$W_L = 100 \text{ m/m\%}, W_\alpha = 0$$

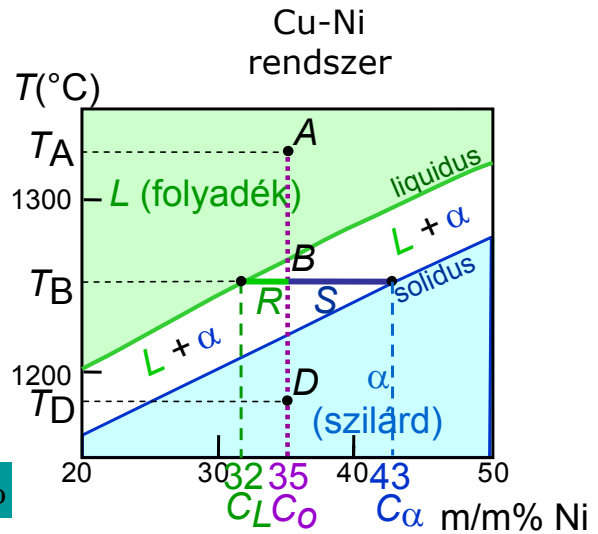
T_D : Csak szilárd (α)

$$W_L = 0, W_\alpha = 100 \text{ m/m\%}$$

T_B : Mind α , mind L

$$W_L = \frac{S}{R+S} = \frac{43-35}{43-32} = 73 \text{ m/m\%}$$

$$W_\alpha = \frac{R}{R+S} = 27 \text{ m/m\%}$$



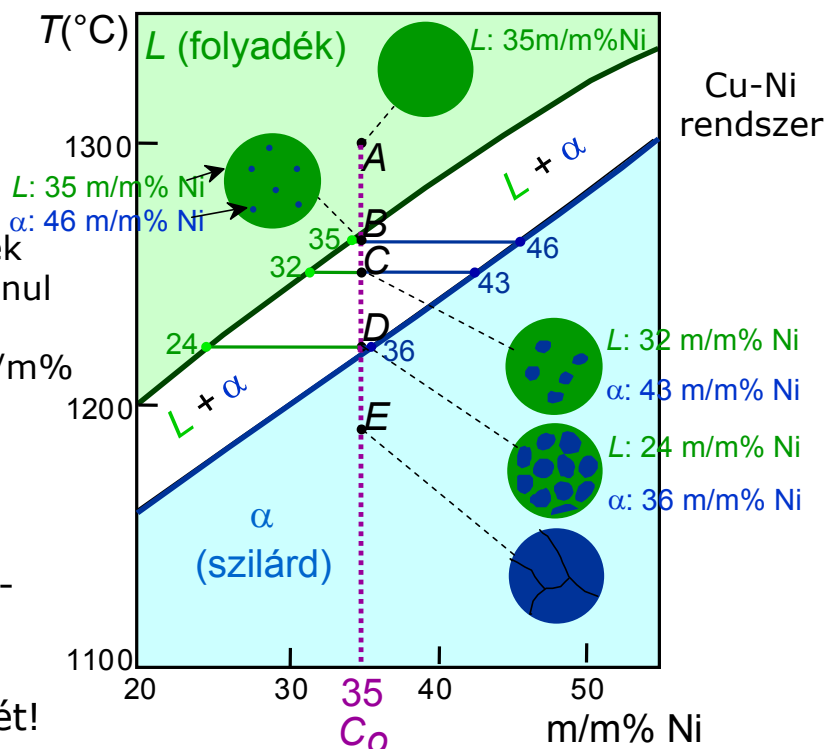
Emelőszabály!

A Cu-Ni bináris rendszer egyensúlyi hűtése

A rendszer:

- kétkomponensű
Cu és Ni
- izomorf
azaz a komponensek egymásban korlátlanul oldódnak; avagy az α fázis 0-tól 100 m/m% Ni-ig terjed.

Tekintsük most a kezdetben 1300°C-os $C_0 = 35 \text{ m/m\% Ni}$ lassú hűtésének esetét!



