

Ginsztler János }
 Mészáros István } V_2 ép. 1. emelet

Könyv: Ginsztler - Hideri - Dévényi: Alkalmazott anyag-
tudomány
 ZH: okt. 31

Prohászka - Deveretős az anyagtudományban

Gyűjtemény: ~~www.mtt.bme.hu~~
 www.mtt.bme.hu

ANYAGTUDOMÁNY

- 1. Anyagszerkezet
- 2. Anyagtulajdonságok, igénybevételek
- 3. Anyagtechnológiák
- 4. Anyagvizsgálatok

Főleg kristályos anyagok a téma.

Alfajzatok: 1. 1. Kristályok
 1. 2. Rácsok
 1. 2. Ötvözetek

:

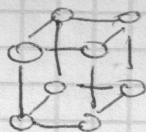
Az anyagtulajdonságokat úgy kell megvalósítani, hogy az adott igénybevételeknek megfelelő legyen.

Igénybevételek: - mechanikai
 - villamos
 - mágneses
 - korróziós
 - termikus
 - sugárzás

⇒

Anyagtulajdonságok:
 - mechanikai
 - villamos
 - mágneses
 :

A kristályos anyagok elemi cellákból állnak.

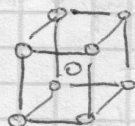


← normál cella

3 csoport van:

- térközpontos köbös rács (TKK)

pl: Mo (molibdén)

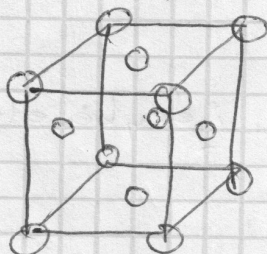


(8 csúcs + középe)

- hexagonális rács

pl: Zn

- felületközpontos köbös rács (FKK)



(8 csúcs, + oldalflapok középe)

Ezzel foglalkozik legtovább a villamos-érvelésig.

pl.: Al, Cu, Ag, ...

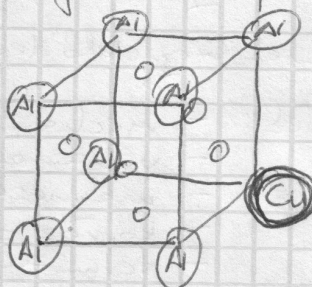
A rácsszerkezettől függ a rácsban lévő üres helyek térfoglaltasága.

A szennyezőelemek rácsmérete kisebb, mint a fémeké. Attól függ, hogy milyen szennyezőelemeket tartalmaz az ötvözet, hogy milyen a térszerkezet.

~~Arak az ötv~~

Az ötvözetet egy csoportja a szilárd oldatba.

A legtöbb fémek ötvözet ilyen formában jelenik meg. pl:



Al-Cu
ötvözet

Az oldat: egy szilárd kristályrács magába foglal (oldalam + szél) más ötvözőelemeket.

Ez a fajta oblasz - substitúciós szilárd oldatot jelent.

Fém fémekkel mindig substitúciós szilárd oldatot alkot!
(ha alkot).

Leggyakoribbak: S, P

A szennyezőelemek ^{intersticiós} szilárd oldatot alkotnak fémekkel.

Rácshibák:

3-féle rácshiba van:

- pontszerű rácshibák
- vonalszerű rácshibák
- felületszerű rácshibák

1. Pontszerű rácshibák

a, üres helyek (pl: egy TKK -ból hiányzik egy atom). Melegítés hatására az üres helyek "mozognak": a szomszédos lévő atomok ugranak erre. Kise energiával ($10-25$ eV) rezgőmozgást végeznek ezek az atomok alapállapotban.

2. Vonalszerű rácshibák = diszlokációk

a, él-diszlokáció

b, csavardiszlokáció

~~A diszlokáció azt jelenti, hogy atomokat~~

Az atomsorok elmozdulása eredményezi a diszlokáció kialakulását.

Az anyagokat csak rugalmas alakváltozás éri: ha az

igénybevétel megszűnik, az eredeti állapotba kerül vissza. Ha a terhelés lévételé után ez nem történik meg, akkor képlékeny alakváltozás következett be, ami nem fordítható vissza.

Képlékeny alakváltozás = a diszlokációk elmozdulása.

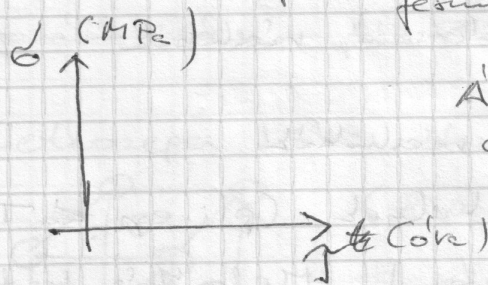
A képletben alakváltozást meg kell adni!

Ilyen módon pl. az ötvöztetés. Ötvöztetést az ötvösök-
len atomatmórája eltér az eredeti fémétől.

A tervezetve való igénybevételt figyelembe kell venni.

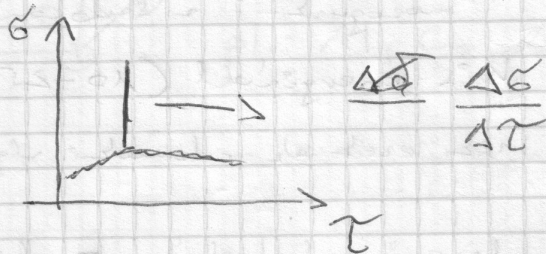
Mechanikai : - statikus
- dinamikus
- fárasztó

a, statikus : az t függvényében a mechanikai
feszültség állandó

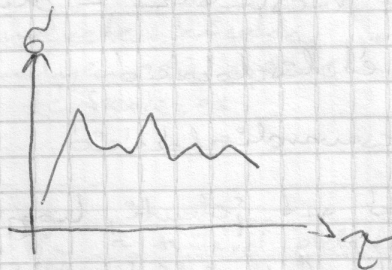


Állandó terhelés
állandó igénybevétel.

b, dinamikus



c, fárasztó



Anyagtechnológiák :

- kötéstehnológiák
- hőkezelések
- képlékeny alakítások

Kötéstechnológiák: hegesztés, forrasztás, ragasztás, stb. ...

Hőkezeltetések: az anyagokat hőhatásnak tesszük ki annak érdekében, hogy tulajdonságait számunkra optimálisra hozzuk.

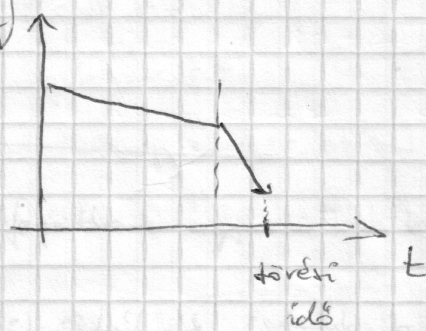
Képtelenség stabilitás: előzetesen már legrájtott állapotúval dolgozunk.

Anyagvizsgálat:

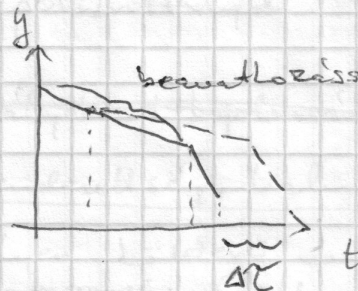
- röntgen
- röntgenmentes
- On-line diagnosztika (hőszelvényanalízis)

On-line diagnosztika: izem körbeni vizsgálat
Az igénybevétel és az idő előrehaladtával az anyag szerkezet megváltozik, mindig rosszabb irányba.

mértékhely-
tulajdonság (y)



Egy pillanat után
(törési idő) irreverzibilis a változás.



beavatkozással javítható, ΔT -vel megváltoztatva a hőkezelést

Vannak olyan vizsgálatok, főleg magneses, -elével izem körben is lehet kontrollálni.

Röntgenképek vizsgálata: mérési-, ultrahang-, rönt-
gen-

együtt kell
alkalmazni
őket.

{ A röntgenképek irányába és hibák
felderítését fel.
Ultrahangvizsgálattal az ultrahangra
vonható hibák deríthetők fel.

Van egy felismerhető hibaméret fogalma:
röntgenképekkel nem látható a hibák,
de attól is meg ott lehet. A röntgen-
képekkel elérhető érzékenységgel műkö-
vel, így elérhető a hibafelismerés.

Röntgenképek vizsgálata: - mérési
- ultrahang
- felismerés

Anyagválasztás: Anyag -féle performance paraméterrel)

Funkció, anyag, technológia és életciklus kölcsönhatása

Az anyag / termélt funkciója az anyag / technológia / ^{élet} ~~kölcsönhatás~~ kölcsönhatásában kell lennie.

Folyamatok: ~~anyag~~

is lenne ha Φ a S kicsi erősség nagy Φ ^{egyetlen anyagunk} ~~szükséges~~ ^{szükséges}

Főként az optimális anyagválasztás.

Tématerületek:

- félvezető, szigetelő
- kerámia
- elektronos vezető anyagok
- félvezető
- hővezető
- dielektronos anyagok

A teljes térfogatban ugyanaz a rend van: egy kristály.

Az anyag polikristályos: több egy kristályos anyagból áll.

~~Az egy kristályos tulajdonságai~~

Atomos rendezettség, hálózati állapot

Valamelyik kristályos van az atomok közötti kötés:
Hőenergia, elektronos kölcsönhatás $\Rightarrow$ kötés energiája

Hálózati állapot + kötés energiája:

Gáz: 1-2 eV/mol

Folyadék:

sűrűség: 10-4000 eV/mol

A gáz stabilizálás érdekében, vízgőzt és rövid távú rend megfigyelhet.

Folyadékok és rövid távú rend (néhány nanométeres tartományban). Néhány 10-100 nm.

A szilárd testek hosszitávú rendezettség jellemző.

Mi szilárd anyagok ρ (sűrűség) függvényében foglalkozni.

Egy szilárd anyag lehet:

- amorf: legfeljebb rövid távú rend van a szerkezetben.

Nincs olvadáspont, hanem szilárd anyag (a szilárd anyagok helyettesítője) szilárd anyag.

- kristályos: hosszitávú rendezettség jellemző.

Tekint a részecskék (részecskék) foglalkozni lehet, azaz periodikus elrendezésűek lehetnek.

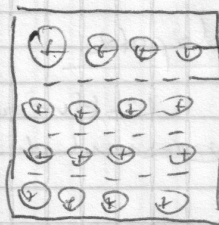
Olvadáspont van.

Lehet egykristályos és polikristályos.

Polikristályos több van.

Kötéskapcsolat: elsődleges és másodlagos

1. Fémek kötései



fémionok
elektronok

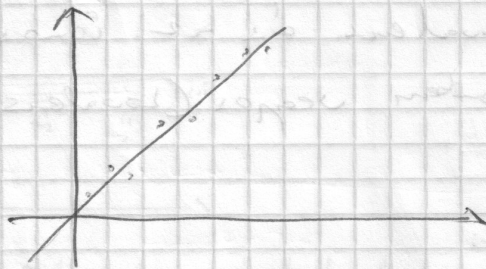
A fém kötés elektronok és néhány elektron van.

Fémek kötései elektronok funkcionális. Az elektronok

elektronok $\rightarrow$ van az áramvétel.

A hővezetőképesség és árfélgáz a szabad elektronok.

Wiedemann-Franz-törvény (hő és elektronok vezetőképessége arányos)



A réz nagyon jó hővezető.

A legjobbak hővezetők a germánium (elektromosan szigetelő anyagban). Ez azért van, mert a germániumban 2. kötélszint van.

A félvezetői anyagoknál a szabad elektronok részben deltalizáltak struktúrára, a félvezető anyagok létezésével, jól elválasztható (elektronok és lyukak)

2. Ionos kötés

Nell közeli egy félvezető tulajdonságú ion és egy nem félvezető komponens, aminek nem kitért a külső elektronszféra. Az ionos kötés erős vonzóerőt eredményez. Stabilitás elektronvezetést, van Coulomb vonzás. Ridegen viselkednek, nem replikáló. Rossz hő és elektronok vezetők.

A kötési energia nagy, egy az olvadáspontja magas.

3. Kovalens kötés

Megosztott 's' és 'p' héjak alakulnak ki. Fontos kovalens kötési anyag a szilícium (germánium). s-p 3 hibridizáció.

(ő megeléged, mert szabad elektronjaival.)
Rozn hővezetők. Altlalában nem nagy - jelentősé-
gű net - kovalens és az ionos kötés
Vanak azonban vegyes (kovalens - ionos) kötések.

Másodlagos kötések:

1. ~~Van der~~

1. Van der Waals kötés: jelentősége csökken
Meghatározza a polimerrel (több - éterekkel is
lehet) A hőm. emelkedésével az anyag
elkerül lágyulni, mert a polimerláncok közötti
erők csökkennek.

KRISTÁLYOS SZERKEZETŰ ANYAGOK

Megfigyelhető, hogy a kristályos szerkezet - mindig szimmetri-
kus.

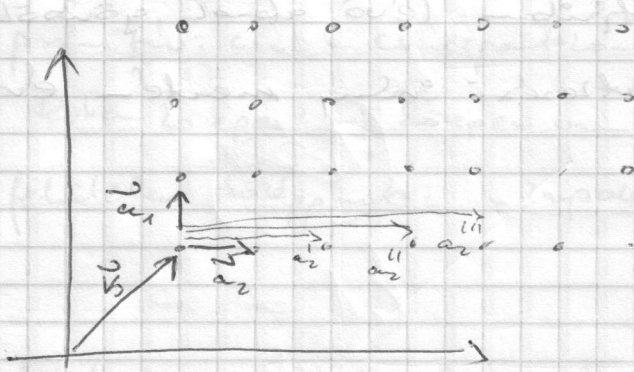
Altlalában szilárd (részben) kristályos, mely nem
az ionos kötések miatt.

Anizotropia: különböző irányokban az az az tulajdonság
szigorúan meghatározott és anyagok.

Az anizotropia negatív következménye, hogy
az egy kristályos anyagot nem lehet

A kristályos anyagok: A kristályos szerkezetet leírni
való foglalkozni.

Pontválaszot kérésre:



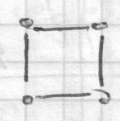
A struktúra jelle-eke : helyezett koordinátaválasztás
 be. Teljesítmény
 $\vec{v}_0$ helyvektor,

nejel transzlációs vektorként ($\vec{a}_1, \vec{a}_2$)
 Az $\vec{v}_0$ és a transzlációs vektorok lineáris
 kombinációját kell venni.

Rácstranszlációs vektorként vedytelen sor van ($a_1, a_2, \dots$)
 $a_1, a_2, \dots$

Ezen cellát: olyan leírás, melyet csak
 pontokból álló pontrendszer
 Ugytalan sor van.

A legegyszerűbb:



ezek a cellák
 a primitív
 cellák (csak a
 csúcspontokból
 vannak állítva,
 a primitív cellákban
 csak 1 atom
 tartozik)

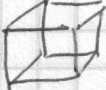
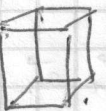
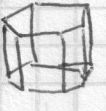
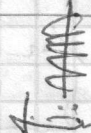
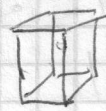
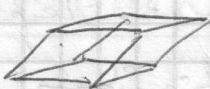
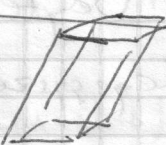
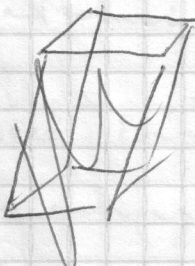
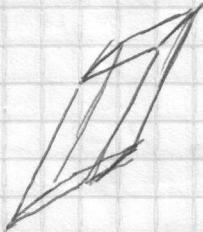
3 dimenzióban 230-féle pontrendszer van.

Bravais nevű fizikus kategorizálta a rácsokat:
 7 rácsfajta - Összesen 14 Bravais - rács
 van.

Az atomok elhelyezkedése:

A pontok elhelyezkedése leírható a gömbön, mely a legkönnyebben értelmezhető irány mentén elhelyezkedést.

Bravais - rácslé:

	Köbös	primitív	+ ékös középpont	felületi középpont
	Tetragonális	— —	— —	— —
	Hexagonális	primitív	 + tömött	
	Orthorombos	primitív	ékös középpont	alaplapos középpont
re-rodéves		 primitív (paralelepipedum)		
monoklin		 		
triklin		 		

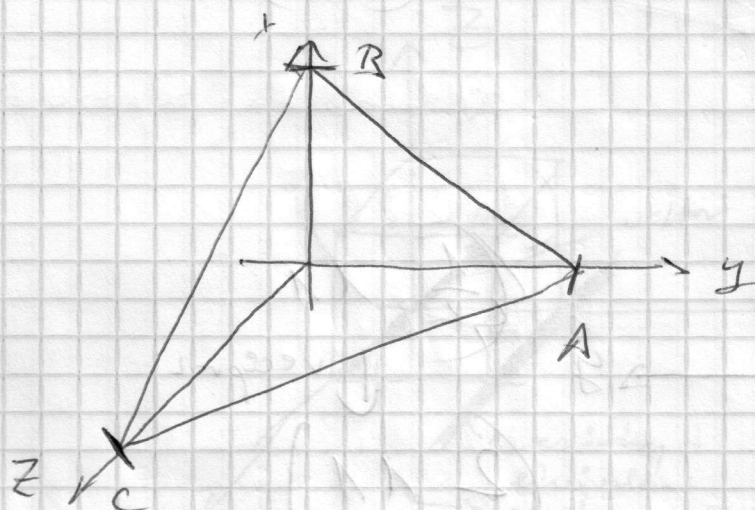
primitív: csak a csúcspontok tartalmazzak atomot

terhőzöpes: - körepe van járulékos min

felületen középpontok: - lapok van járulékos atom

Kristálybani sík, irányok - egadása:

A Miller-indexeket alakoz:



Tengely-etszetes
egyenletel:

$$\frac{x}{A} + \frac{y}{B} + \frac{z}{C} = 1$$

$$hx + by + cz = q$$

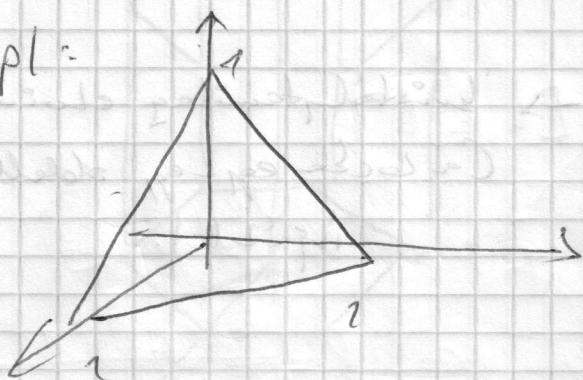
3 lépés - felírása:

1. Meghatározom a tengely-etszetes
vécállandó - egysegeket

2. Venni kell a tengely-etszetes reciprokát

3. Szorozom meg egy egés számmal a reci-
prokat, hogy a Miller-indexek legkisebb
egész számokból állódnak

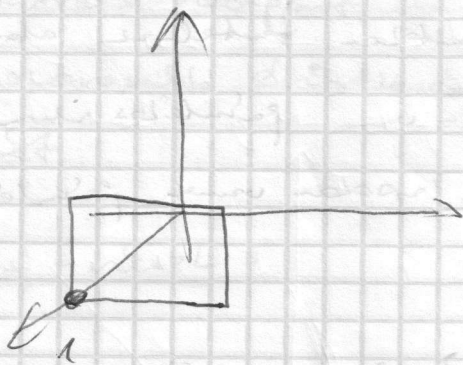
pl:



zérófelbe teszik -

$(1 \ 1 \ 1)$

Miller-indexeket.
Az előjelet a
szám elől írtuk.

