

szepj@eik.bme.hu  
nagy zh - 8. hét  
laborjark.

# Anyagok

csop. - k2 all. szint

- gázok
  - folyadékok
  - szilárd anyagok
- } ez ezek részletei



csop:

- fémek
  - kéremia
  - polimerok
  - kompozitok
- } 3 alopnilev

## fémek

- leggyakrabban haszn.
- pótolhatatlanok

ötvezet fém: szilárdítás

szennyezett: nem sz. ; \*

tiszta fém: 9 m. redm. 4-9-es al. 99,999%

ötvezet lemeze:



- járul a mech. tul.
  - rosszabbul vezet
- umit umicit

v. vezelőképesség:  $e^-$  az árszáradása

hővez: rezgés végfolyg, a mellék, a b elszáradása a vés.

## kéremia

- 4ov. kötés, val. köts.
- $\phi$  szab  $e^-$   $\rightarrow$  rossz vezelő
- atom eltér: 4ov. kötés bond.  $\rightarrow$  rezgés rosszul vez  $\rightarrow$  rossz hővez.  $\rightarrow$  jó szig.

biokompatibilis: nem lóti ki a szervezet

piézokristály: mech. zihely  $\rightarrow$  e. fer. c fer  $\rightarrow$  defruoldit

polimeres:

monomerek összekapcsolódása

kompozitok:

teljesített anyagok

2. külső anyag  $\rightarrow$  tel. <sup>szár.</sup>

1) Fasbeton: beton + drót próbatérsával

Szálerezőanyag: felülről anyagba szálak

karbon szálak

matrix anyag: amibe beletapasztalják

Atomok elrendeződése.

- szabályos r.: foly.

- amorf.

felülről is lehet orin: gyors lehűtés

r.: üreg

kriszt. - transzlucens - 1. kék egy at.

2. monok.  $\rightarrow$  vedlővel meg lehet hozni.

3. többit is

ideális rend: minden atom ott van, ahol lennie kell

egy kristály: hosszú távú rend.

anyag többnyire részben rend.

obrádát all. + rendtlen kristály

IC

polikristályosak:

2. kék: szemek, kristallit

a hosszú távú rend 1 szemekén belül elv., határon megtörik

(együttük kék az van fordítva)

atomos orientáció megadja.

folyadék.

hosszú

hosszú leírás határra rendeződés

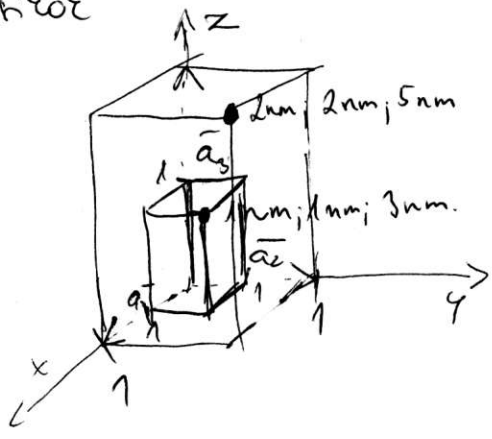
2D-s pontok.  
 periodikus rend.  
 bázisvektorok  
 tr. vektor: kivett origótól egy adott pontba mutat  
 tr. egyenlet:

- kocka rács.  
 Kk. P0.
- tetragonális rács.  
 egyenlő alapú egyenes hasáb.
- ortorombos rács.  
 téglalap
- romboéderes rács.
- hexagonális rács  
 szab. 6szög alapú egy. hasáb  
 → pm. cella: rombusz alapú egy. hasáb.
- monoklin  
 → egyháscső
- triklin

primitív cella  
 → legkisebb rész. elem.