Egyensúlyi vs. nemegyensúlyi hűtés

termodinamika vs. kinetika

Ami lejátszódhat még nem biztos, hogy le is játszódik!

egyensúly \equiv a fázisegyensúlyt minden időpillanatban fenntartjuk; ehhez diffúzió szükséges (olvadékban/folyadékban még OK, de szilárd fázisban – különösen alacsonyabb hőmérsékleteken – igen lassú!) \rightarrow igen lassú hűtést feltételez

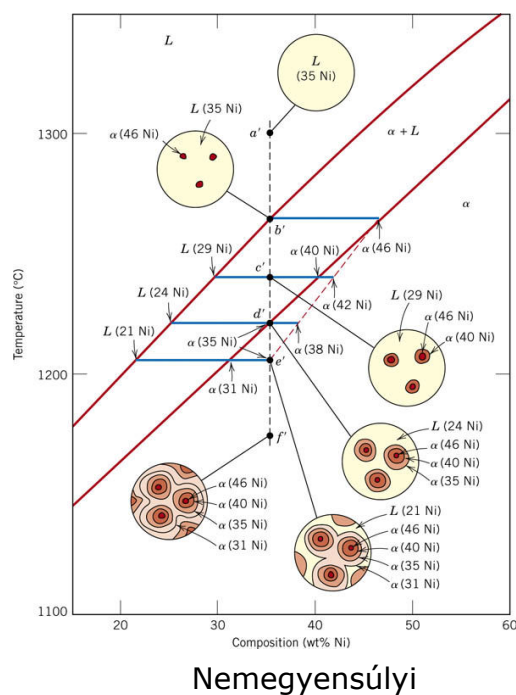
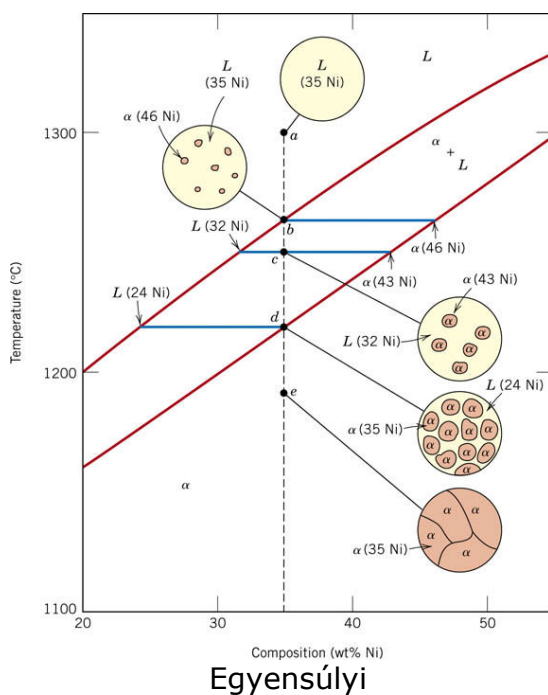
egyensúlyi állapot \equiv stabil; nemegyensúlyi állapot \equiv metastabil

A metastabil fázisokat tartalmazó rendszerek sokszor sokkal érdekesebbek, mint a stabil, egyensúlyi rendszerek.

Az egyensúlyi állapottól való eltérés mértéke a hűtési sebességtől és a szilárd fázisra jellemző diffúziós sebességtől függ.

Szegregáció

C_α változik a megszilárdulás közben. A szemcsékben az elemek eloszlása nem homogén; a mag a magasabb olvadáspontú fémekben gazdagabb.