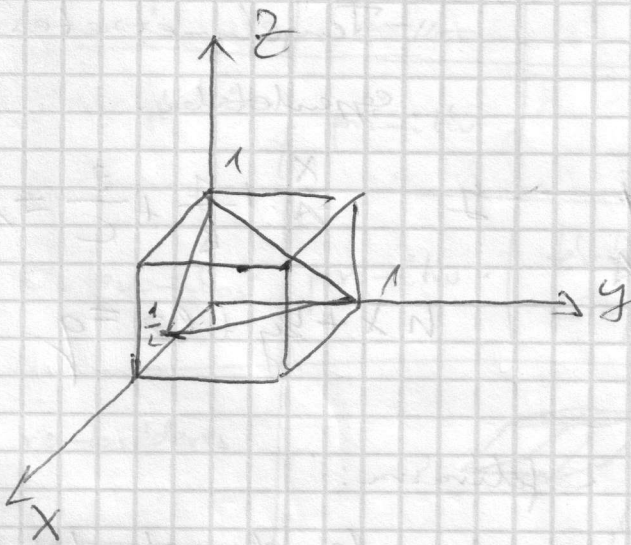


$$(\overline{1}00)$$

$$\infty \infty \infty$$

↓ reciprok

$$(100)$$



$$\left(\frac{1}{2} \ 1 \ 1\right)$$

↓ reciprok

$$(2 \ 1 \ 1)$$

Kristálytanilag ekvivalens síkok:

Röntgendiffrakcióból bizonyos síkokról reflexiót kapunk. De ez nemint kristálytanilag indifferenset nemint.

$$(100)$$

$$(010)$$

$$(001)$$

$$\in (\overline{1}00)$$

$$(0\overline{1}0)$$

$$(00\overline{1})$$

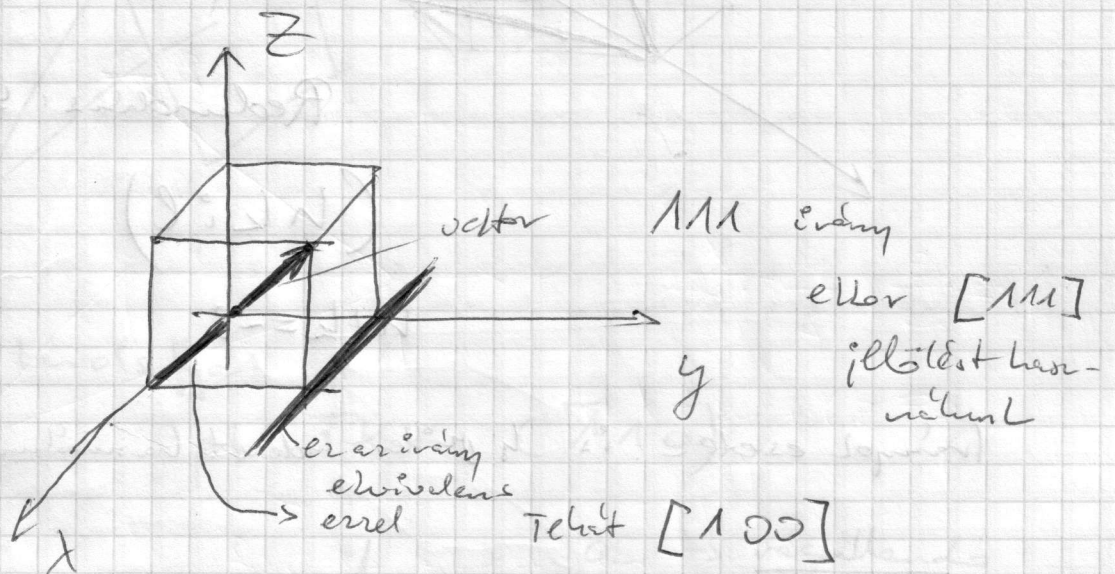
(-1)

→ kristálytanilag ekvivalenset
Ca bókka egy-egy okkellapjút
infrak.

Ösne föglab' föglöde: $\{100\} \rightarrow \text{er } (100) + \text{hl}$
 paret ekvivalens
 silol.

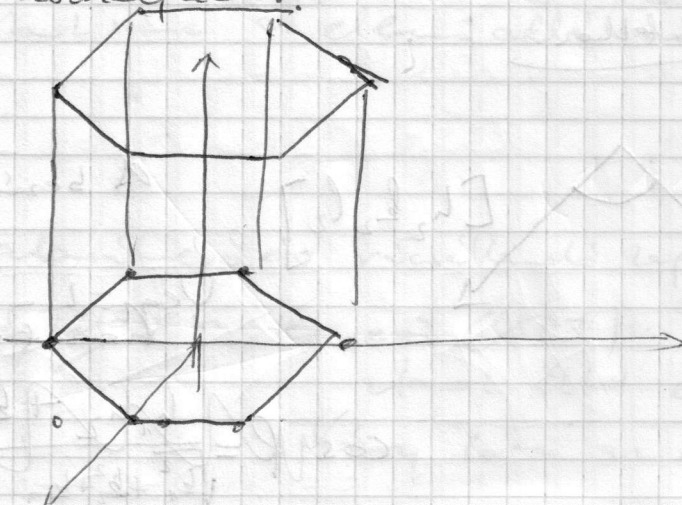
Trämyd Miller - indexet:

vektorlangparensell:

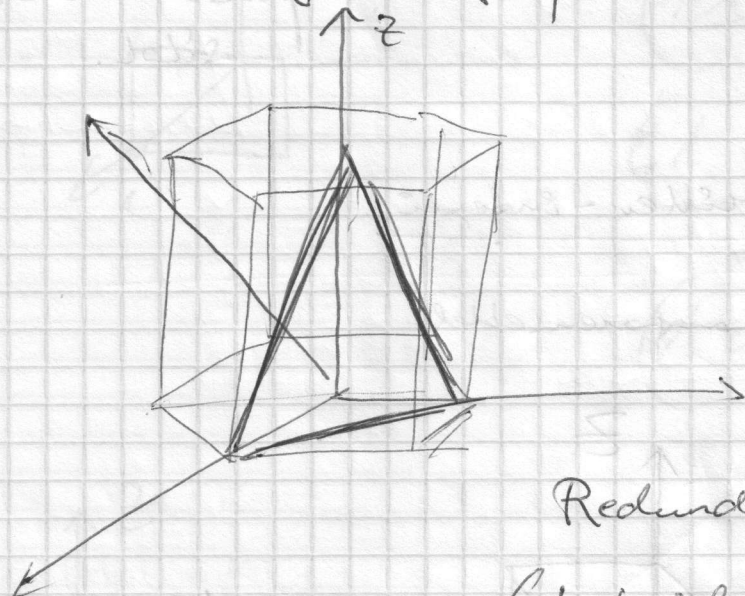


A kristallfamilj ekvivalens ereloret ien fögl-
 i-2: $\langle 100 \rangle$

A hexagonals rendserben a Miller - indexet nen
 ien herrelent !!!



A hexagonális rácsban 4 Miller-indexet lehet használni (4-tengelyű koordináta-rendszer)



Redundancia: kétszeres

(hkl)

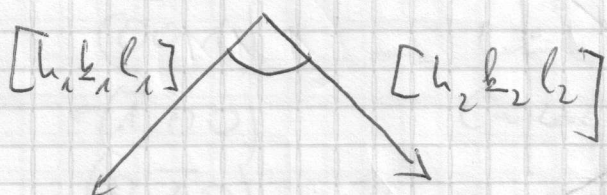
$$h+k=-i$$

Trükkös esetek is 4 Miller-indexet használnak.

Köbös rendszerek esetén:

Ha ~~van~~ egy 3-ás Miller-indexei (hkl) , akkor a normálvektorhoz (normális) Miller-indexei is (hkl) .

Számítási feladatok:



A beszt szög = ?

Vegyük a skaláris szorzat

$$\cos \varphi = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \cdot \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}}$$

Síklal - elrendezés:



A normálalak vektoris
monatiból leperint

Síklal távolsága:

p1: TUK (110)

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

→ véscillandó

Kristálytani adatok

1. Koordinációs szám: A legközelebbi szomszédok száma

2. Mielőtt szám a elemi cellában: atomok száma a elemi cellában
=

3. atomtípus és véscillandó leírása

4. fél kitöltési tényező (ATF): 1 elemi cellában az atomok által elfoglalt térfogat hány %-a az egész cellának.

5. legnagyobb mértékig: A valódi elemekből legnagyobb mértékig

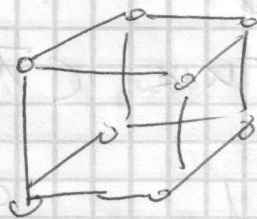
6. legnagyobb mértékig: A valódi elemekből legnagyobb mértékig

- irány: az elemek mértékig, értéke

- cél: a valódi elemek mértékig, értéke
maximális (az elemek
mértékig, értéke
jelölés e/e)

En a legnagyobb mértékig: A valódi elemekből legnagyobb mértékig

Primitív köbös szerkezet



Cél: a valódi elemek mértékig, értéke
maximális (az elemek
mértékig, értéke
jelölés e/e)

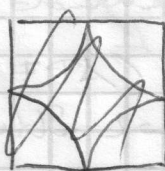
Koordináták száma: 6

- Átlósított: $d = a$ (valódi elemek)

- Átlósított: 1. Cél: a valódi elemek mértékig, értéke
maximális (az elemek mértékig, értéke jelölés e/e)

- Átlósított: 52%

- legnagyobb mértékig: A valódi elemekből legnagyobb mértékig
maximális (az elemek mértékig, értéke jelölés e/e)



A legnagyobb mértékig: A valódi elemekből legnagyobb mértékig
maximális (az elemek mértékig, értéke jelölés e/e)

$$\sqrt{3}a = d + D \rightarrow D = 0,73a$$

- legnagyobb illentelés irány / sz:

$$\{100\} \quad \langle 100 \rangle$$

Egy primitív köbös elem van: polonium

Török középpontú köbös

pl: vas, 2rón, volfrám, nátrium, titán

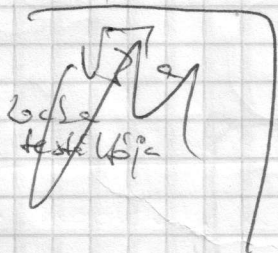
- Koordinációs szám: 8

- atomtér: $\frac{\sqrt{3}}{2} a$

- atom-sűr: 2 $\left(8 \cdot \frac{1}{8} + 1\right)$

- térfogat: 968

- legnagyobb átlós távolság: 0,252 nm $\left(\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0\right)$



- legnagyobb illentelés:

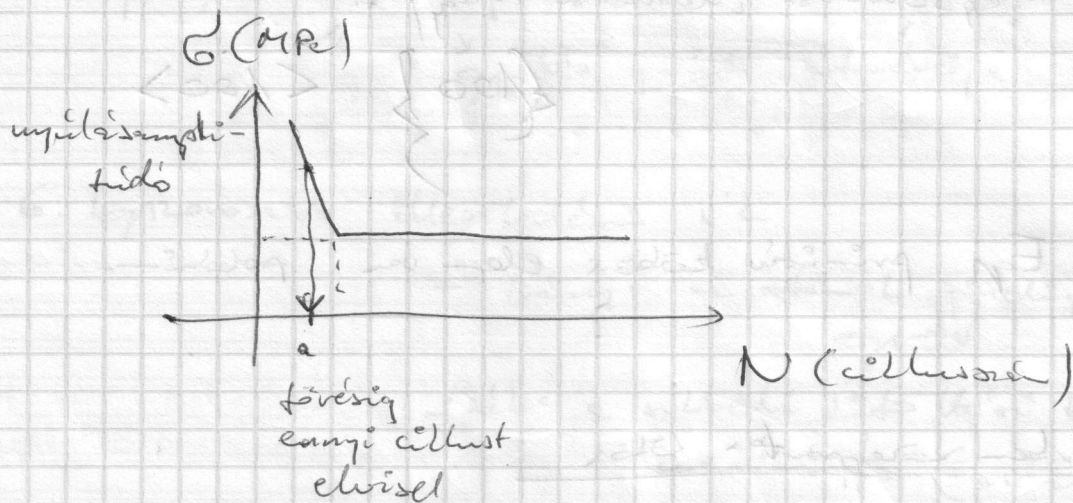
$$\{110\}$$

$$\langle 111 \rangle$$

jellemző: gyenge a vezetőképesség, kis elektromos vezetőképesség, oxidációs hajlandóság, nagy- és közepes hővezetőképesség

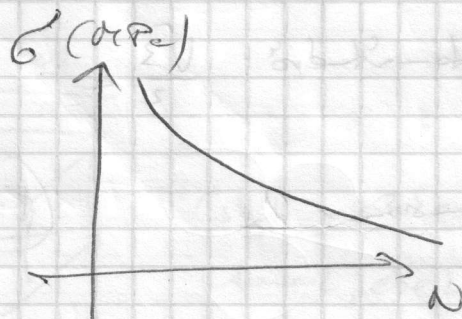
Értékelési kritérium: Periodikus rendszerben az elemek elhelyezkedése a periódusos rendszerben. Az elemek közötti hasonlóságok alapján lehet osztályozni az elemeket. Az elemek közötti hasonlóságok alapján lehet osztályozni az elemeket.

vegytelen állást elvise.



202 TKK anyag van (de pl. Al nem is).

Alumínium:



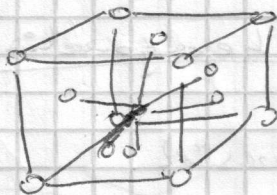
Ha fűtés, birtok vagy a főzés.

III. előadás

2006. szept. 21.

Felületen kötéspont: kötés vége

Összetett elemi cella: sok atom van.



Atomok száma: 4

A telítettség 74%, az a maximális telítettség
- kristályrendszerek

10% alultelítettség, 10% szerves (10% elektronok).
Létezik

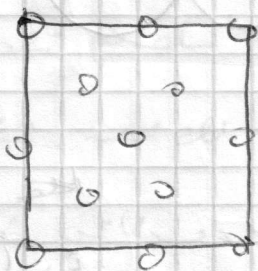
Arany, ezüst stb.

Gyémánt

Nagyon kemény anyag.

Felületen kötéspont: kötés vége leírásai:

2 db FKK, az egyik - másik kötés
- nélküli eltolás



Telítettség: 34%.

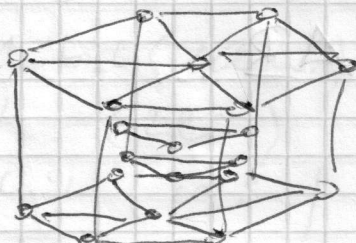
Legnagyobb eltolás:

$\{111\}$

$\langle 110 \rangle$

Ilyen fémek: C, Si, Ge

Szorosan pakolt hexagonális vége



Hexagonális vége
prizm.

Pl: Be, Mg, Zn, Cd

Teljesítés: 74%

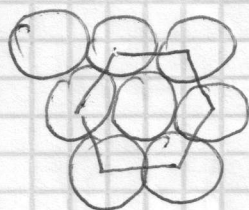
Legnagyobb elterjedés: $\{0001\}$

$\langle 1120 \rangle$

FKK és koroson párt hexagonális és oktaéderes

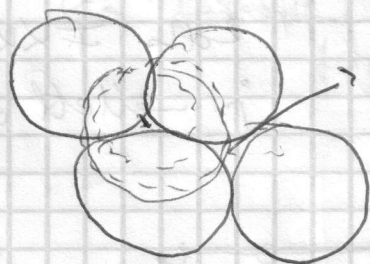
Masabó elrendezésű.

FKK (111) és $\Rightarrow$ koroson $\{0001\}$ és
párt hexagonális

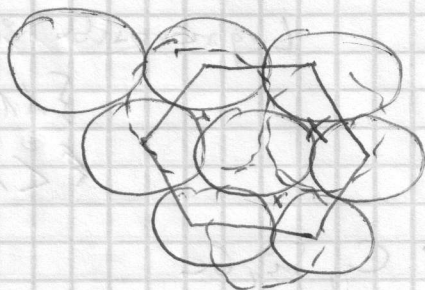


még egy ilyen véteger

a völgyekbe szorult lehet
valam.