Miller-index

pszeudo  
 irányok meghatározása  
 háló



$$|\bar{a}_1| = |\bar{a}_2| = 2 \text{ nm}$$

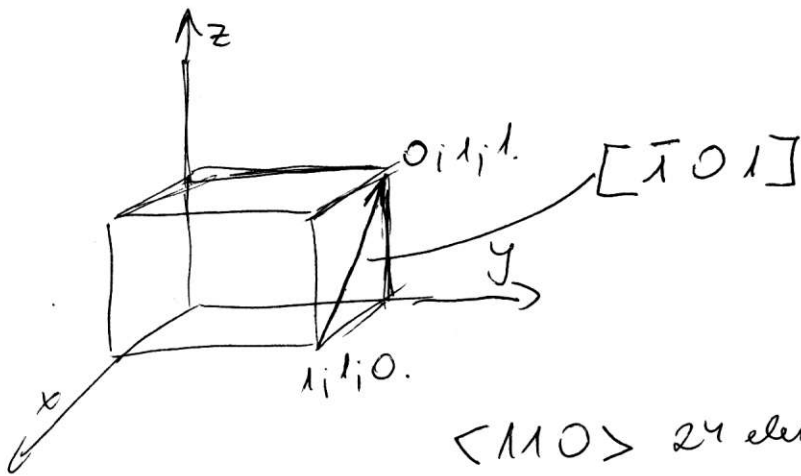
$$|\bar{a}_3| = 5 \text{ nm}$$

$$|\bar{a}_1'| = |\bar{a}_2'| = 1 \text{ nm}$$

$$|\bar{a}_3'| = 3 \text{ nm}$$

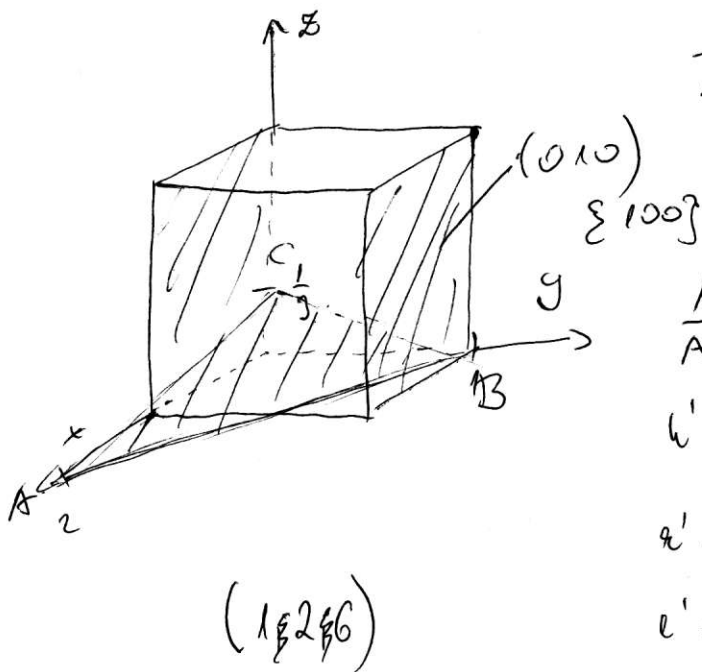
listas: 1,1,1

mérőszámok: dim. nélküli egészek



$\langle 110 \rangle$  24 elemet foglal magába

Síírot leírása:



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

pontok rajta vannak a sííron

$$\frac{1}{A} \quad | \quad \frac{1}{B} \quad | \quad \frac{1}{C}$$

$$h' = \frac{1}{A} = \frac{1}{2}$$

$$k' = \frac{1}{B} = 1 \quad | \cdot 2.$$

$$l' = \frac{1}{C} = 3.$$

$(0 \ 1 \ 0)$  síírsíny

$$A = \infty$$

$$B = 1.$$

$$C = \infty$$

hexagonális rendszer: 3 db rombusz alapú egy. hasáb



miért a 63 1 dőlője => érvényesül.

⇓

ki, q, i, l rendszer

ki van kiszámolva, hogy a ezt más számszámítás felől jön

koordinációs szám:

a legközelebbi atomokból hány db van

(a) -> 6.

(b) -> 8

FKK -> 6 + 2 \* 3 = 12.

atomok száma...:

FKK  $8 \frac{1}{8} + 6 \frac{1}{2} = 4$ .

TKK  $8 \frac{1}{8} + 1 = 2$ .

PK: a = d.

TKK:  $\pm 2d = \sqrt{3} a$  } atomok elrend. egyen.

FKK:  $2d = \sqrt{2} a$

Tekintőképi tényező:

atomok osztf. / cella térf.

$$\pi_{TKK} = \frac{2 \frac{d^3 \pi}{6}}{a^3} \approx 0,68.$$

$$d = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Legnagyobb rácsköz:

- hely a atom belül

- annak a legnagyobb az atomoké, melyet be lehet oda helyezni

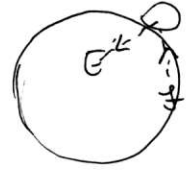
Von. mérték az az értéki tényező, legkisebb ill. minél nagyobb a rácsköz, annál jobb az anyagot alkalmazásával kapcsolatban.

min	max
max	min

Allotrop átalakulás  
 a fémnél megval. a kristályszerkezetek  $\rightarrow$  térfogata

örnpesítés: dűből készült org. szipoc egy biz. hőm. - en elporoltat

13°C gyémánt - tetragonális



Mekkora lesz a térf. vált?

$$\Delta V = \frac{V_{FKK} - V_{TKK}}{V_{TKK}}$$

huru vált:

- atomok száma:  $N$  konst.
- atomröj:  $d$

$V'_{FKK}$  1 db FKK cella térf.  $a_{FKK}^3 = \left(\frac{2}{\sqrt{2}} d\right)^3$

$FKK \rightarrow 2d = a\sqrt{2} \quad a = \frac{2}{\sqrt{2}} d$

$$V_{FKK} = \frac{N}{4} \left(\frac{2}{\sqrt{2}} d\right)^3$$

$$V'_{TKK} = a_{TKK}^3 = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} d\right)^3$$

$2d = a\sqrt{3}$   
 $a = \frac{2}{\sqrt{3}} d$

$$V_{TKK} = \frac{N}{2} \left(\frac{2}{\sqrt{3}} d\right)^3$$

Váratlan: hisz

Szubstitúciós intersticiós atom } többlet: az atom helyett másik atom van.  
 szubs: ráshézangóban van + atom  
 inter: rácsrésekben

Váratlan:

- atomok egyenlő távolságra megval. elsz.
- a rácsrések a váratlan felé görbülnek

Szubstitúciós atom:

- többlet kerülnek a környező atomok

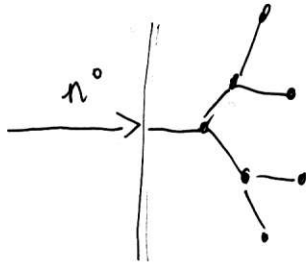
Frenkel-mech

$$u = N e^{-\frac{Q}{kT}}$$

Q : aktivációs energia

k : Boltzmann-állandó

T : hőm.



praktis

+ mech. hatás

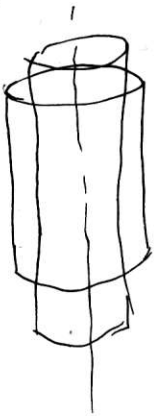
vonalozási rákshibák : diszlokációk

alakultak...kor a kristályvizet elmozdított

$\epsilon$  - rugalmasság modulusz

$$\delta = \frac{F}{A_{\perp}} \text{ húzóerő}$$

$$\tau = \frac{F}{A_{\parallel}}$$



ABCABC... → FKK

A0A0AB... → HK

Zener-vecl.