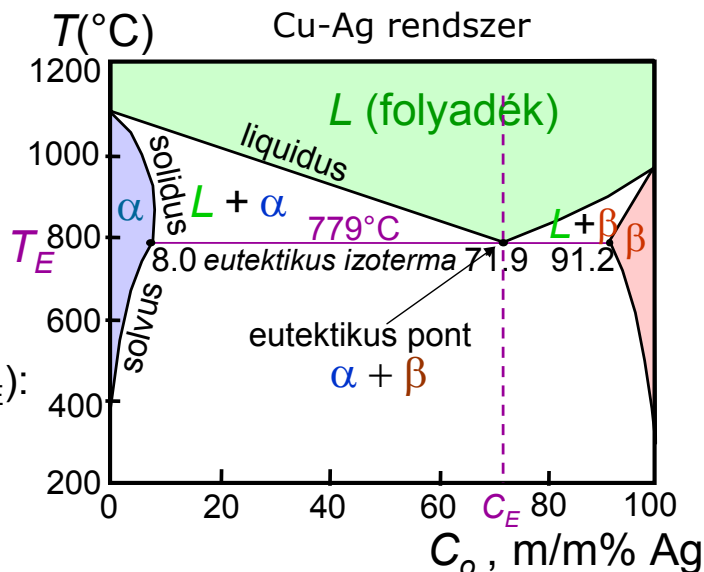
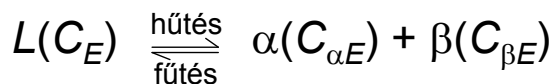
Két komponensű eutektikus rendszerek

Eutektikum \equiv (*eutektos*(g)=könnyen olvadó) az a két komponensű keverék, mely jól meghatározott minimális olvadásponttal rendelkezik.

Példa:

- 3 db 1-fázisú régió (L, α, β)
- 3 db 2-fázisú régió ($L+\alpha, L+\beta, \alpha+\beta$)
- T_E : legalacsonyabb T , ahol folyadék *lehet*
- Korlátolt oldhatóság ($T < T_E$):
 α : kevés Ag a Cu-ben
 β : kevés Cu az Ag-ben

Eutektikus átalakulás:



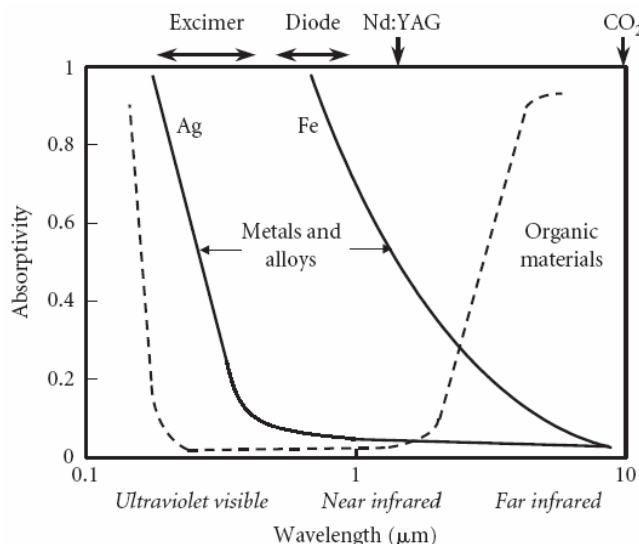
A lézeres anyagmegmunkálás szempontjából fontos anyagi tulajdonságok

- Optikai tulajdonságok
- Mechanikai tulajdonságok
- Termikus tulajdonságok

Abszorptivitás, A

$$A = \frac{E_{absz}}{E_0} \quad 1 = A + R + T$$

A nyaláb teljes energiájának, teljesítményének ezen, abszorbeált része "hasznosul", hisz ez fordítódik a minta megmunkálására.



polarizációfüggő!
 (ld. Fresnel formulák)
 hőmérsékletfüggő,
 legtöbb szilárd fémre, ötvö-
 zetre az IR-ban $dA/dT > 0$
 függ a felületi simaságtól
 durva felszín A -ja nagyobb

Abszorpciós tényező, β

Beer-Lambert törvény:

$$E(z) = E_0 e^{-\beta \cdot z}$$

E_0 : a mintára eső energia ($z=0$)
 E : a minta z mélységébe jutó energia
 β : abszorpciós tényező

abszorpciós hossz:

ahol
$$E(z_{absz}) = \frac{E_0}{e}$$

$$z_{absz} = \frac{1}{\beta}$$