és ne
tudunk
nem



~~Ha~~ Egy 3. pontot
is lehet felírni

Hexagonális kristály felépítése:

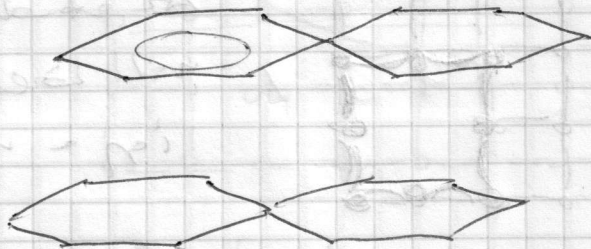
A B A B ...

(véteger)

Függ felépítése:

ABCABC...
(réteg) ↓
pozíció

Hexagonális réteg: grafit



anizotróp anyag!

Létezik irányban
létezik tulajdonsá-
ga! A grafit ese-
tel mechanikai ani-
zotrópia lép fel.

A REÁLIS KRISZTÁLYOK

Makroszkopikus jól látható!

Vannak kristálymodellek nem megfigyelhető tulajdonságok!

- a gyakorlati feladatok megoldásához levezetett, mint 10-
a 2. élethez valódi állapot meghatározásához szükséges

- ha a Si villamos vezetőképessége 10^{-8} tömeg%

höz adhatólag a 2x növekedés

- vannak kristályhibák

a, ponthibák (0 dimenzió)

b, vonalhívak (1 dimenzió)

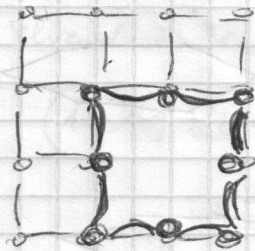
c, felülethívak (2 dimenzió)

d, térfogathívak (3 dimenzió)

pl: felületre nézve - felületi és
 kristálybelső jelölés.

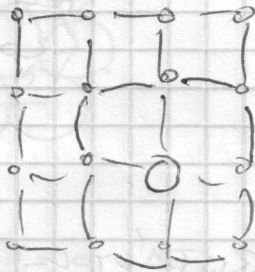
Pontoknál vizsgáljuk

1. Váltakozó válaszok látnak



Az az a - egyébként -
 az látható szintén,
 így a válaszok

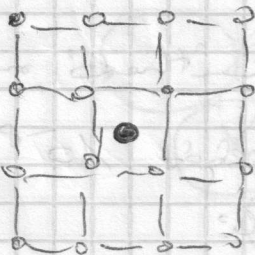
2. Szubsztitúciók



Ha az a fajta atom
 helyettesít

Ha az a az a
 az a, az a
 elterjedés a
 a szubsztitúció,
 ha látható, az a
 az a az a

3. Intervallumok

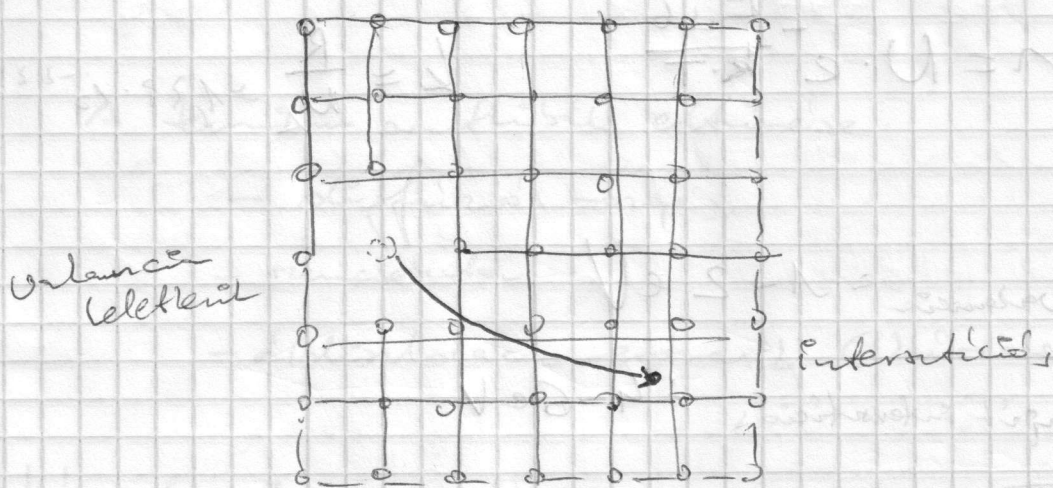


Az a válaszok
 körül a az a
 az a.

Az a elterjedés a,
 ha az a az a szubsztitúció,
 látható, mint a válaszok

Ez a gradiens az az a
 az a

4. Frenkel - mechanismus



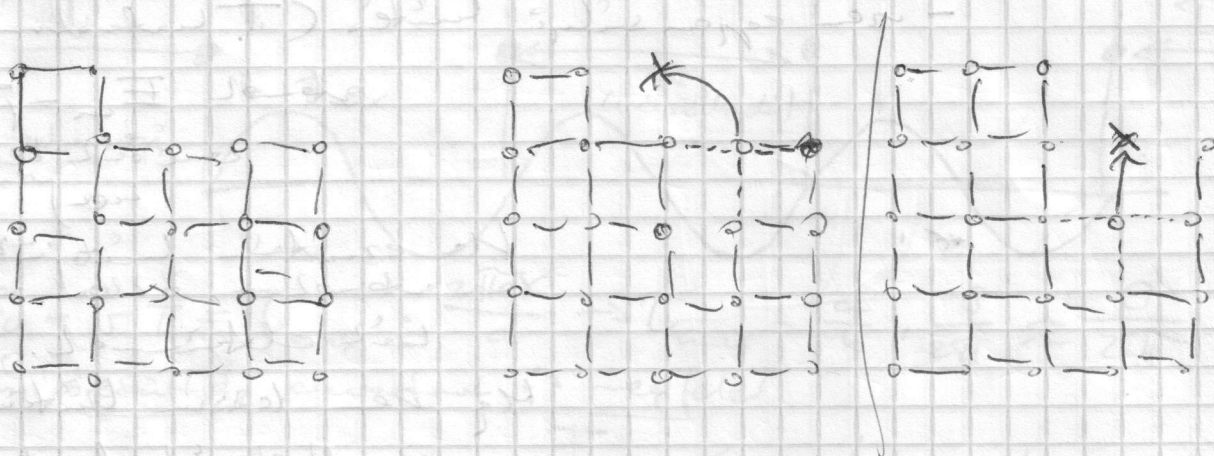
Az egy ív választja el a helyre való átvándorlástól, ahol korábban nem volt. Részben atomok is ugrálnak.

Ez a mechanizmus nagy energiát igényel (pl.: nukleáris energia).

Kötele

5. Wagner - Schottky mechanizmus

Egy szilárd test felületén könnyen történhet



Elsőként 1 atom, 2 helyre ismét ugrál

A választás "beválasztás"

Termikus pontliát egyensúlyi koncentrációja

$$n = N \cdot e^{-\frac{E_{\text{akt}}}{k \cdot T}}$$

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-22} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$E_{\text{valencia}} = 1-2 \text{ eV}$$

$$E_{\text{sziget intersticiós}} = 4-6 \text{ eV}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\frac{N_V}{N_{\text{st}}} = 10^{67}$$

Pontliát leletkezés és eltűnése

1. Keletkezés:

- lépteleny relatív koncentráció (nem átvándorítandó)

- nem egyensúlyi hirtelen (T hirtelére nő és abszol $E_{\text{in}} - \mu$. Van zencőlt leletkezhet.)

✗

Ha ezután hirtelen leszen az abszol, akkor a pontliát elűnik.

Ha nem leszen hirtelen, akkor a pontliát "befagy" → megmarad

Egyensúlyi hirtelen: olyan T-n hirtelen, hogy az abszol diffúziós folyamatok végbe tudjanak menni

- végtelen mozgékony (a gyors neutronok)

többször ismétlődő, azaz egyfajta -
molek, stb $\rightarrow$ kibékítendő (elvezetés)

A feszítés pontosságát elvárás:

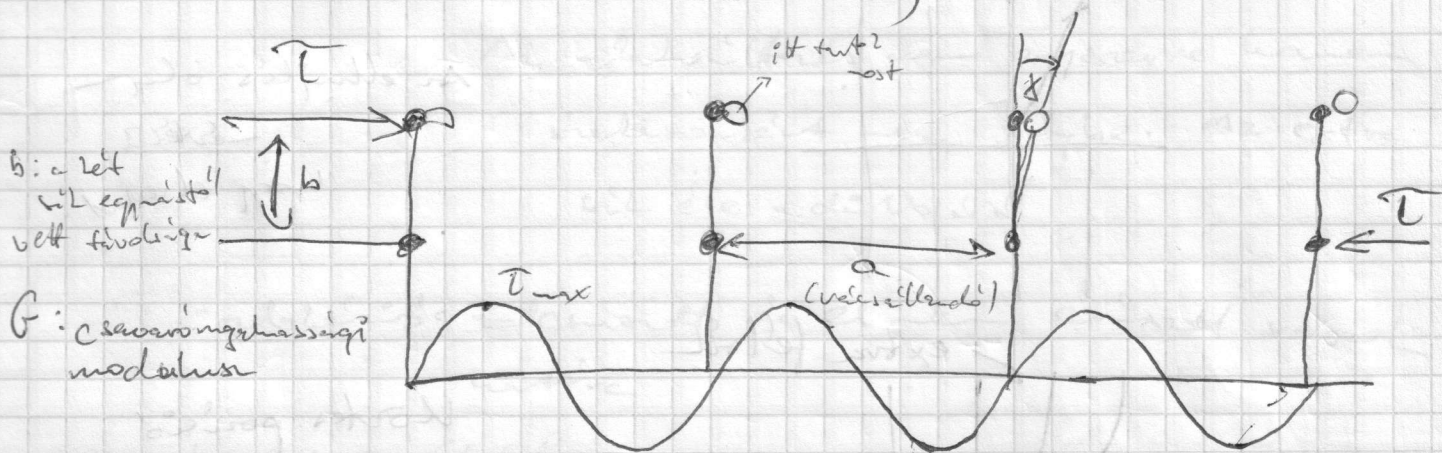
- diffúziós mozgás
- rándulások
- elmozdulások extrin (külső)

Vonalként vizsgálható

Análízis 1 vonal - mintán nem a helytelen
vonal (1 dimenziós).

Frenkel elvett fizikailag szemléltetés.

definiáljuk ideális anyagot (a hirtelen
súly elmozdulhat)



$$T = G_y = G \frac{x}{b} = T_{max} \cdot \frac{2\pi x}{a} \rightarrow T_{max} = \frac{a}{b} \cdot \frac{G}{2\pi} \approx \frac{G}{2\pi}$$

A nyirokfeszítés csavarási is megfelel

Mechanikai feszítés: $\frac{F}{A}$ (erő / keresztmetszet)

$$T = T_{max} \sin \frac{2\pi x}{a}$$

$$T = T_{max} \cdot \frac{2\pi x}{a}$$

ha csavarási $\rightarrow$ húzófeszítés
 $G = \frac{F_{\perp}}{A}$

ha párhuzamos $\rightarrow$ nyirokfeszítés:
 $T = \frac{F_{\parallel}}{A}$

három / -ét fizikailag eltérő:

Fe: 440

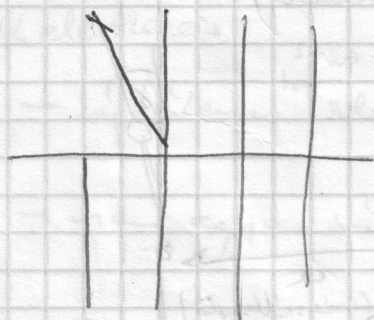
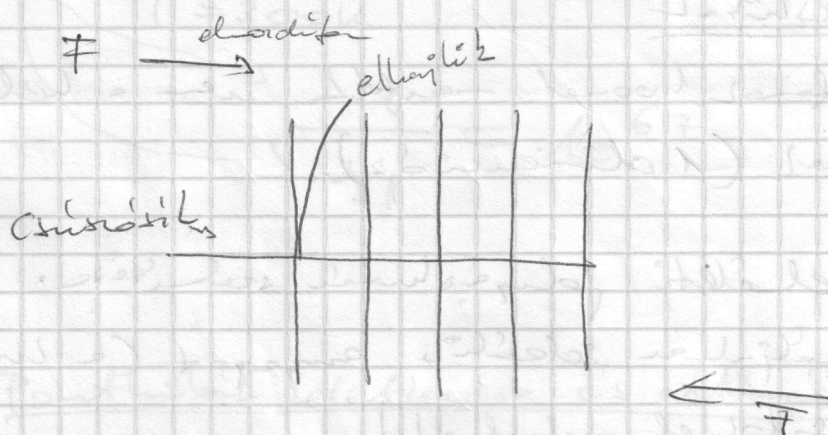
Al: 423

Cu: 769

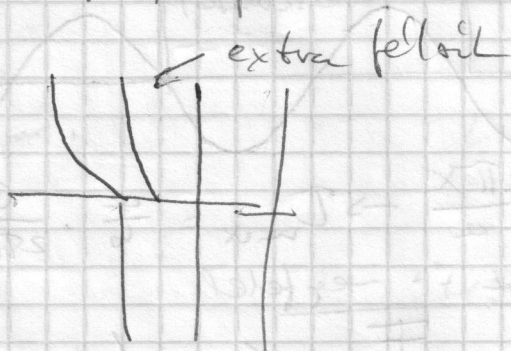
5. Diszlokáció alapvető tulajdonságai

Az feltételek, hogy az áram az elmozdul,
de az nem így történik

Az elmozdulás irányát jelöljük

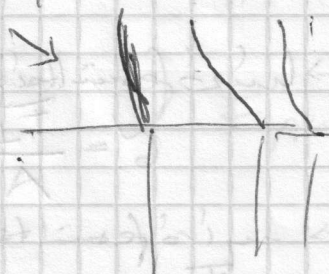


Az elmozdulás az
-érték,
hogy elmozdul



Körtes porció

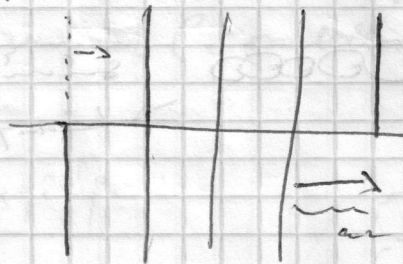
az elmozdulás



Rendkívül

Az extra félkör egy edgig nem
szint

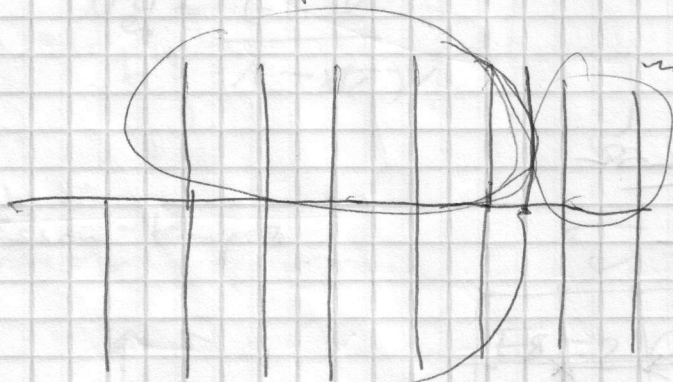
Udgeredning: .pantrol pautra enébl - aradukt



már deforálódott

ar elordulés
tele: $\frac{1}{b}$

(Burgers -
vektor.)



még ne
deforálódott

Az extra felül instálylós
→ Az alsó élet domborítás
mivel

Az alaktérítés ne egyszerre hanem
molekulárisan egy helyre. Az extra
élet élet adomái.

- Domborítás: Elmondhat és el nem mondható rész
kifejezés

- Lineáris (lehet görbe)

- felületen kezdődik és végződik, instálylósan
de görbe

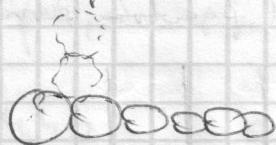
- az elordulás élet és domborítás egybe eső fel-
alrész

- Burgers vektor a legkisebb érvényben felül és

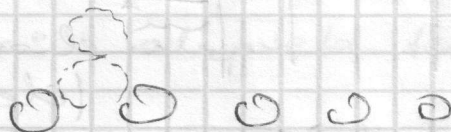
$$b = a$$

(az alaktérítés töltési töltésével
egyenlő - egy).

→ legkisebbs irányban felel, az

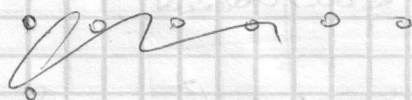
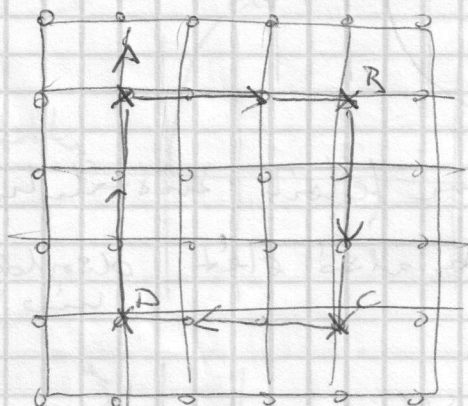


síni húzószál
→ Lőnygetés megkezdése



rette húzószál

A Burgers - Lőr



Eldislokálás

A dislokálás vonala és a Burgers vektor egyen-
re merőlegesek.