Ár. energia magas: extrém kónulmányos körülmények között  
elmozdítás

Vonalaszerű 1 dimenziós rendszerek: diszlokációk

rug. alakítás: ha elmozdítják, visszahúzó erőkkel szembe.

képlékeny alakítás: nem tér vissza eredeti áll.

for. hő, ahol a rug. al. elmozdítás = folyáskezdés

$$\sigma = E \cdot \epsilon - \text{fesz. - tv.}$$

húzó rug.  
modulus

G - csúszási rug. mod.

csúszási nyúlás:  $\gamma$  áll.

2 kristályok elmozdítása  $\Rightarrow$  alakítás

ha a felső atomot feljebb eltolom, nem kell több szil. befektetni, ha a sor atom  
feljebb jön  $\rightarrow$  az az energiát az egyenlőség pozitív

$$x \text{ kicsi} \Rightarrow \sin x \approx x$$
$$\tan b \approx b$$

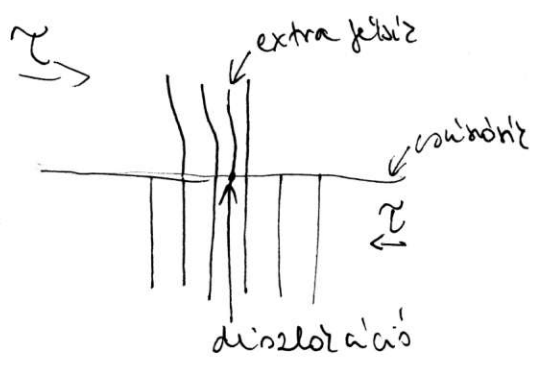
2 felület eltolása: nyúlás



$$J = G \cdot b = G \cdot \tan \frac{\theta}{2} \approx G \cdot \frac{\theta}{2}$$

gyakorlati elmozdítás:

az atomok nem egyszerre mozdulnak el.



TEM  
 $\rightarrow$  transzmissziós elektronmikroszkóp: 3nm légtér



eldindoltság:  $\geq$  nettó közt. vegyes.  
csavardás. II

diszlokáció megallopítása: Burgers-örv.

↳ ha nem záródik:

vegyesen a katódot közi verber:

Burgers-verber

↳ kúria, meghaladása ~ diszlokációt

↳ disz. által okozott elemi elmozd.

megpötyög, ivócsigoly mutató

meg

(meme ualad, meddore elkerest tud ostrom)

def:  $b \perp l$

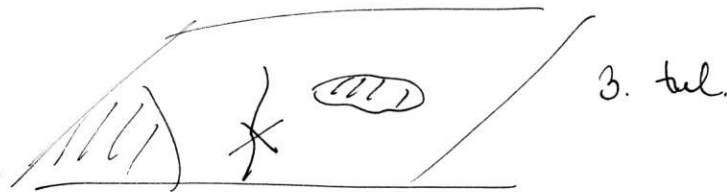
olyan elemi öv, mely a diszlokáció vonalára  $\perp$

hiz. ritka lehet, bizonyos nem lehet csúszási

csavardindoltság def.  
bill

valóságban a kógyatomok: összekelt diszlokáció

↳ alorvalószínűségi diszlokáció csatlakozás



5. tul. legegyszerűbben + hibában jellemző

ha a kényszerítés 100%  
(b) = d. - atomatmenet

diszlokáció:

torzítás: szil. pontok

megalmas energia többlet

replikatív:  $b^2$

diszlok. mozg.  $\rightarrow$  képlettel al. velt. alapján

alorvalt. nem csak diszlokációval történhet:

ritka, makkos, makkos al. velt.

di. n. l. : atomok hosszirányú mozgása

di. n. l. : mennyiség / sűrűsége

meghat. :  $\rightarrow$  felület : hány at. di. n. l. töltés

$\rightarrow$  térfogat : d. vonalak összhossza

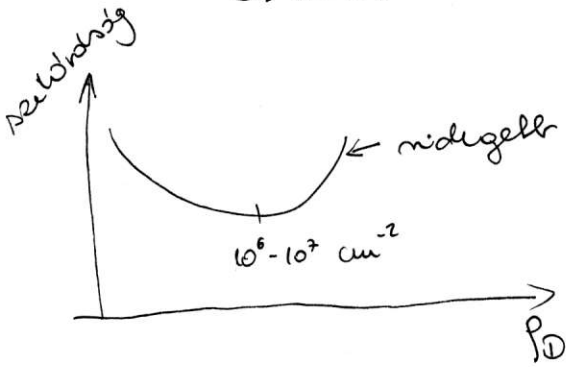
mérete : TEM

↓ probl. : 3 dim.  $\rightarrow$  2 dim. - s kép

egy bizonyos sűrűség alatt nem triviális

röntgen diffrakció

$\rightarrow$  eloszlás



- kevésbé min. a teljesítmény el. w. l.

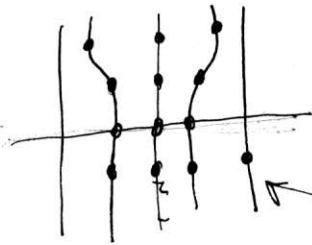
↓  
előtér

$\mu$  : Si

nagy  $P_D \rightarrow$  abszolút nitidus egyenest  
akadályozza

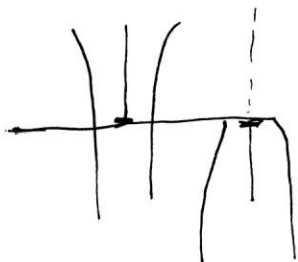
felv. abszolúta : di. n. l. szám  $\uparrow$

$\mu$  : rezonancia : egy idő után elpattan

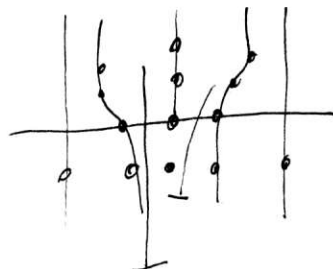


magas hőm.

szűrés - málzás - lézés összehor.