Csavardislokáció

Extra félkör nem szükséges

A dislokációs vonala és a dislokációs
párhuzamos

Törés és csavardéklés ritke, inkább vegyes
deklációk vannak (összetett deklációk)

Dekláció energiája

$$W_{cs} = G b^2 l$$

$$W_{el} = \frac{G b^2 l}{1 - \nu}$$

$$\nu \neq \frac{E_{nyújtás}}{E_{feszítés}}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

avazóssági modulus · húzó-nyújtási modulus

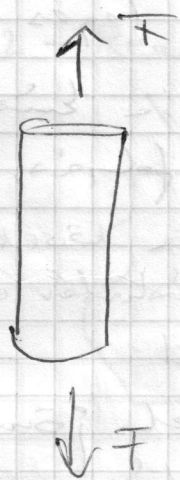
ν : Poisson-térfegy

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

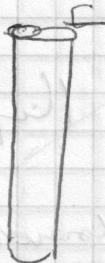
(Young-modulus)

$$E = 2G(1 + \nu)$$

csavardéklési modulus



nyújtás és húzás, csavardéklés és reverz dekláció



csavardéklés az E

A deklációnál az elmozdítások, itt
nyújtási energia van

Dekláció mozgásának szabályai

Dekláció csak akkor és ott van, ahol van
belső feszítés és a Burgers vektora felül

A dekláció
elmozdítások irányát követi

— elmozdítás: 1 szál

— csavardéklés: ∞ szál (elmozdítás)

Dekláció mozgása mindig a legkönnyebb út felé
legkönnyebb irányban történik $\Rightarrow$ csavardéklés

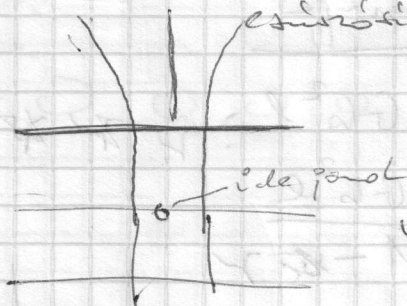
Csúszóvil vettés:

csúszómozgásból a lerendelés

élelőlelő: mérések

Classy - azaz hőmérsékleten. A

csúszóvil - azaz a tér



végig leleltetett egy

ilyen fotóval

til, a dombold

azaz a csúszóvil - azaz

leges - azaz

A mérések azaz a leleltetett -
get (tartás, folyás, creep).

Alkalmazható leleltetett be -
folyásból elvétel -
til

Illyenkor azaz jól lehet a
releltetett - el fog reped-
ni az anyag

Csúszóvil vándorlás:

A legkisebb sílban és irányban

Teljesen csúszóvil vándorlás azaz a leleltetett
csúszóvilvétel - azaz a leleltetett

Dombold leleltetett:

- Ellenértés eljelen el - ellenértés sodrócsúszóvil
dombold leleltetett azaz

- ellenértés eljelen dombold leleltetett

① = 45° azaz

② 45° azaz

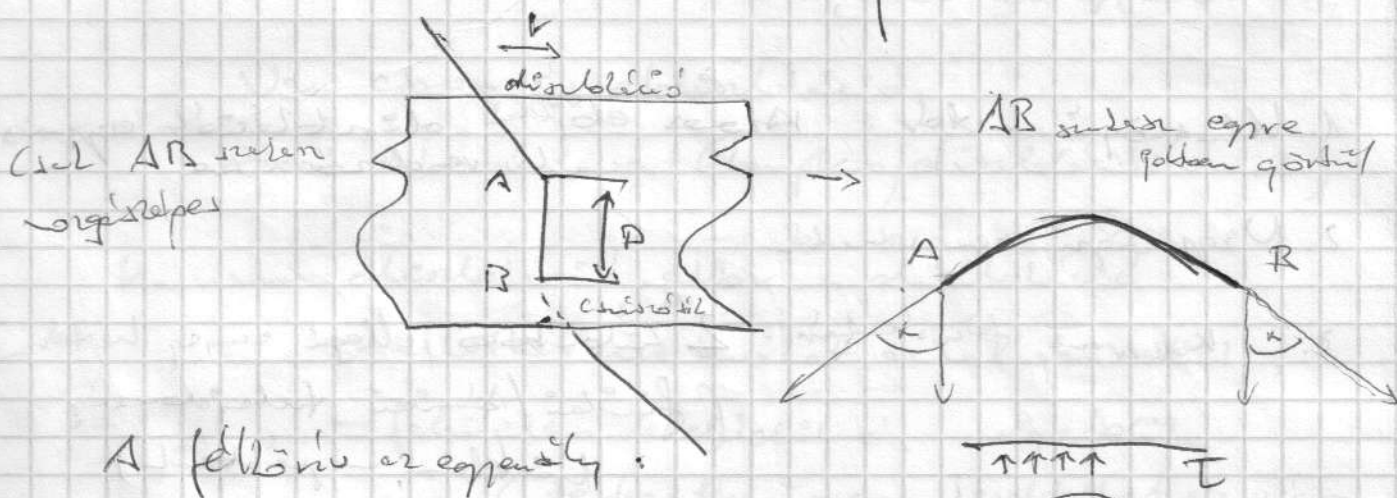
③ > 45° azaz

Diszlokációk hábitat alakulása:

- Átlagos előfeszítés diszlokációk kölcsönhatása: torzítandó $\Rightarrow$ károsodás $\Rightarrow$ károsodás
 - egyensúlyi állapot, felbontás (energetikai feltétel)
- $$\vec{b}_1 + \vec{b}_2 \Rightarrow \vec{b}_{eredő}$$

Diszlokációk Keletkezése

Franz - Read mechanizmus leírása



$$\frac{10^6 \cdot 10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 10^{-4} \text{ m}$$

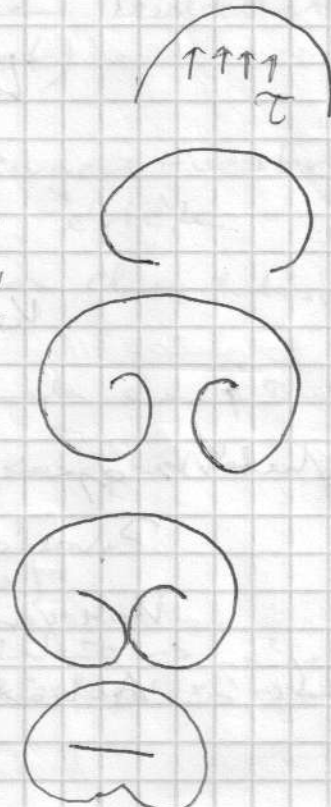
diszlokáció

1 cm távolság

0,1 mm körülmények között

Többi diszlokációk keletkezése

Saját egyensúlyi állapot, a diszlokáció, a -eredő két körülmény között, a -eredő két körülmény között



Tehtävien vastaukset

- leírások ~~szövege~~ szerkesztése
 - nagyrögtű szerkesztése
 - fájáshatár
-
- közhelyek fájáshatár
 - íráshatár
 - redigálásai helye
 - áttekintés

1. Késszögű hirtel: Késszögű diszblációt okozó
alsó vanderódele
2. Nygyszögű vanderódele
3. Kóherens fűszekes: 2 hűvös jelleget okozó hirtel
(fűszekes/dűvös fűszekes
hirtel megkülönböztetés)

lehed, kog, ne väärtustamine jms
lehtre: vastuvõetavatel ne i-
gan tulejäljendajale

Kohärenz: 2 fälschliche Aussagen nicht
angewendet bei

4. Verhater: egyes tölzölpe
Párosból jönd létre
Kötésen s létel
A kotelenergia lör

5.7. Receptívumok

7. Úrrel

IV. előadás

2006. szept. 26.

Vonalasról és a (diszlokációs)

A diszlokáció az elcsúszott és az el nem csúszott fém-csúszó határolódással

(ellenrészre = Burgers-végt / végtől kisméretű)

A Burgers-vég zéróval, ha nincs diszlokáció, ha diszlokáció van, akkor kell egy végt - eg.

Van csúszás és eldiszlokáció

~~Van~~ Solon levet (complex / diszlokációs vonal)

Ha van diszlokáció, akkor a diszlokáció

- elhanyagolható méretű az anyagban

- felületen lezáródnak és végződnek

(felületen nem lezáródnak és végződnek)

Az elcsúszás értéke = Burgers-végt abszolút értéke

Az eldiszlokációs levet és kisméretű elcsúszás

A diszlokáció a diszlokációs vonal és a Burgers-végt által lefektetett útban van.

Csúszóvonal (nonkonzervatív):

- eldiszlokáció → a csúszás
- csúszóvonal → a csúszás

A diszociáció leletkesedése = Frank-Read.

Diszociáció energiája:

$$W_{cs} = l \cdot b^2 \cdot G$$

↓
Burgers
vektor

↑
csúszási
erő

$$W_{el} = \frac{l \cdot b^2 \cdot G}{1-\nu}$$

A diszociáció energiája a Burgers-vektor
nagyságával arányos.

Diszociációsreakciók:

jól ismert látra stabilizál és instabilizál.

A diszociáció eltérőképpen vezethet el. a rendszer
hatalmisanális állapotba (csökken a diszociáció
sűrűsége)

Csúszási rendszerek: csúszási síkok csúszási irányos

↓
a rendszer leggyakoribb
állapotában a csúszási
irány

↑
a rendszer
állapotában a csúszási
irány

Diszociáció (példák):

① FCC kristályban diszociáció: $\frac{1}{2}$

$[1\bar{1}1]$ irányú. A diszociáció

a kristály (110) síkjában folyik.

Hatalmasan nagy a diszociációsenergia ellen-
indexeit!

Miller-index: $[h k l]$

$$\begin{cases} [h k l] [1 1 0] = 0 & (\text{mert inverteget, így a Miller-index 0}) \\ [h k l] [1 \bar{1} 1] = 0 & (\text{Burgers vektora 1}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} h + k = 0 \\ h - k + l = 0 \end{cases}$$

Ha: $h = 1$

$$\begin{aligned} &\downarrow \\ &k = -1 \\ &l = -2 \end{aligned}$$

Vannal 2. irányú familieszámítás példája!

Röviden leírva Miller-indexet számolás-egyszerűsítéssel!

Miller-index: $[1 \bar{1} \bar{2}]$

2. Egy $Al (FCC)$ kristályban $[1 \bar{2} \bar{1}]$ irányú elcsúszási sík van. Adja meg a sík normálvektorát!

$$\begin{aligned} [1 1 1] [h k l] &= 0 \\ [\bar{1} 2 \bar{1}] [h k l] &= 0 \end{aligned}$$

nem csak ez lehet a normálvektor, hanem

$$\begin{aligned} \bar{1} 1 1 & \quad \bar{1} \bar{1} 1 \\ 1 \bar{1} 1 & \quad \bar{1} 1 \bar{1} \\ 1 1 \bar{1} & \quad 1 \bar{1} \bar{1} \end{aligned}$$

Példák diszblációs vételezésre

$$[\bar{1}10] + [1\bar{1}0] \rightarrow 0 \quad \text{leolthat}$$

$$[\bar{1}10] + [10\bar{1}] \rightarrow [011] \quad \text{stabil}$$

$$\vec{b}_1, \vec{b}_2 \cdot 1 < 0 \rightarrow \text{stabil}$$

$$[\bar{1}01] + [0\bar{1}1] \rightarrow [\bar{1}\bar{1}2] \quad \text{instabil}$$

$$\vec{b}_1 + \vec{b}_2 \Leftrightarrow \vec{b}_{\text{eredő}} \quad \text{vektori összeg}$$

$$(\vec{b}_{\text{eredő}})^2 = (\vec{b}_1)^2 + (\vec{b}_2)^2 + 2\vec{b}_1\vec{b}_2$$

Teljesít ha

$$\vec{b}_1\vec{b}_2 < 0 \quad (\text{töréspont})$$

akkor egyesülnek

$$\vec{b}_1\vec{b}_2 > 0 \quad (\text{hegyesszög})$$

akkor felbomlanak

A diszblációs irány és -erő

LiF egykristályban az F^- gödörlet között két létező (etch pit)

Módult van a diszblációs irány és -erő.

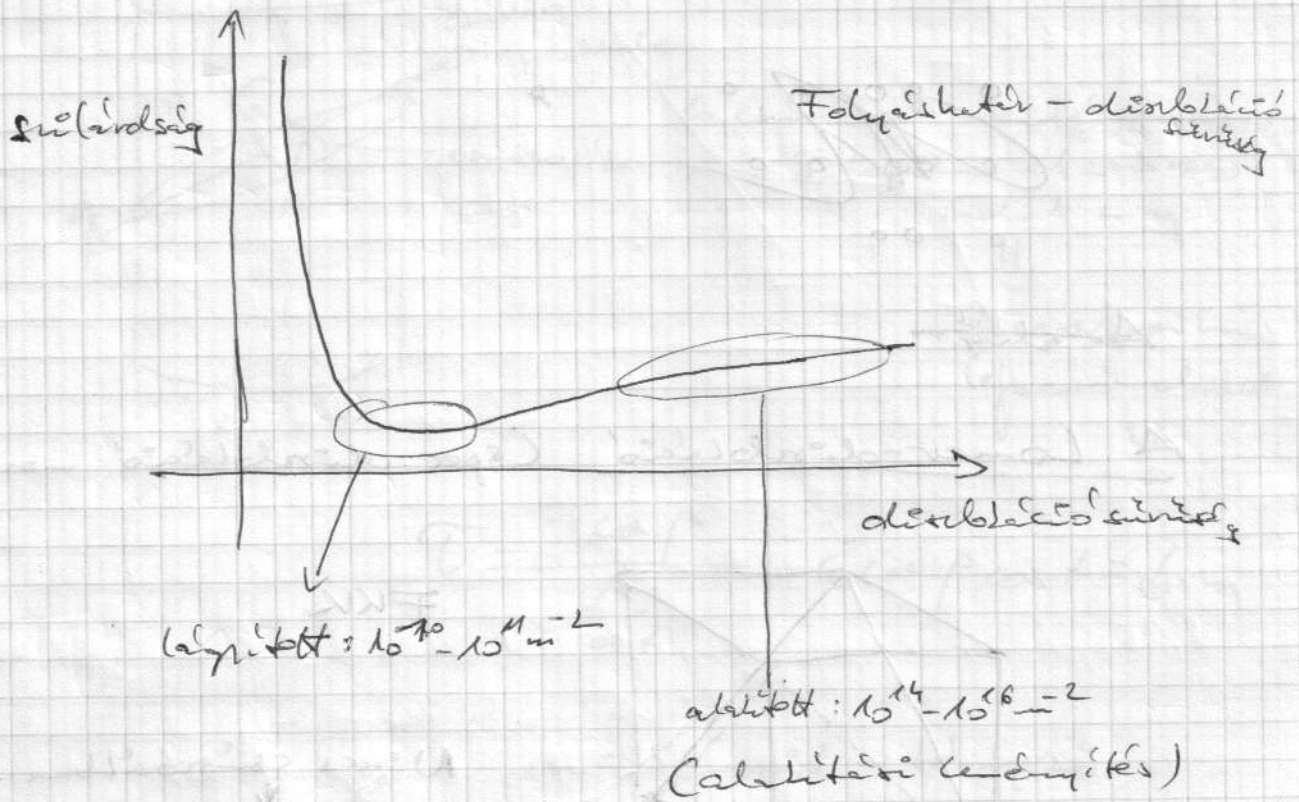
A Diszblációs irány definíciója:

1. Egyirányú teljesen lévő teljes diszblációs irány.

2. Molekuláris képen találhatók az a diszblációs irány.

Diszkrét szűrésű lejtőnyelvények

szor

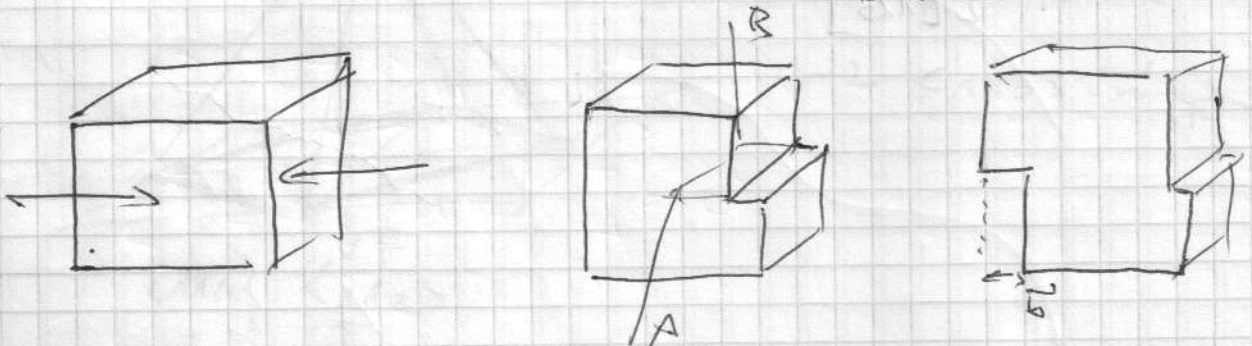


TfL: ~~lejtőnyelvény~~ lejtőnyelvény: csak folyóvizekhez kapcsolódó

lejtőnyelvény elpusztulás vagy a diszkrét szűrésű (szűrésű a folyóvizek).

Aluláteresztő lejtőnyelvények spec. diszkrét szűrésű és a diszkrét szűrésű lejtőnyelvény növekedése a szűrésűvel.

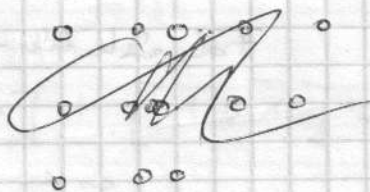
A görbénél van egy: olyan sok a diszkrét szűrésű, hogy eltorzít



Nagy szűrésű szűrésű, diszkrét szűrésű nélkül nincs

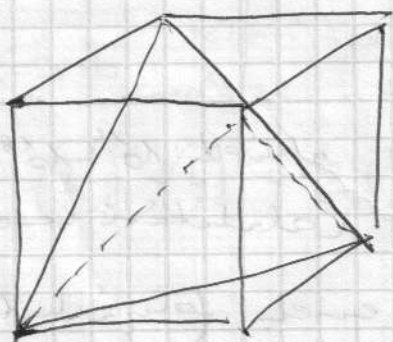
repleteny elavalt kres.

skizma.



~~Analiz~~

A Lomer-diszlokáció (spec. diszlokáció - típus)

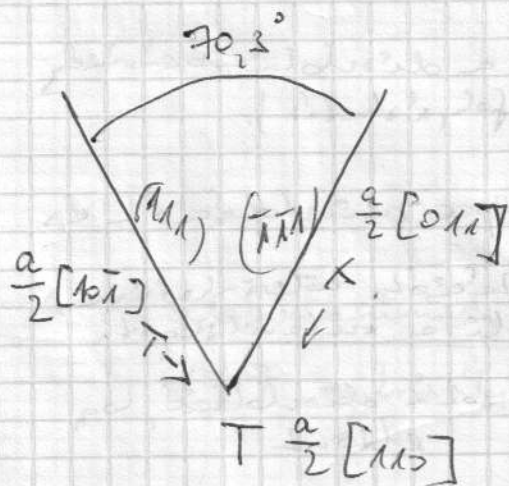


FKK

Neves kombinálva.

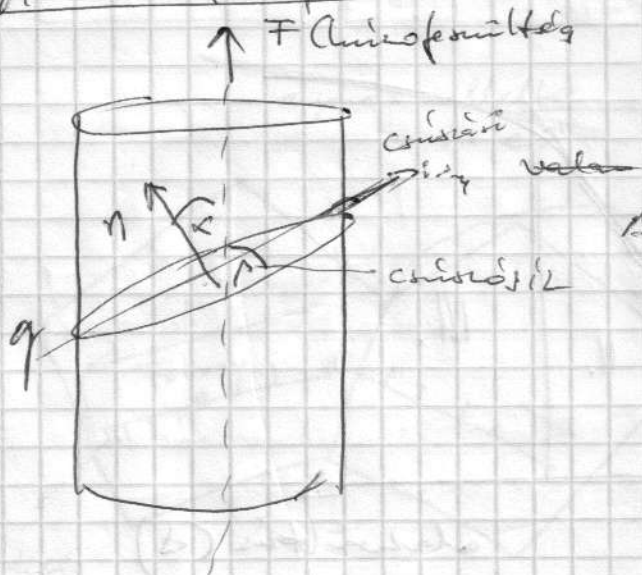
↓
Termodynamikailag stabil,
de morogó a felület,

in a további diszlokációk
let "megakadnak", ezért
a repleteny elavalt-
rész



stabil

Egkristályok képletem alakváltozása



A kristály - belül - valon
slópitás elcsúszás
szóval - eg

↓
valóslópitás
képzés elcsúszás
n

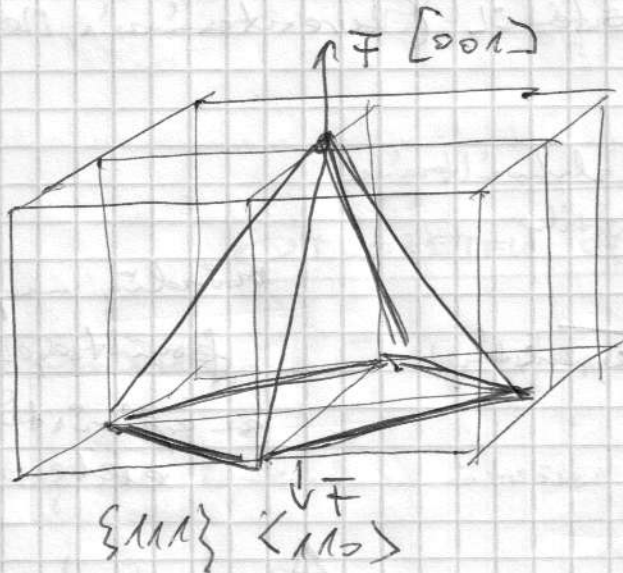
$$\tau = \frac{F \cos \phi}{\frac{A}{\cos \psi}} = \sigma \cos \phi \cos \psi = \sigma \cdot m$$

$m = \text{Schmid} - \text{tényező}$

Egkristályok képletem alakváltozása

Egyszerű csúszás: az alakváltozás egy csúszási rendszert érint

Többcsúszású csúszás: elektronok egy kért kért csúszási rendszert érint

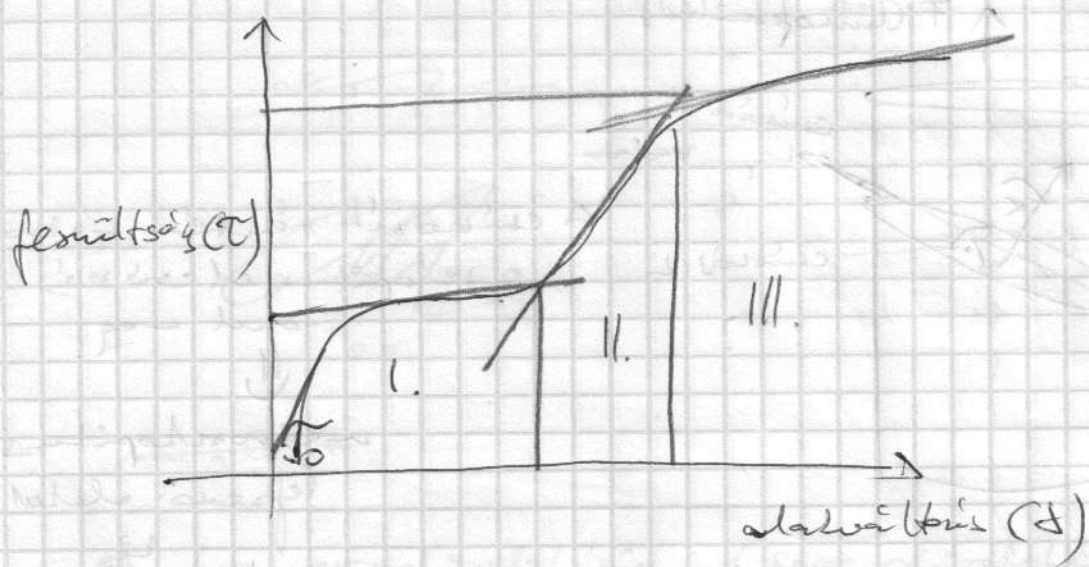


F_{KK}

4 db $\{111\}$ síkban

2-2 $\langle 110 \rangle$ irányban

$\{111\}$ $\langle 110 \rangle$

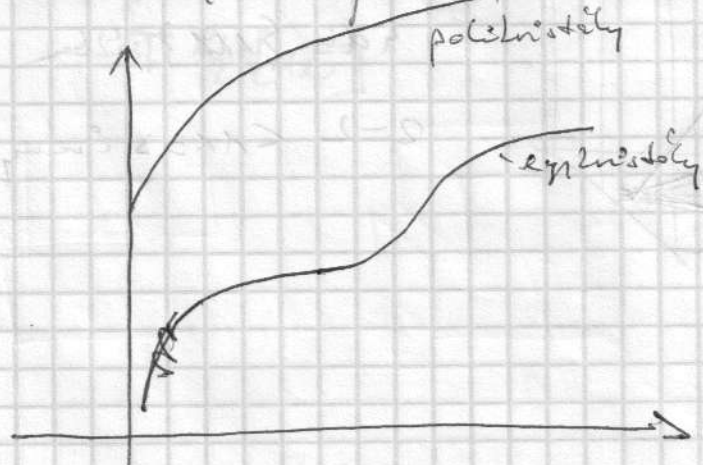


I. Egyenlítő csúcs: megindul a lepcső felület. Széles körben ismert a Frank-Read fólia

II. Komplet / töltőcsúcs csúcs (Laser-gétek = derék alatti felület megmozdítás)

III. Csúcsok közötti töltés (Lorentz-áram, áramcsúcsok)

Polikristályos lejtés áramváltás



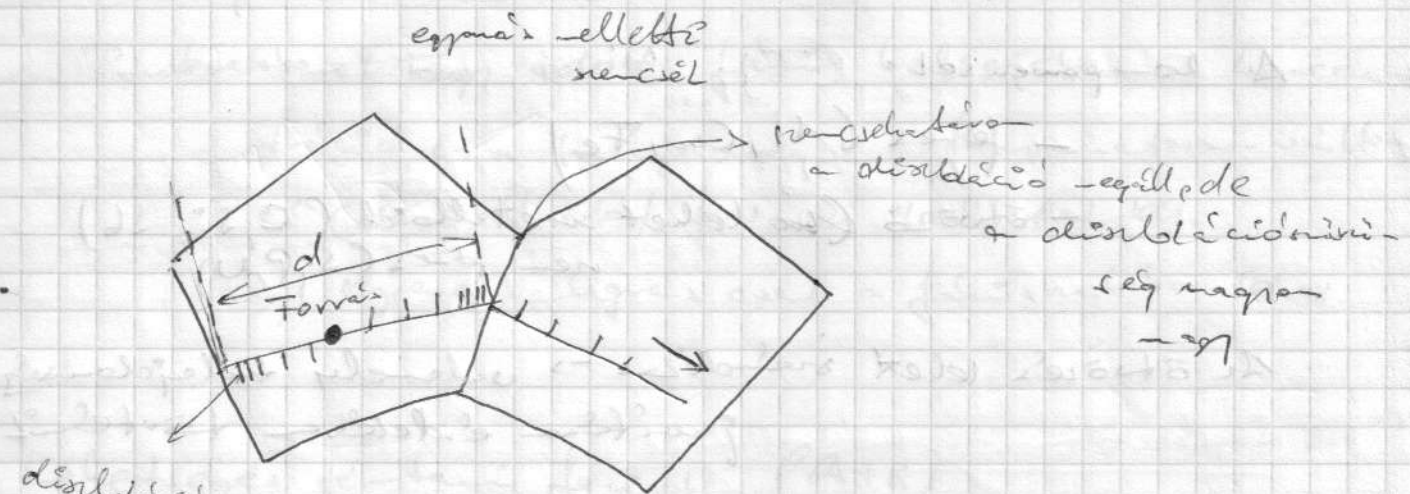
Mindkét nagyobb feszültség, mint az egy kristály esetében

Az I. szakasz után

Az áramváltás lejtésének intenzitása

~~semit~~ már az elején töltőcsúcs csúcsa van

Polykristályos anyagok alaktápi lecsúszása



diszlokációs-
sík

Mivel nagyobb a nemcsél átlósága, mint a diszlokációk
sík anyag stabilitása.

A kristályon felhalmozódó diszlokációk felületi-
terei emeligen - egy az alaktápi és a nemcsél
kristallitban.

Semcsét és összefügg a nemcsél fel-
halmozódó diszlokációk számával.

Hall-Petch egyenlet (első fizikai kísérlet).

$$\sigma_0 = \sigma_i + \frac{k}{\sqrt{d}}$$

m → nemcsél és diszlokációk
adott helyen

ÖTÖZETEK SZERKEZETE

Polykristályos: Több fázist ill. szövetségi tartomány
(nemcsél)

Meg kell ismerni az ötvözet mikrostruktúráját.

Ötvözetek szerkezete

Az ötvözet az a fém, amelyben van! A fém lecsúsz
fázisokból áll. Az ötvözet többkomponensű.

vendör, fémek tulajdonságait, látszólag egyenlők.

A. komponensek:

- fémek (Al, Cu, Fe)
- ötvözők (ha lehet metalloid (C, Si, Sb)
vagy fémek (S, P, N).

Az ötvözők lehet szénhidrogén → valamilyen tulajdonság
javítása érdekében történik.

Ötvözés előállítás:

- ötvözőanyagok (szén, szilícium, mangán, réz, stb.) a szén, szilícium
nagyban különbözik pl. Al-Fe.
Az eltérő oldódási pont és atomi
súlyok miatt, például előtérbe
hozhatjuk (kétve)

- porkeverés: a komponenseket por formában kever-
jük / préseljük, majd ezt hőkezeltük →
szilárdul egy főveendő-ötvözet

- felületötvözés (pl.: cementálás, nitridálás, in-
termetikus diffúzió) → az ötvözők
közvetlen nagy koncentrációban tartatás-
a gáza felületénél)

Fémek

A fémek a fémek és a halmazállapotot jellemző
(Coulomb - fizika - gáz - plazma)

Fémekben fémek alatt értjük a vendörök határfe-
létével rendelkező elválasztott rész, amelyen belül

az ösvetést és a tulajdonságok leírásában
homogénen tekinthetők.

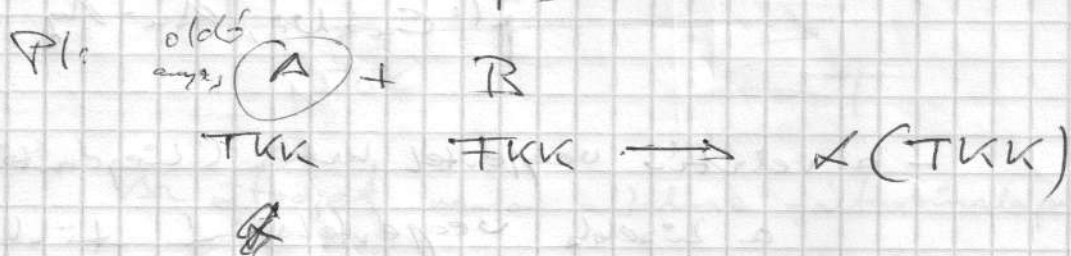
Pontszerűen: Egy adott fázis helyiségében a koncentráció és a tulajdonságok folyamatosan változik (dekváltható) fázis-vel (vagyis lehet az, hogy egyenlet. Ugyanazt a fázist lehet leírni).

Lehetséges fázis-típusok $(A+B)$

- olvadási
- fázis komponens (A, B)
- szilárd oldat (α, β) (szubsztitúciós, intersticiális)
- szuperlat $(\alpha, \beta, \text{electron, intersticiális})$

A szilárd oldat

Homogén, egy fázisú rendszer. Kristályrendszer - az -
egyszerű az oldat anyag részével.



Nincs olvadáspontja.

A szilárd oldat alkotásai:

- szubsztitúciós: az alapfázis részében az ötvöző anyag atomjai helyettesítik az oldat.
- intersticiális: Nem a rácspontokba, hanem a rácshelyek közötti pontokba épül be az ötvözőanyag atomja.

1) Antarsztűs ötvöztetés szintje az atomok között
 $j=2$.

Oldóanyag (T): lehet korrózió és korrózió

Az oldóanyag - elvileg hőérzékelő-függő
(működés - hőérzékellet növekedésével),

Substitúciós szilárd oldat

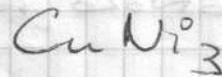
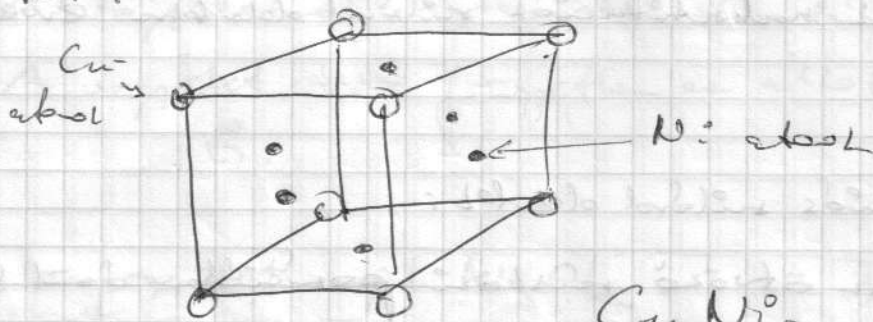
Ma is jóllehet a porcelán nem (korrózió &
pl: Pb-Sn, Fe-Si, Cu-Si elektronvezeték)

Lehet korrózió szilárd oldat, feltételek:
(Hume-Rothery szabályok)

- azonos kristályos
- az atomok közötti eltérés $< 15^\circ$
- kis elektronegativitás különbség (ez a kémiai reakciók között is jellemző)
pl: Cu-Ni, Au-Ag, Au-Cu
- a relatív vegyérték különbsége (Hume-Rothery szabály):
a relatív vegyérték különbségének fokát tud
oldani pl: Cu(II) - Si(IV) -> a
relatív fok
Si-t tud
feloldani;
- az
fordított

Sztereotíp: - rendszeres, valószínű szilárd oldat:
Véletlenszerű az elrendezés,
- rendszeres, valószínű szilárd oldat:

Cu-Ni:

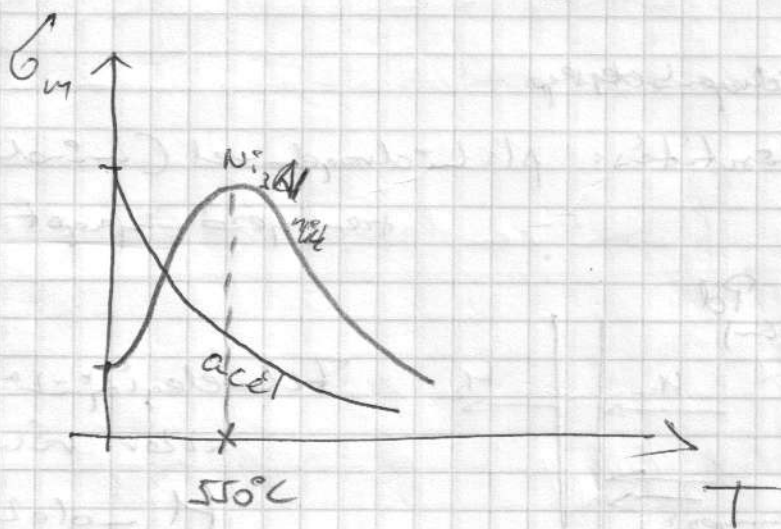


75% nickel

A rendszeret valamilyen ötvétel = superötvözetek (superalloys)

A Ni_3Al ^(FCC) rendszer (FCC) rendszeret valamilyen ötvétel =

Anomális tulajdonságok:



A ötvözet nagyon alacsony gázturbinahajtású építési hőmérsékletre. Probléma volt, hogy az anyagot szilárdosítani lehetett volna hőkezeléssel.

Rendszerrel a tulajdonságok nagyszámú változhat.