- megszűnik a diszlokáció

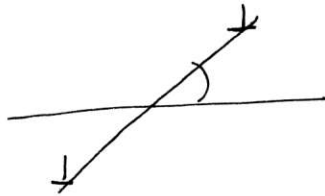


definíció: e növekedés

új definíció: eszt. d.2. nem szimmetrikus felület

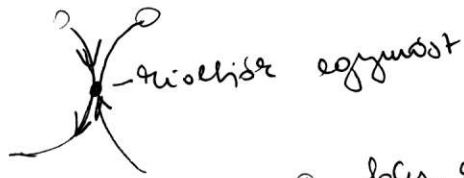
1  
mozg. rajzok len

2 definíció elhárítás: vázlatos jón a ké



ha  $\alpha = 0$ .  $\rightarrow$  szabályos felület

$\downarrow$   
részlet d.2.  $\rightarrow$  saját magától növekedik tovább  
húzó 2 fele összeh



a foly. részecské elől  
többes oldal magától a húzóval

Felületi viszonyok

matr. felület: kristályhita

nem kl; or id. része van. felület  
megvált. or atomok közti egyensúlyi távolság  
magasabb energiatartomány

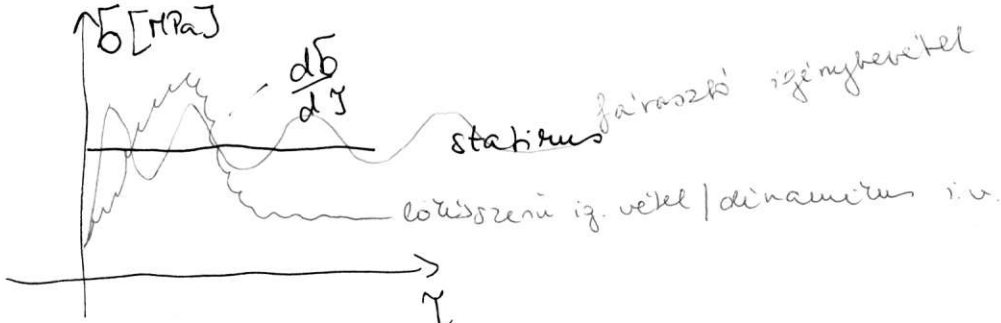
Orientáció: milyen irányban hely. el a medr. tén. részec és az  
elérni cella koordináta rendszer

Anyag mechanikai tulajdonságai

3 csoport:

- statikus
- dinamikus tulajdonságok
- fatartalék

kérdés: milyen az anyag igénybevétele?  
tul-igbe velek összehangban legyen.

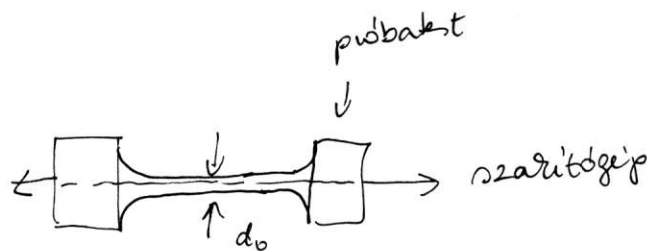
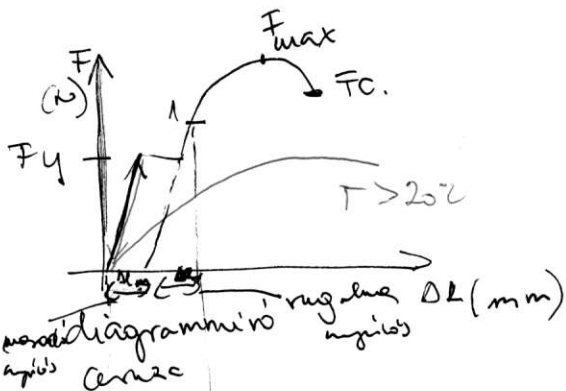


ill: mind 3-mal meg kell lenni.

statikus:

- szilárdsági  $R_m$  - ~~szilártsági~~ szarítási szilárdság  $\left\{ \begin{matrix} \text{MPa} \\ \frac{N}{mm^2} \end{matrix} \right.$
- képlékenység:  $R_y$  - folyóshatár
- szívóssági:  $A_5$ :  $\left\{ \begin{matrix} - A_5 \text{ os nyúlás} \\ - A_{10} \text{ os nyúlás} \end{matrix} \right.$
- $A_{10}$ :  $\left\{ \begin{matrix} - A_{10} \text{ os nyúlás} \\ - kontraktio \end{matrix} \right.$
- $Z$ :  $\left\{ \begin{matrix} - kontraktio \end{matrix} \right.$

$W_c = \left[ \frac{1}{cm^3} \right]$  - fejlagos törlési munda



$R_y = \frac{F_y}{A_0}$   
 $R_m = \frac{F_{max}}{A_0}$

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

all: a tekéltés megzárása után a műszer visszanyerje eredeti állapotát

$$\delta t \rightarrow f(r)$$

↑  
függ a hőm. -tól.