Substitúciós ötvétel = valamilyen ötvétel

Vegyes-ötvétel:

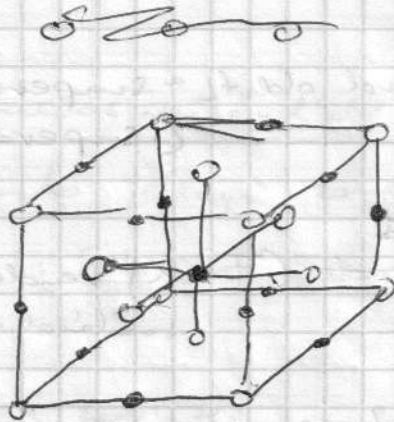
$$a_{\text{ötv}} = a_A \cdot C_A + a_B \cdot C_B = a_A (1 - C_B) + a_B \cdot C_B$$

koncentráció
változás T

Csal substituációs nélkül oldatba helyez.

Intersticiós nélkül oldat:

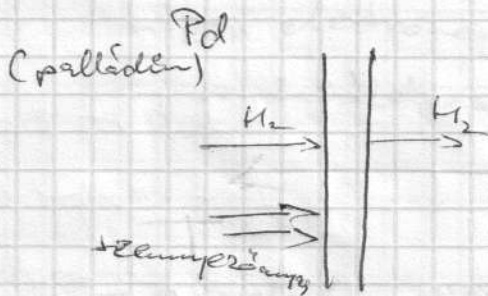
Az ötvöző részecskéi pontcsoportba épül be.



Kis atomtérhő, például
(H, O, N, C, B)

Acél hidrogénbeágyazása

Gáztartályok: pl. hidrogénrel (hidrogén tartalmú
tárgyat)



Felvezetési mechanizmus,
azaz reponenciáció

H molekulák
összetétel, (H)

át tudnak jutni
diffúzióval,
de a nagyobb mennyiség
még nem keletkezik.

Fémes vegyület

Kémiailag stabil anyagok.

A sztoichiometriai arány, például $(A_x B_{a-x})$

A vegrületet meghatározott oldódiszójában van,
A vegrület része független az oldószer részétől
8.

1. Ionvegrület: pH NaCl

2. Elektrovegrület

3. Intersticiális fémvegrület $\text{pH Fe}_3\text{C}$ (vaskarbid)

↓
nagy leoldási sebesség

A vegrületet leoldás, nagy törlési sebesség
szükség esetén védeget.

6

Szövetelem:

A szövetelem metallográfiai képa megkülönböztethető egy mikroszerkezetével, melyet kristályosodás vagy átlátszó lyosodás során keletkezett és önállóan lehet felismerni a szemlélettel.

Fajta: eutektikum, eutektoid

Történelmi eredet: mikroszkóp felbontási határa.

Tulajdonságok: erősen eltérő és komponens fázisok tulajdonságait.

Feltételek jelentőség: a mikroanalízis tulajdonságait a szövetelemek határozzák meg, nem a fázisok.

Kétfázisú feltételek rendelkeznek fázisai és szövetelem

Szint (A, B)

Szint oldat (K, p)

Fázisok vegyülete (A, B_{1-2})

Eutektikum

Eutektoid

Eutektikum / eutektoid

- nem szilárd oldat
- nem vegyület
- apró részecskék elegye

Heterogén (kétfázisú) szerkezet

benneis nagy leeresztesítési. A mecsél / leeresztesítési
-drate hirtetése egy a -elroalopikus talajelsoelso

X-tiläval färg a Pb-Sn-ben : er ölön er dnt
lêpes olden $\rightarrow$ sötêf sîmê fêr.

A komponi^{et}~~el~~et feilgor felilete
uagon naq

Szemi - Zoharans fészkei: megaszt
- 2 - nem a fészkei.

Van oliviedispert 1er-indig als een 245 met er
elke componenten.

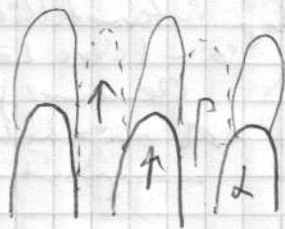
Az oldalispont nem pontfőzől a követelés felől.

Fe-C - well is on

As entelikhunt van owerdepartij, 2 x 1200
oldatolnet mines.

Entfallen Zerstehosod'se

Periodulus phycat



a β -kristiliposodis is n $\ddot{o}$, de nemolara
centriferen n $\ddot{o}$

megérkezik az
egyik lemez
növekedése

Alkalmazás: - hirtelen (elektromos lökés / ütés)
ritkán használat

- ötvözet (szerves anyag)
jobb - mechanikai tulajdonságokkal
rendelkezik majd

Ötvözet: - szilárd oldat

- α fázis (fém), szerves oldat: α , hirtelen
létrejött
szilárd oldat
c, vegyület
d, eutectikus / oit

Ellenőrző tulajdonságok:

- Törés fém / szilárd oldat: leggyakrabban, elektromos ütés / ütés
használat

- Vegyület: ritkán és kemény

Cu - 30% Pb ~~Külső (szilárd)~~

Cu - Sn (bronz) $\leftarrow$ $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_{69}$ intermetallikus fém
- (érett lökés
rendszert)

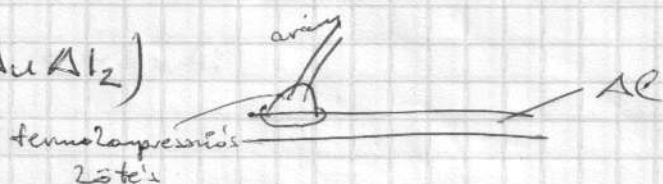
Cu - Zn (szingerez) $\text{Cu}_{50}\text{Zn}_{50}$

Al - Mg - Si MgSi

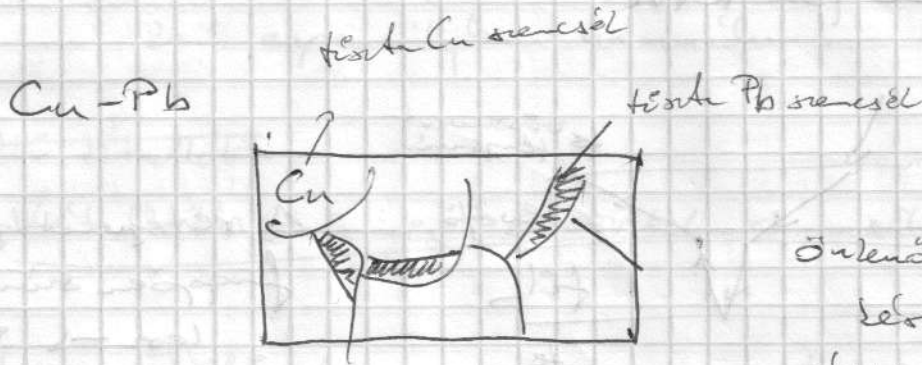
A diszlokációk
mozgását nehezítik

A vegyületfém létrejötté mindig szilárdoldatnövelés,
in soltar előnyös

bíborpestis (AuAl₂)



A hőkezelést elérheti a 150°C-ot, emiatt a hűtési-
 rétegek kialakulhat AuAl_2 fázis, ami viselkedés
 lefőrik



Ötlenő csapadék
 képződés helye:
 a fázis és a fázisok szem-
 csék határán felismerhető.
 pl: vékony lamellák ilyen
 csapadékot képeznek,
 mert olaját nem lehet

Metallográfiai vizsgálat

A szövetszerkezet tanulmányozása

Kétféleképpen: a) a polírozott felület szűrésével, a
 felületet maratni kell savkeverékkel,
 A hűtőbörz fázisok színezésével
 vizsgál

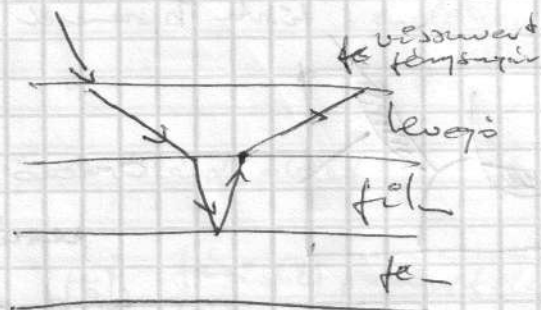
A marási sebességet növelni lehet: előbb
 eltérő lemezek - maratás.



Vannak speciális mintapreparációs technikák.

1. Sines mantel : A próbafelületen stabil $0,04-0,5 \mu\text{m}$

vastagságú oxid vagy sulfid vagy komplex oxidok
film jön létre.



A vékonyvastagságú
fugópén szines
len $\rightarrow$ a lemezek
összetétel is
függ

Ma a fűtőanyag - megkötéses lépések szoftveres
történet

Ma a korrózióval látnak, akkor a szerszám FKK.

Ötvöztet egyensúlyi diagramjai, állapotdiagram

1. Állapotdiagram

összetétel (koncentráció: C)

hőmérséklet (T)

nyomás (P) [jelentősége nem túl nagy]

2. Állapotdiagram

~~Egyensúlyi diagram~~

Az állapotdiagram magyarázat - a fém

a jelenlévő fémek (móvelelelele)

Egyensúlyi diagramjai feltételekkel a termodinamika
egyensúlyi (azt jelöltem ki a hirtelen elvétel)

A gyakorlatban ezt csak Lövelitani tudjuk.

Vannal nemcensúly: ~~g~~ ellapotebél: vanner
ötusétel ($p^{1\circ}Fe-C$), anclyclest nem termaditanci-
zai cegensúlyban karmatunk.

~~Die Ketten~~

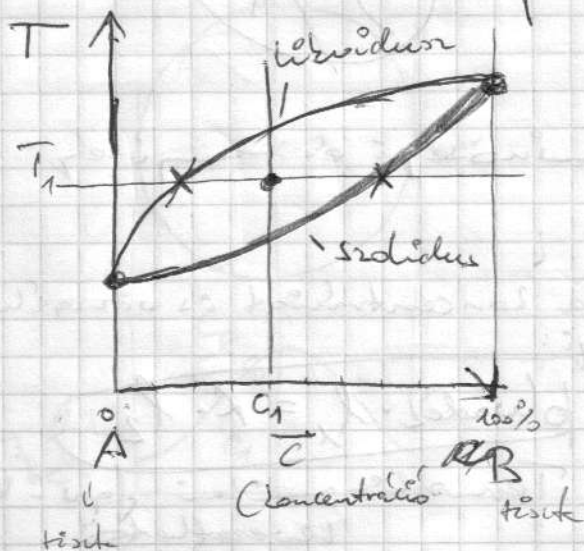
Vetallotés (benézés) ötvöztet ~~gyengébbé válik~~

Azaz az a helyi elmozdulás, amely az ~~aktuális~~ struktúrán
tetőleges összerakódott struktúrára, amely lineáris
tett köndszellőzet egyelőre is egyenlőben kúrd
főzők minőségét is nemziseget.

A l'échelle, l'état des vendeurs sera ($n=90$ vendeurs vendent de $e_1 \rightarrow \geq 4000$ f/e)

Gustav Tammén *Salpitraria* (*Salicaria* *eximius*
diegr.) alatiott.

1. Korlatlan oldalszámú feladatfelírás.



1. Let Loppens
mildt färdig
2. Lett färdig
tufft egnat
olavin.

Antarktisens om-
lind odelst för
lövtr

AB ~~Maras mestélye~~
 fűszek Alor lapint elvet, ha
 a komponensek elhelyezkedés
 vannak egy-egy
 periódusos rendszert (Például
 fűszek-sorozat). pl: Cu-As, Au-As

A felső vonal a leoldódás - előálló teljes térfogat olvadéka

szilárdulás: előálló a teljes térfogat szilárd

↓
X szilárd oldat

A leoldódás és szilárdulás közötti olvadék + X van.

A két vonal a fázis komponensekkel - és az egyenlő

C_1 -et leolvastuk.

Egyenlő a szilárd és az olvadék

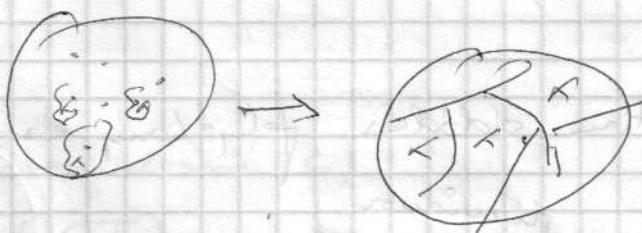
Melegítéskor a C_1 összetételű + ~~van~~

A leoldódással bizonyos pontban (krítikus pont)

szilárdulásra ismét meg.

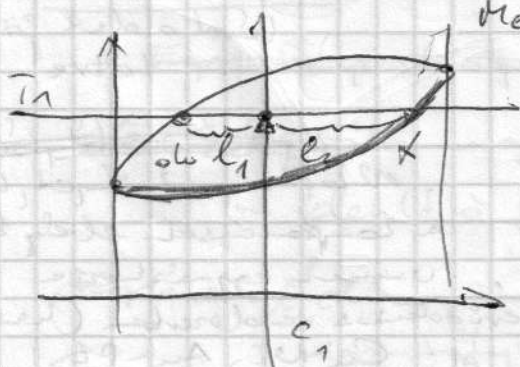
Legjobb meg a $T \rightarrow$ megadott az X szilárd oldat kétszeres térfogat (az olvadékban ismét)

A teljes megolvadásra a szilárdulást és szilárdulást



Mélegítési sebesség: van minőségi és mennyiségi sebesség.

Adott hő- és energia a koncentrációt és vizsgálni

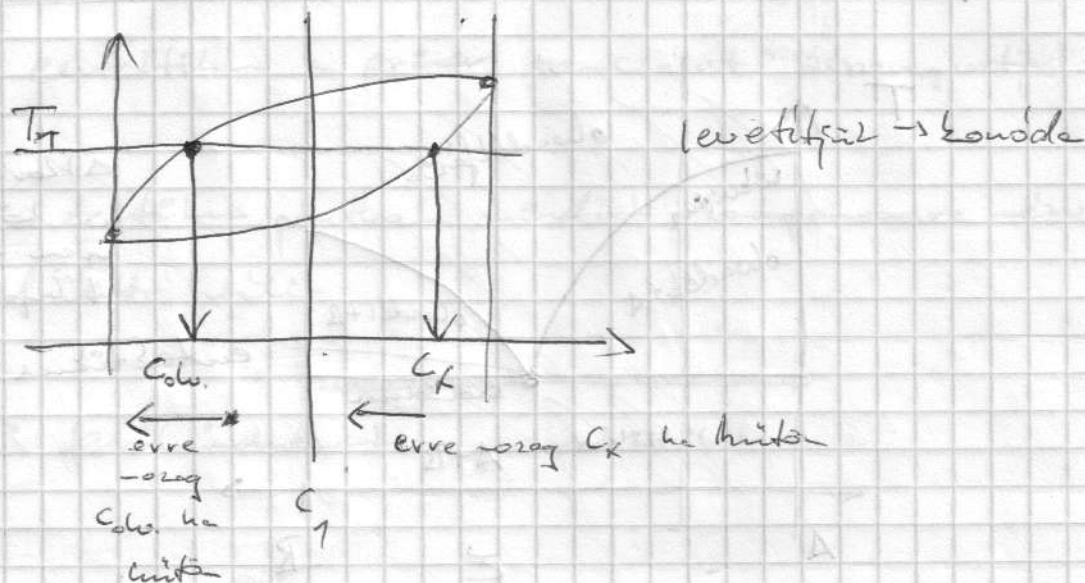


Mennyiségi:

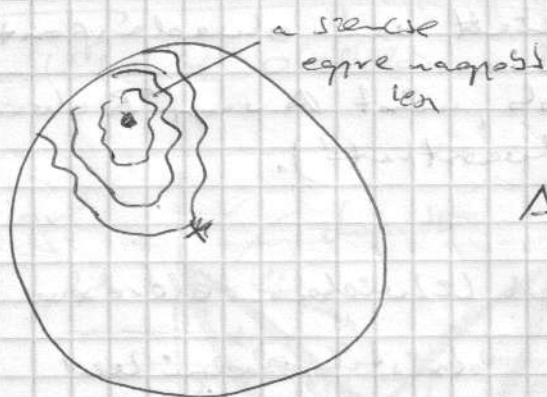
$$\text{olvadék} \cdot l_1 = K \cdot l_2$$

Termodinamikus egyenlet - hő- és energia.

Működési szabály: Az adott pontban a jelenlévő K -típusú oldat milyen összetételű.