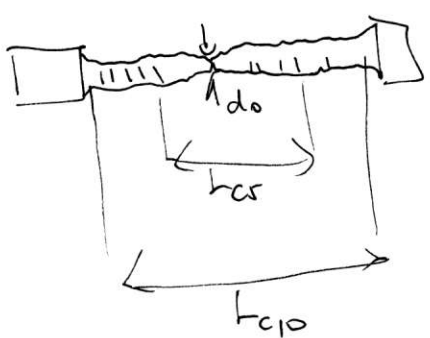
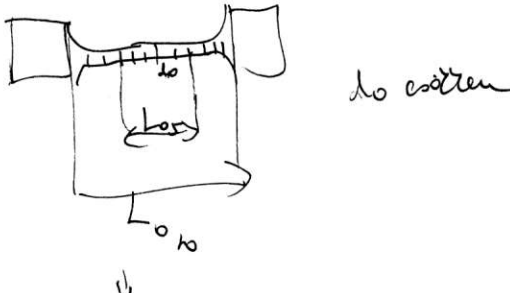
↳ külsős v. tartós jelzés

$$\sigma_{ü} \in \sigma_{meg} = \frac{2y}{n}$$

↑  
üzemi  
ig. érték

↑  
megeng.  
határ. (n db = 2.)  
feniék.

biztonsági tényező



$$A_5 = \frac{L_{c5} - L_{05}}{L_{05}} \cdot 100$$

$$A_{10} = \frac{L_{c10} - L_{010}}{L_{010}} \cdot 100$$

leg 20-25% nyílás kell, le legyen.

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

er. hely mutat      körir. szer. menet

~60% annál nagyobb kontrahció legyen.

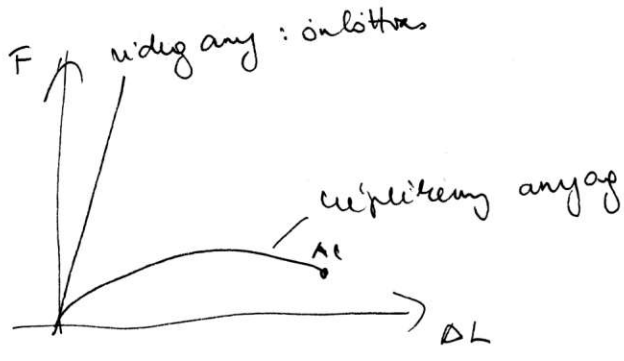
$W_c$  - jelzős körir. munda

anyag egészégy U-dús) elkeséshez munda munda szűsítés

$$\approx 160-170 \frac{1}{cm}$$

$$W_c \approx 0,08 W_c E_c \Rightarrow \frac{L_c - L_0}{L_0} = \frac{d_0^2 - d_c^2}{d_c^2}$$

Szaktudódiagramm



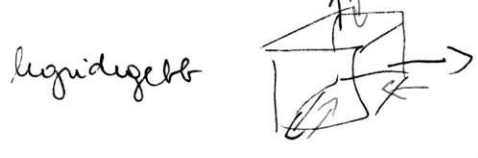
replékeny állapotok = diszlokációk elmozdulása

A<sub>2</sub> anyagot (és a hőt) a replékenységi a nidegségi nem felel meg, hanem állapota, mely minél is belső állapotokhoz köti

	külső K	belső B
1	hő, T	Kv kristályok.
2	ig. V. elmozd.	semmenagyság
3	Σ <sub>1,2,3</sub>	semmenagyság

- > minél alacsonyabb a T, annál nidegebb a fém.
- > minél dinamikusabb a igénybevétel, minél kövösebb, annál nidegebb viselkedik a fém.

25 m/s → seb. → szuperreplékeny állapotba kerül st.



legidegebb

hidrosztatikus fesz. áll.

az abszolút akkor lesz a legidegebb a nagyobb állapot, ha az anyagot mind 3 irány felől terheli

semmenagyság

16 szemcse/mm<sup>2</sup> → 1.

32 → 2 ↑ (első szemcsés anyag)

64 → 3

128 → 4

256 → 5

512 ↓ finom szemcsés anyag ← erre kell törekedni

Egyes anyagok ilyen körben a kristályosodhatnak → nem kristallizáció  
 ↓  
 először a szubsztanciák.

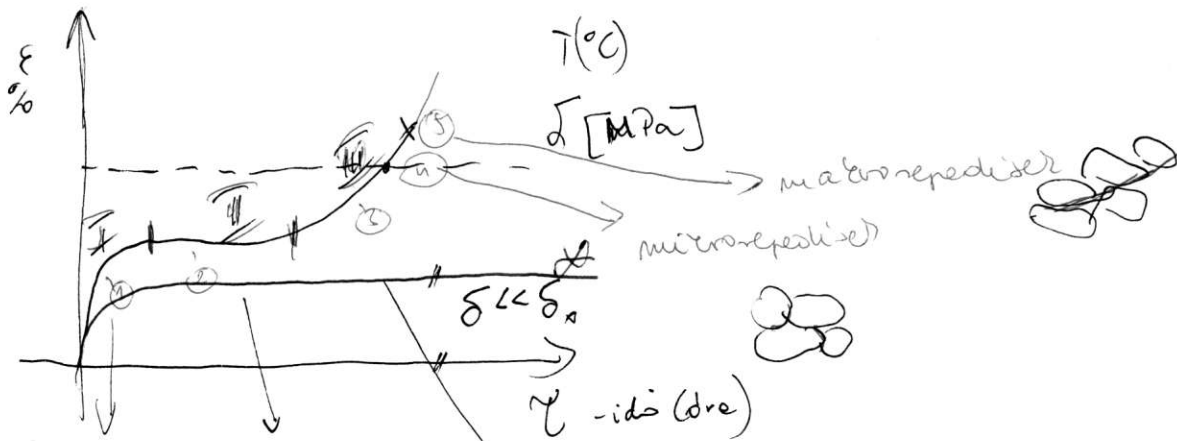
alk: megakad.

hidrogén abszorpció → magas hőm. -en ismétlődik

szennyező:  
 K<sub>2</sub>O, fosf., O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, bór - közül az atomatomek 0,02%.

becs. all. kluz.  
 minél több, % → annál rövidebben viselkedik az anyagot

Külső / tartós fagyás.



dinamikus  
 elrendezés  
 csiszolás



üreges a  
 szemcseska-  
 talakon

↓  
 megszűnik a  
 folytonosság

↓  
 dől.  
 a vízszint  
 károsítja  
 ↓  
 belassul  
 a mozgás

↓  
 m. it. tang.  
 ↓

üregburok a szemcsék között

tűréshatár: 1%.

amely nem repedt meg: regenerálósi techn.

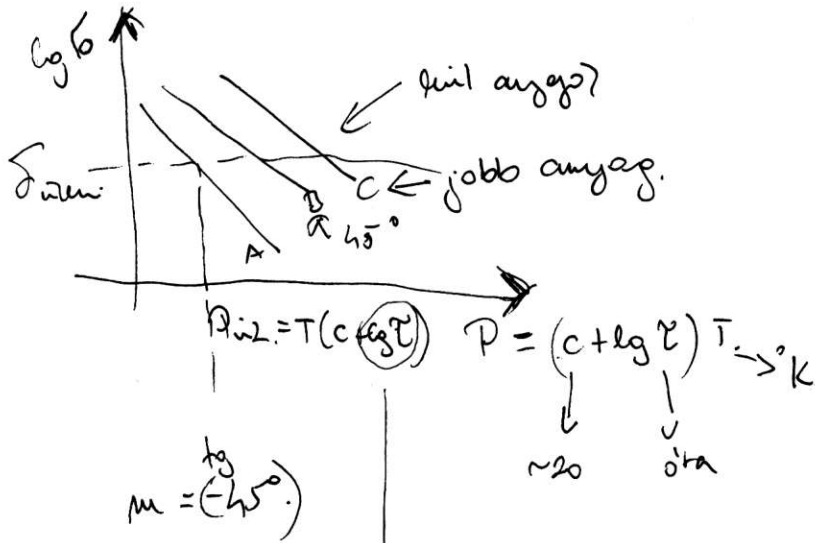
↓  
 meg lehet korrekálni az  
 anyagot elektrolízissal

EC 5: engineering grade size  
 mikrohi repedések nélkül

Schijve  
 NO, 1mm.

Az írt. fel. helyén, az a fel. amelyet adott hőm -en kihalva az anyagot  
nem okozza az anyag nyelvéit (vélhető időig)

Larson-Jiller paraméter



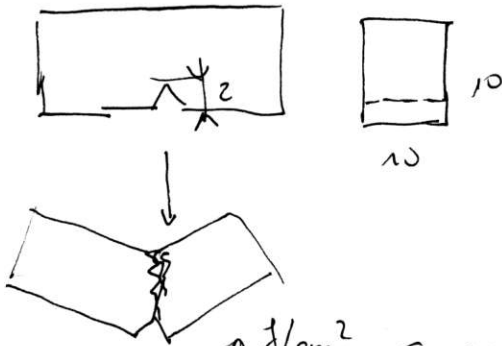
ha nem elég ez idő  $\rightarrow$  másik anyag választása



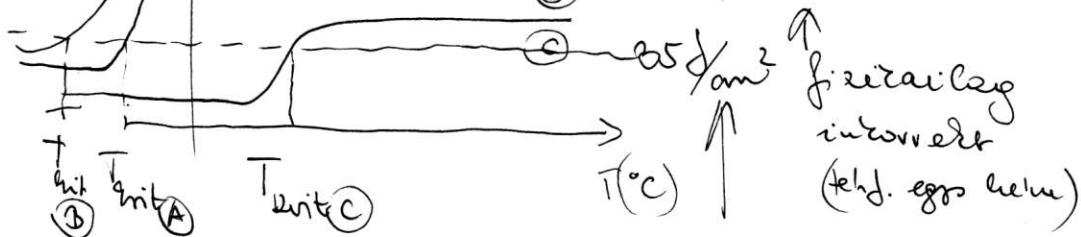
dinamikus igényberiteléssel szemben: ellendűlés

Olyan anyag valószínű, amely jól ellendül  
Cháppy (Sápe) felé irányuló vízsz.

↓  
Olyan hőmérséklet meghatározása, amely alatt az anyagot még nem törnek



$J/cm^2$  ← az anyag felületi egységére törhető  
mennyiség energiájára van  
szétosztva



kritikus érték

átmeneti hőmérséklet

minél alacsonyabb, annál biztonságosabban használható az anyagot.