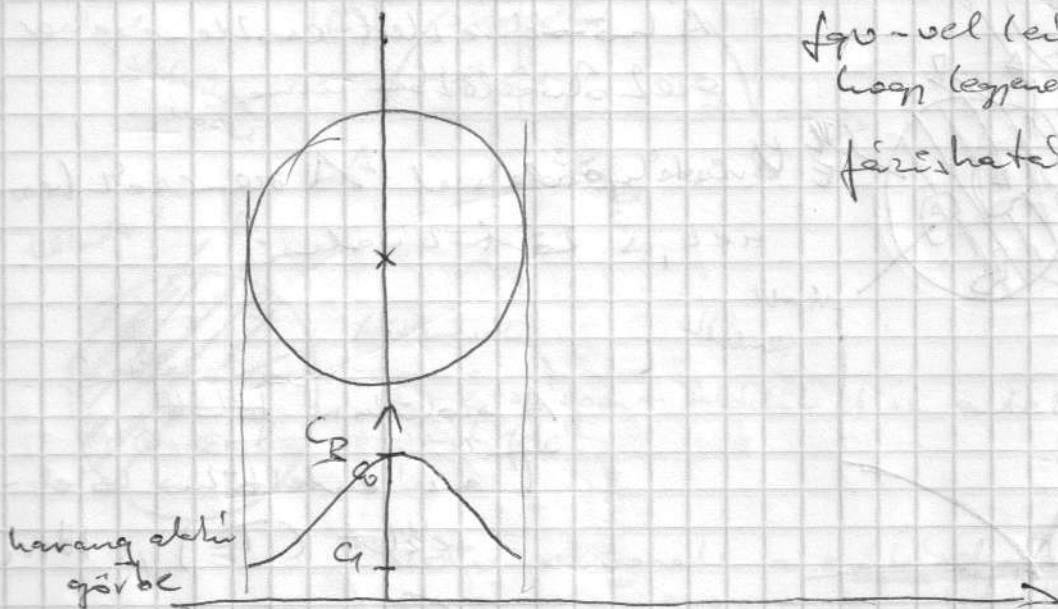


Kristálysodás során keletkező fázis inhomogenitése (CORING)



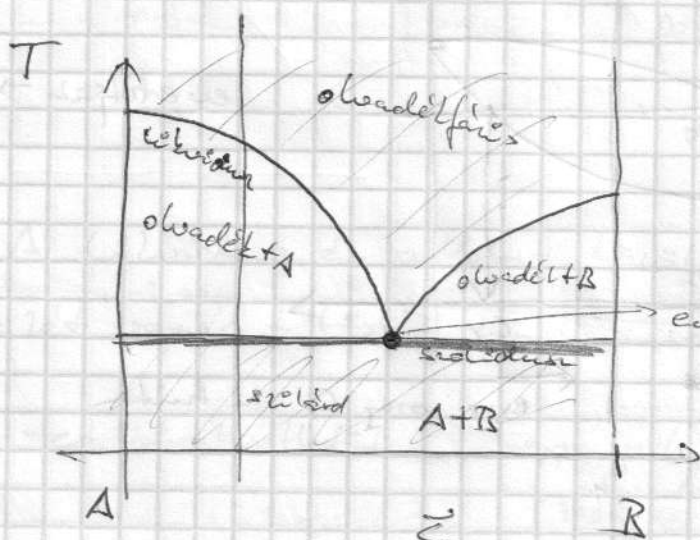
megjelenik a kristályardás

Δ fázis definíciója: Egy adott fázis jellegében a koncentráció és a tulajdonságok folyamatosan változik (deriválható) függvény (leírható) egy-egy képlettel. Ugyanakkor a fázishatáron lehet.



Δ (középpontból - el távolodás)

- Kötletlen oldóde's folyékony fázisba, szilárd fázisba nincs oldóde's. EUTEKTIKUS RENDSZER



Amikor hűtést adunk a rendszernek, akkor a szilárd fázisba kezd kristályosodni.

Az eutektikus pont mellett van olvadáspont $\rightarrow$ ez lehet alacsonyabb, mint A vagy B olvadáspontja (eutektikus = jól olvadható).

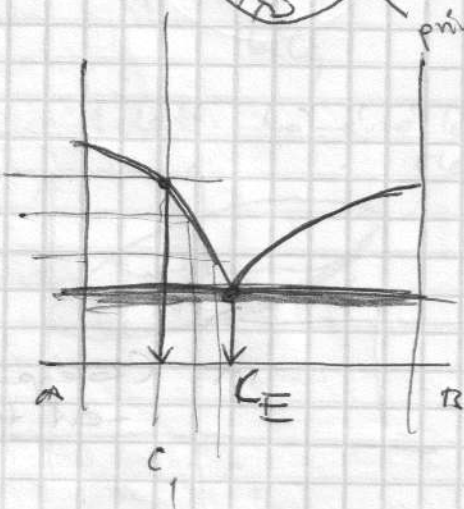


A hűvösebb elvételkor az A-fázis kristályosodni kezd.

A hőmérséklet csökkenésekor az olvadáspont is csökken.



A hőmérséklet csökkenésekor az olvadáspont is csökken.



A szilárd fázisba kezd kristályosodni. Az eutektikus hőmérséklet (T_E), ekkor C_E tartalom.

A et R faisceau periodiques structurellement pon-
ctuels.

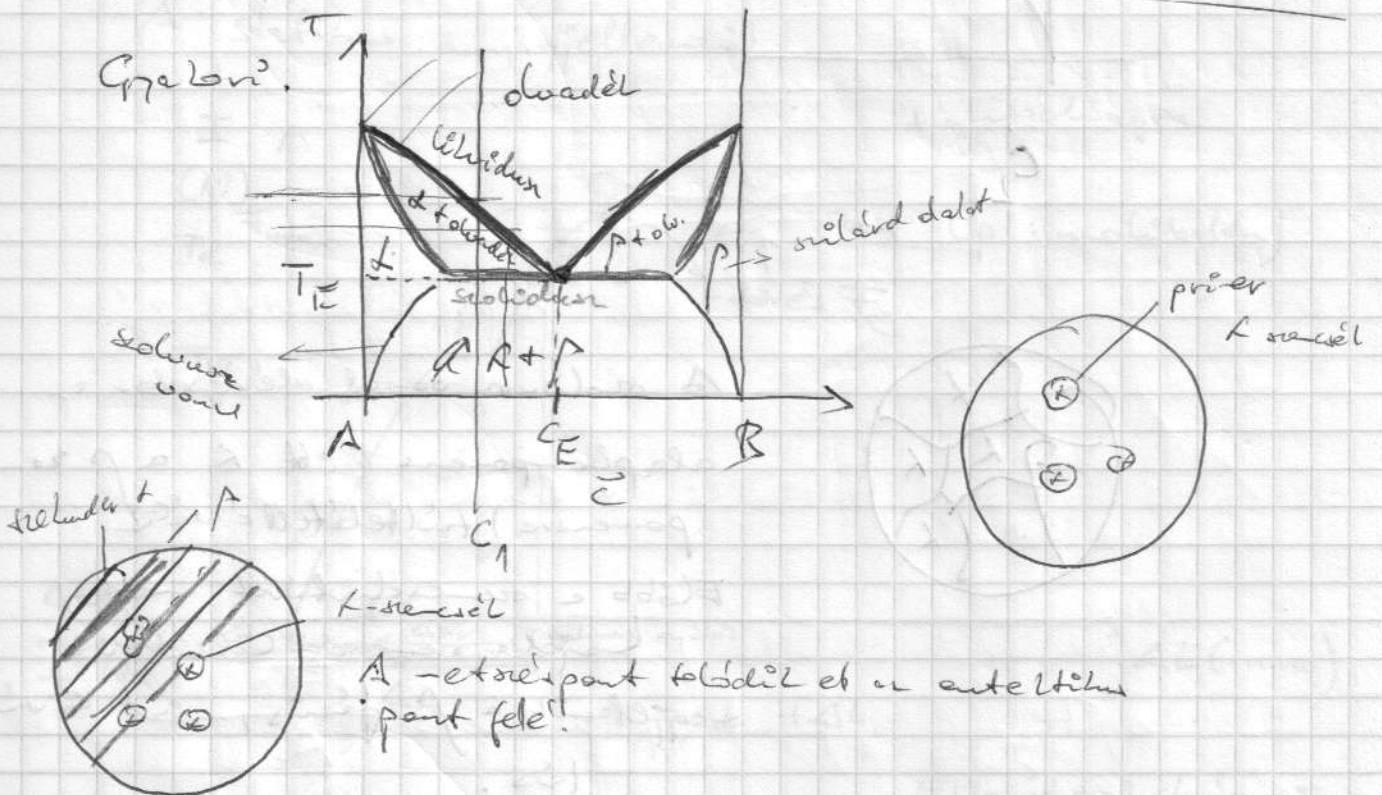
Az eutectikum a primer fázisokból álló összetételű

Ar entellimus poulban ~ sudlet le panensre nerve
felitette' velle

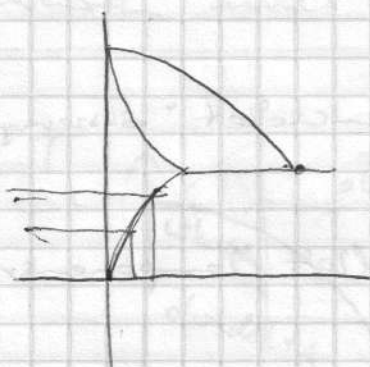
Ma B fl^{el} indulum, urogenes 29^{el} l. e.

Vietnamlag note

- Korktellen olobdés phytolony fészke, szilárd fész-
ben levő szilárd olobdés. EUTEKTIKUS RENDSZER

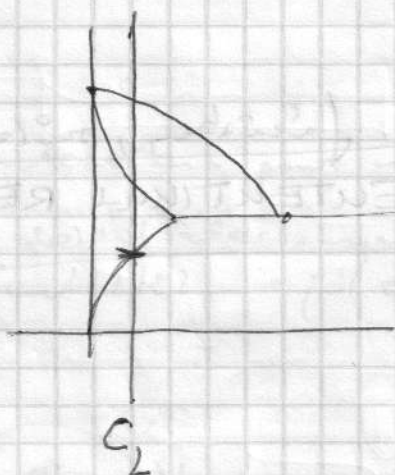


Szólva vanak a milárd forint helygön-
böz.



men β -t hat
oldani

A szilárdság-asimptotikus tart a T tengely-
ker



A szilárdság-asimptotikus tart a T tengely-
ker
alapkomponens (ett K a p kom-
ponensre) hirtelítetté válik

Előbb a szerkezetek nagy-
sága szerinti bontás és
megjelölés a β fázis, - ezt követi
a β fázis.

Ezt követi precipitációs és szegregációs
fázis.

Precipitációs szerkezet, szegregációs szer-
kezetek vonalán.

ANYAGTULAJDONSIÁGI

1.1. Fél-előadás: statikus mechanikai tulajdonságok

- statikus
 - dinamikus
 - fátörési
- } anyagjellemzők

Alkalmazható 2 egyenbevetelés van a zítéve.

1. Statikus egyenbevetelés

Két fő csoportja:

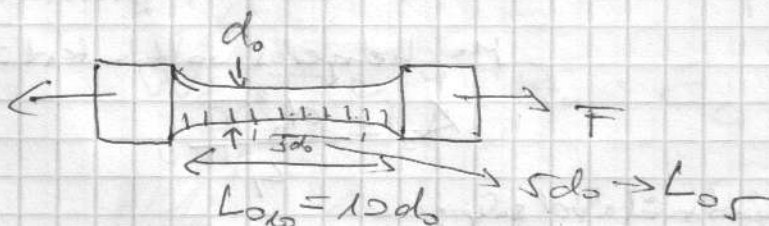
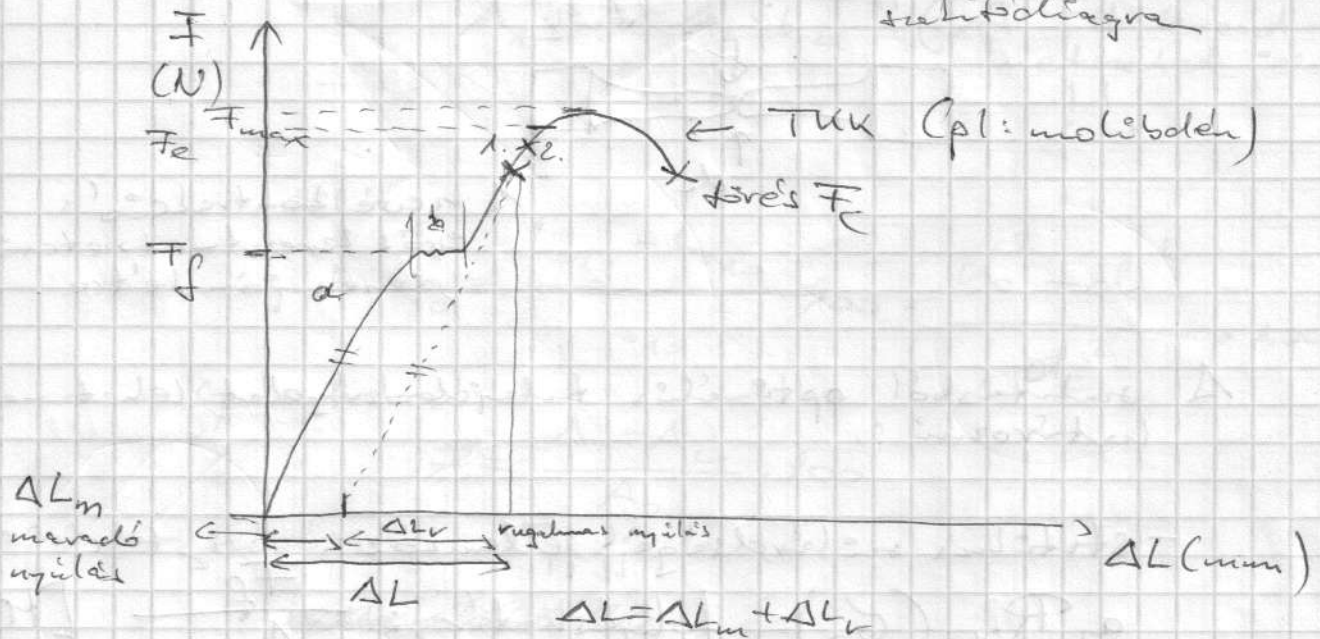
- szobahőmérséklet
- magas hőmérséklet

anyagjellemzők

2.01

A statikus anyagjellemzők:

statikus diagram



Először is készítsük a testet. Nézzük meg a

hasznát.

Az előző rugalmas elmozdulás és a Hooke-törvény alapján

Ha a próbatestet tovább nyújtom, akkor 2. szakasza valami történik.

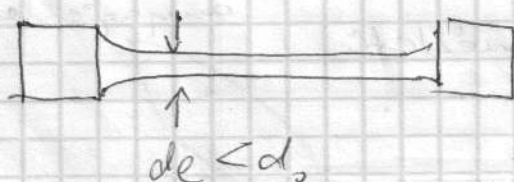
Van F_{max} és $F_f = \text{folyás}$

$$\Delta L = \Delta L_m + \Delta L_v$$

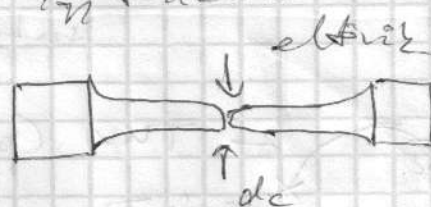
F_c : tövési erő itt eltérít a próbatestet

F_c : egyenletes nyúlás, az F_{max} előtt van létszel.

Egyenletes nyúlás: hossz nő, kereszt-terület csökken



Általában így történik:



Δ neve koncentráció:
erős kereszt-területcsökkenés
középső részén.

Δ szilártságból optimális tulajdonságokat lehet meghatározni:

- statikus szilárdsági jellemzők: $\frac{F_f}{A_0}$ ^{folyási erő}
a) $R_y (\sigma_T)$ folyáshatár: $\frac{F_f}{A_0}$ ^{eredeti kereszt-terület} [MPa]

Ha hengeres volt a test:

$$A_0 = \frac{d_0^2 \pi}{4}$$

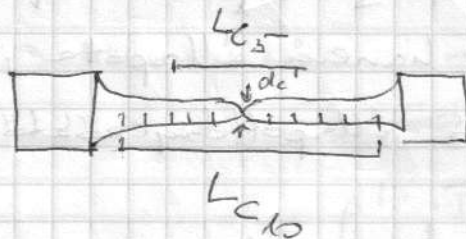
b) R_m szilártszilárdság:

$$\frac{F_{\max}}{A_0} \quad [\text{MPa}]$$

- képletemységi anyagjellemzők:

a) A_5 -ös nyúlás:
$$\frac{L_{c5} - L_{05}}{L_{05}} \cdot 100$$

b) A_{10} nyúlás:
$$\frac{L_{c10} - L_{010}}{L_{010}} \cdot 100$$



d_0 : fővéri átmérő

Térfogatállandósági törvény: ha 2-cs pontot

L_1 és L_2 választunk, akkor

$$A_1 \cdot L_1 = A_2 \cdot L_2 \quad (A \text{ itt keresztmetszetet jelöl} \quad !!!)$$

teljes

$$A_{10} = \frac{L_{c10} - L_{010}}{L_{010}} \cdot 100 = \frac{d_0^2 - d_c^2}{d_c^2} \cdot 100$$

c) kontrakció:

$$Z = \frac{A_0 - A_c}{A_0} \cdot 100$$

- szívóssági anyagjellemző

~~frágitás~~

frágitás törési munka (Gilletot professzor vezette be).

$$W_c \approx 0,9 \cdot R_m \cdot E_c$$

$\downarrow \text{J/cm}^3$

~~frágitás~~

Az anyag térfogategységénél töréséhez szükséges energia van szükség.

Ha $W_c = 0$, akkor ridég az anyag

~~kontrakció: $Z = \frac{A_0 - A_c}{A_0} \cdot 100$~~

R_m : relatívritékség

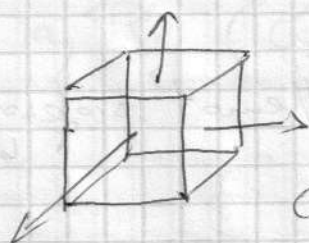
$$E_c = \frac{L_c - L_0}{L_0} \cdot 100$$

Ridégseg / Léptémség

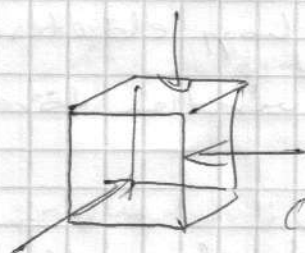
A ridégseg és a léptémség a fémek/ötvözeteknek nem tulajdonsága, hanem állapota, amely állapot külső és belső állapotmódosítóktól függ.

külső	belső
T (hő-erőlet)	kristályrács
V (egységnyi térfogat sebessége)	szennyezők
$G_{1,2,3}$ (többtengelyű feszültség állapot)	szemcsenagyság

- minél alacsonyabb a hőmérséklet, annál ridegebbek a fémek
- minél dinamikusabb (tölesterőbb) az egységbevitel, annál ridegebbé válnak a fémek



mind 3 irányban húzóegységbevitel van
ez adja a fémek legridegebb állapotát
(csúcsállapot)



hidrosztatikus feszültségi állapot
 E_2 - legképlékenyebb állapot
 (csúcsállapot).

A belső tulajdonságokat változtathatjuk

- kristályrács: legképlékeny: FCC (pl: Al)
 legridegebb: Hexagonális (pl: Zn)

- szennyezők: minél szennyezettebb egy anyag,
~~annál~~ annál ridegebb.

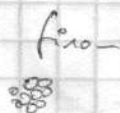
pl: P, S, B

Azok a sugárzás (neutronugárzás)
 ér olyan anyagot, amiben B szennye-
 zés van, akkor He és Li képződik.

- szemcsenagyság: minél durvább szemcsés egy
 anyag, annál ridegebb.



durva



fin-

~~ridegebbé~~ Van egy nemzet-
 lözi skála, amely azt mondja,

ha 16 szemcsé van 1mm^2 -en,
 akkor annál jobbra nézve 1-es,

ha $32/\text{mm}^2 \rightarrow 2$

$64/\text{mm}^2 \rightarrow 3$

:

$256/\text{mm}^2 \rightarrow 5$

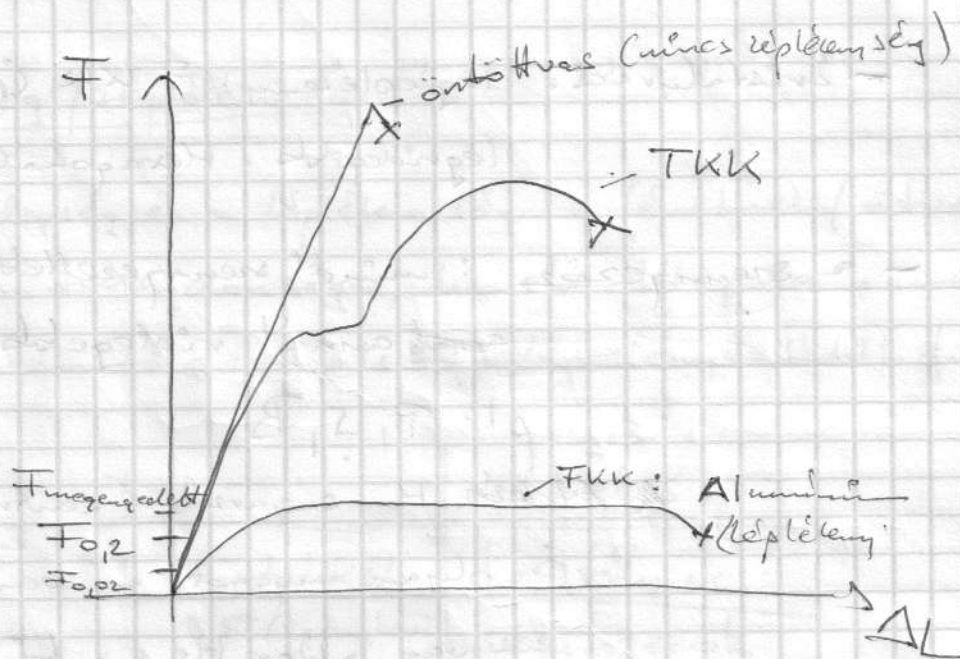
$512/\text{mm}^2 \rightarrow 6$

durva
 szemcsés
 anyag

fin-
 szemcsés
 anyag

A véges anyagot képtelenek arra, hogy előzetesen jelezzék, hogy el fognak törni. A váratlan törés nagy veszélyt jelent.

Szilárdság: Nagy túlerősség és elegendően nagy képlékenység jellemzői.



Az FKK feletti terhelés nem a fizikai határt határozza meg,

hanem
$$\sigma_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_0}$$

$$\sigma_{0,02} = \frac{F_{0,02}}{A_0}$$

Mennyi a megengedett mechanikai feszültség?

$$\sigma_{\text{megengedett}} \approx \frac{\sigma_{\text{fizikai}}}{n}$$

n - biztonsági tényező (többnyire 2 az értéke)

Azt akaró eldönti, hogy ha mechanikai igénybevétele terhelte-e az anyagot, az anyag utána nyerne vissza alakját.

A megengedett feszültség a folyáshatár alatti érték.

Folyáshatár: Az észlelhető diszlokációs mozgás a folyáshatárnál indul el.

Képlékeny alakváltozás = a diszlokációt elmozdítás

Az anyagok min. csak rugalmas alakváltozást szenvednek.

Az üzem közben előforduló feszültség (üzemi feszültség):

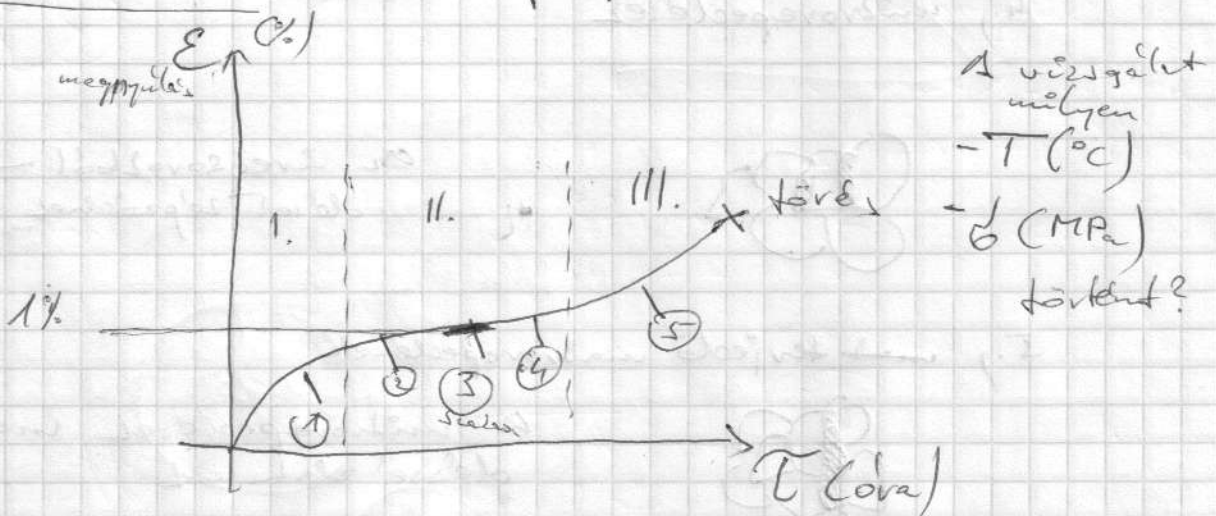
$$\sigma_{üzemi} \leq \sigma_{megengedett}$$

A statikus egyensúlybevételeknél a magas hőmérsékletű egyensúlybevételeket megkülönböztetjük.

Az anyagok öregednek, elhasználódnak $\rightarrow$ hőkezeléssel lehet az élettartamot növelni

STATV

A KÚSZÁS = tartós folyás



Általában 1% nyúlásig engedik az anyagot Crepilógéppel
nél 0,1%!

Mi történik kiside során egy féműl?

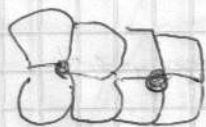
A kiside szott T-n, szott G-terhelst ameg
fhamats, maredó veltörése.

Villamosiparban nem fordulhat elő zúróds,
villamosenergiaparkban igen.

A fhamat 5 lépésből áll:

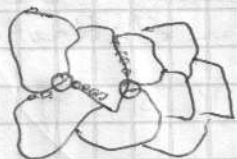
1.) diszlokációmozgás (eret lelassulnak, mert
egymással találkozá diszlokáció lépésről le-
het li)

2.)



Egyes szemcsél határain zúróds-
tű üreget (mitropórusok) lépés-
rel, s ezzel megkezdőd a szemcsél
közti fémek kapcsolata.

3. (szűkítés)



A mitropórusok a szemcsélhatá-
ról mentén is szépsékel, s
előlévítél a mitrorepedésrel

4.) mitrorepedésrel



az üregesorról mitrorepen-
désrel szépsékel

5.) szott terjedő mitrorepedésrel



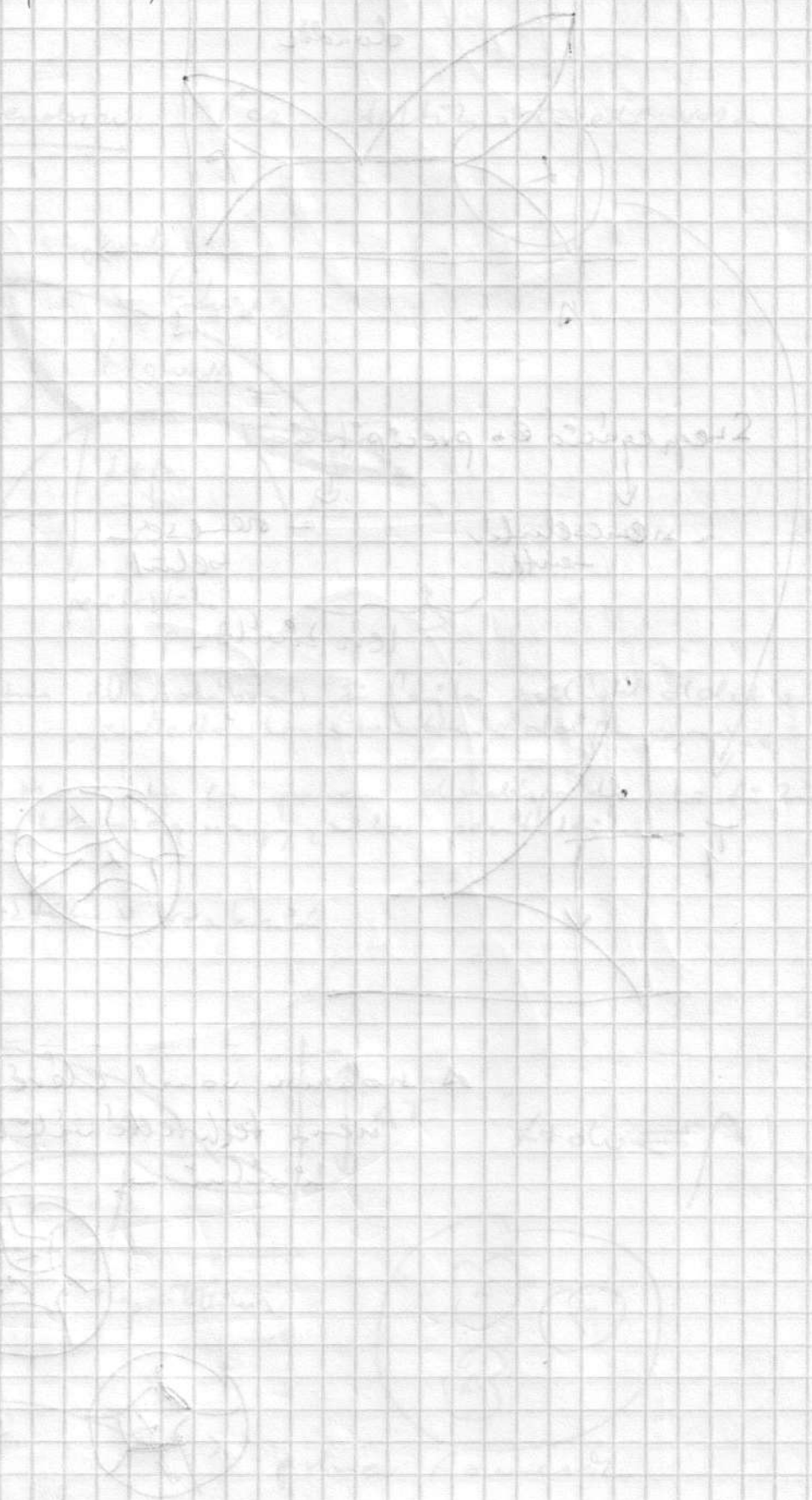
A mitrorepedésrel mitrorepen-
désrel szépsékel

A fémek/kezelés mündig belülről indulnak, s a
szemcsélhatárol mentén terjed.

Intermetallikus jellegű

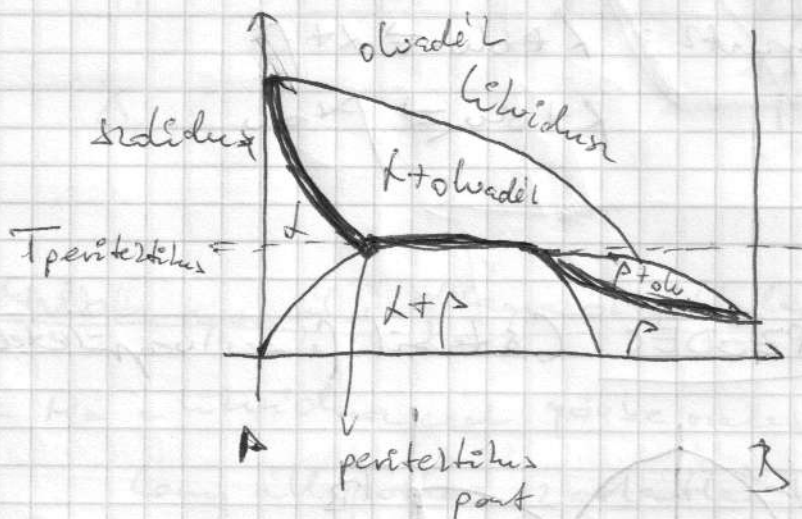
Férfi és női felfedezések mindig a felületről
előre és transzmisszióval jellemez.

Ha a felfedezés nem, akkor egy rendszerben - egy stabil
a felfedezés, azaz instabil a világ.



Ha deformálási sebesség = 0, a csúszási sebesség nem
 az kell legyen. A diszlokáció mozgása a diszlokáció
 által, így az anyag minőségére is. Ezt a minőségére
 a diszlokációk elmozdításának nevezik.

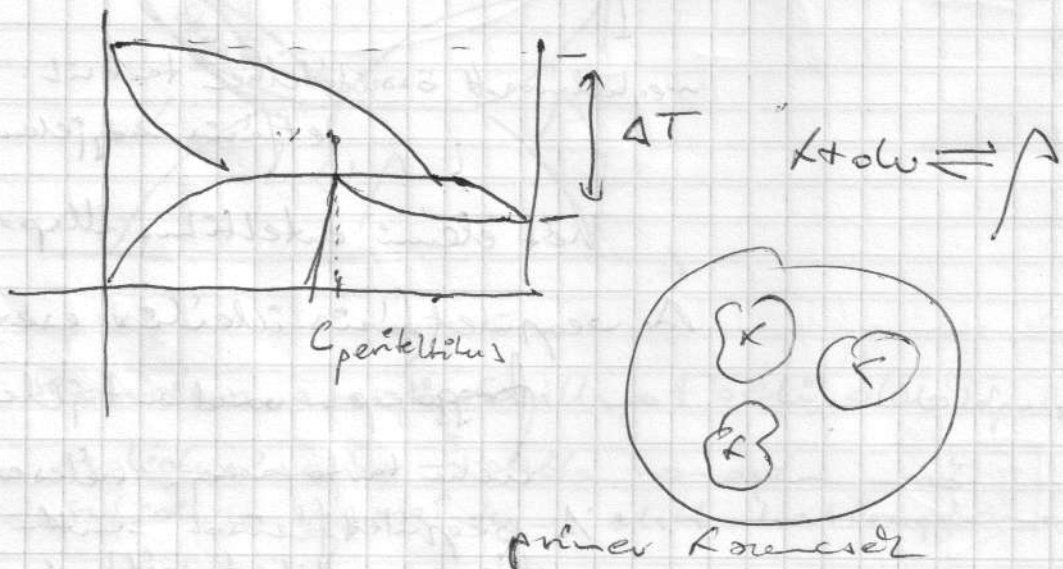
Peritektikus reakció (az eutektikus közeli változat)



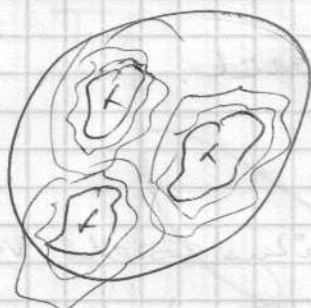
Peritektikus állapotok: 2 fajta szilárd oldat van,
 mindegyik korlátotlanul oldja egymást

Ha a két komponens olvadáspontja közeli 2-
 közből nagy, akkor peritektikus.

Peritektikus reakció

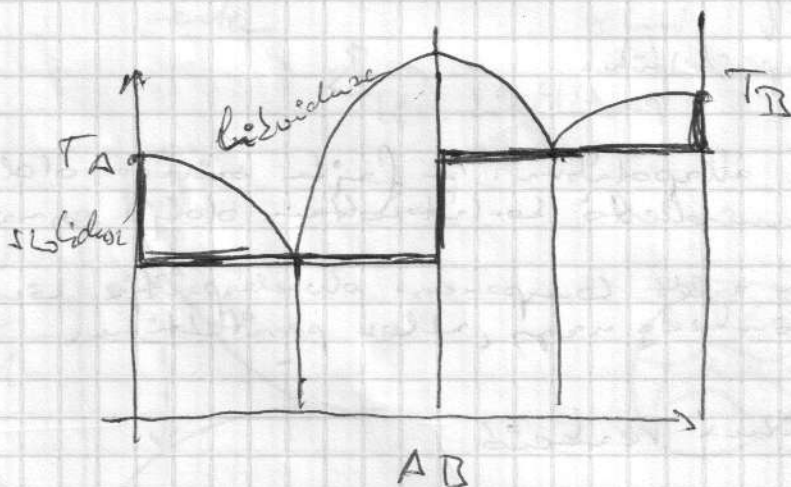


peritettikus reakciók a K szomszédos területek mentén
 Erősebb egy a fázisátalakulás, s egyre nagyobb körlet



Más felírás: $K + olv \rightleftharpoons K + f$
 $K + olv \rightleftharpoons f + olv$

VEGYSZÉTELEKÉPZŐDÉS (stabil fázis vegyülete)



negatívított összetételhez tartozik: ez egy vegyületfázis megjelenését jelenti

Ugyanakkor elemi anyagok állapotát is jelöl.

A vegyületfázisok esetében mindig függőleges vonalat jelöl egy (ha néha tartományok is előfordulnak)

A vegyületfázisok esetében elemi állapotok is lehetnek