itt pl a legjobb: (B) esetben

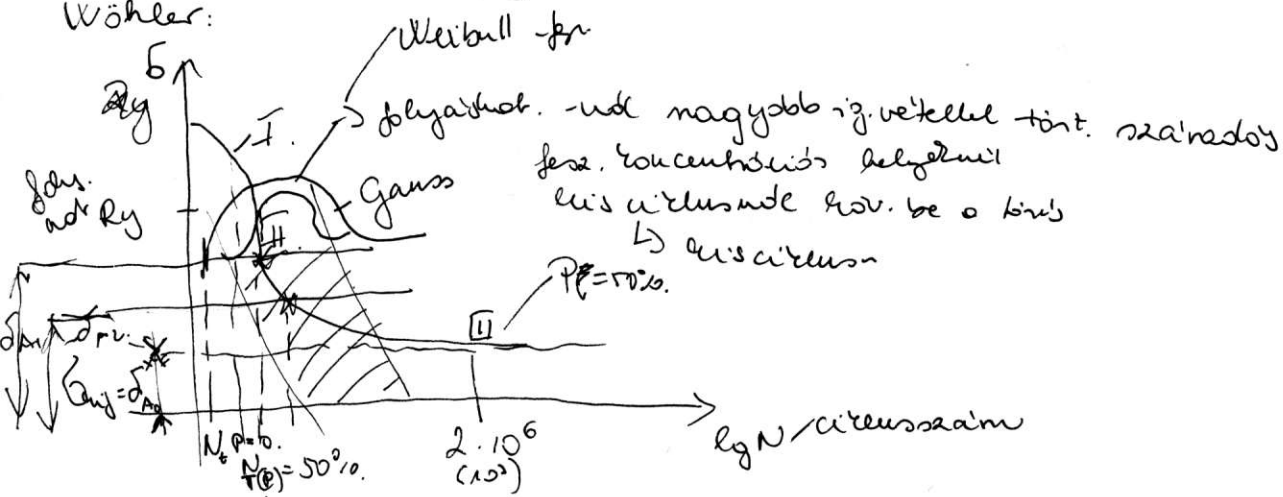
átmeneti hőm. érték az idő függvényében változik (anyagot öregedése miatt → idő-  
gedése miatt)

pl.:  $-20^{\circ}C \rightarrow 30^{\circ}C$ -ra toledik el a kr. hőm. üzem közben

Kijáratás:

mozgó részecskék anyagjai vannak kettőre

Wöhler:



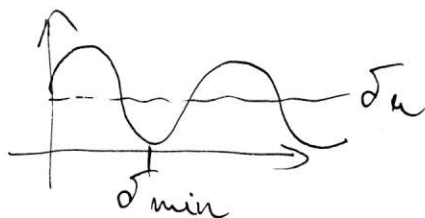
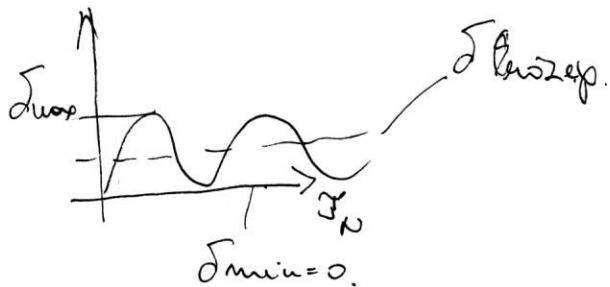
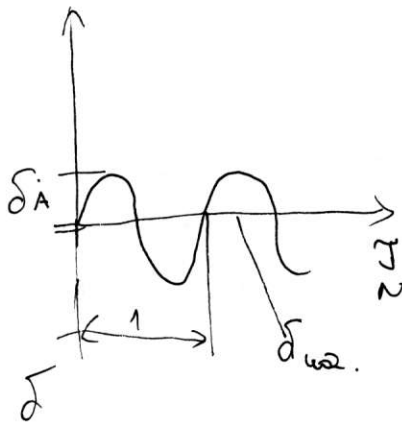
javasolt igénybevétele is túlszabos ig.

mikroszép: nagy küll. van azok

mindig a felületről indul ki  
transzmisszióval jellemző a repedés

a repedés belülről indul ki  
intermittenszerű repedés  
szerszámok mentén  
(mint a fázis korrozio)

$\sigma$



húzófesz:

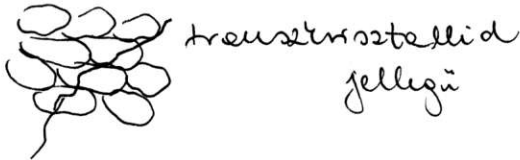
ha az idő függ. -ben az anyagban lévő fesz. előjelet vser

húzóerő:

ha az idő függ. -ben az anyagban lévő feszültség nem vser előjelet

húzóerős fáradás:

ismetlődő képlékeny alakváltozás okozta kifáradás / száradósos törés

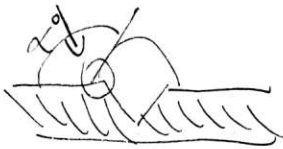


húzó. határ:

az a mech. [feszültség], amellyel terhelve egy anyagot  $2 \cdot 10^8$ -igénybevételig nem kóv. be az elérés.  $\rightarrow$  végkellő igénybevétel

I. - fesz. koncentráció felület kóv. be a törés

elles sarok  $\rightarrow$  kezdő törés



$\alpha$  minél kisebb, annál nagyobb a törés veszélye

$$\alpha_k = 1. \quad \alpha_k = \frac{\delta_{max}}{r_{keresztm.}}$$

a foly. határ alatti feszültségek:

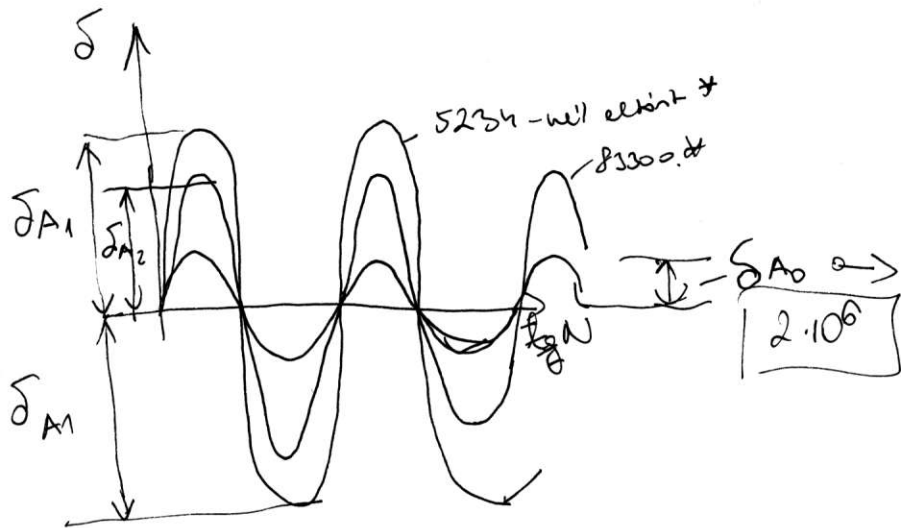
rugalmas aldre. képlettükben lehejövő feszültség

III: kifáradási szatasz

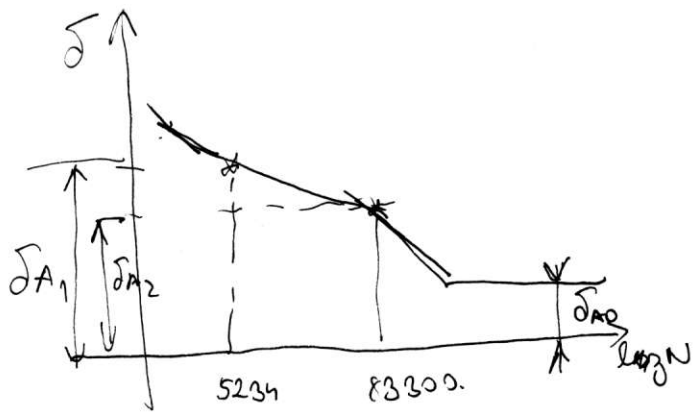
II: időtartam szilárdsági szatasz

V? : Mekkora anyag szűv. ahhoz, hogy felvegyük az adott anyag köhler görbejét?

Hfe. szimmetrikus tergo rignyberetel:



fárasztó próbatest  
4-5cm hosszú



leggyakoribb fárasztó iz. vékony lelt szentusok: repülőgépek

$P = 10^{-6}\%$  - teljes biztonság

több vizsgolat a biztonság növelése érdekében

Gauss felh. viszesz <sup>növésel.</sup> függvény

$N_T P = 10\%$ .

tinisi rekeszben.

$$N_{meg} = \frac{N_T}{20.}$$

↑  
megvizsgolt

↑  
elutastan biztonsági kinyes

Weibull fpr. - balról / jobbról korlátos.  $\Rightarrow N_T P = 0.$

nem lesz gazdaságos.

de ahol emberek életéről van szó, nem lehet spórolni.

van egy műszer, ami fázisok 12. végénél van rákötve

1 akkú repülővel: 1 felvétel + 1 lezárás



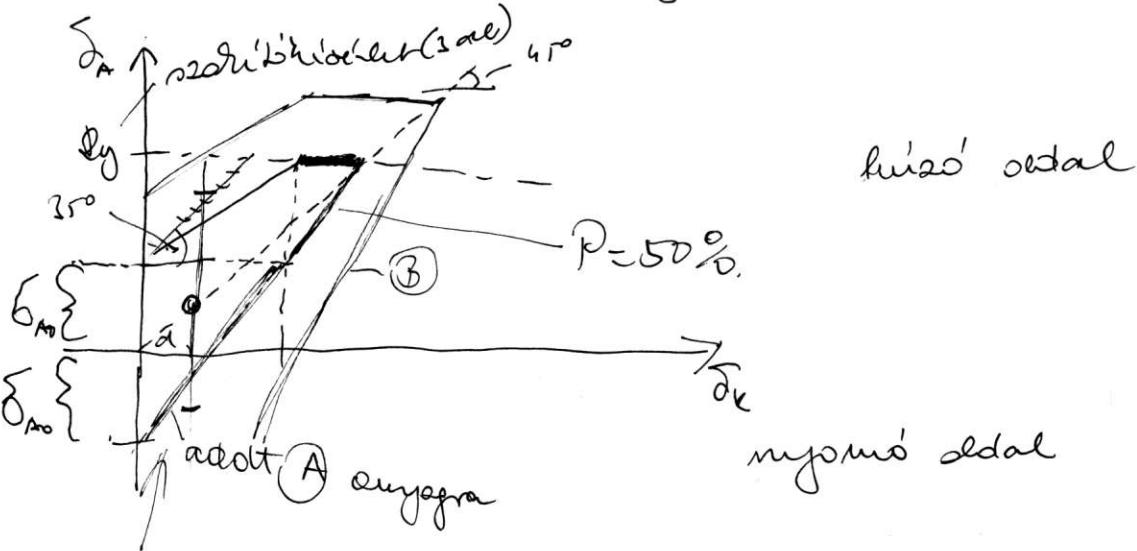
többet számoljuk

biztonsági terület:

szabvány + Zsary Alpold prof. könyve

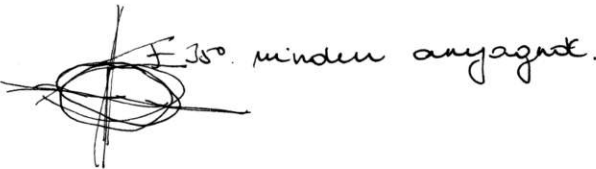
ha egy anyag igénybevételei partiai beleszám a vizsgált anyag biztonsági területébe, akkor nem várható az, hogy kifáradjon

ha viszont az igénybevételei közül az adott anyag biztonsági területéből kiesnek, akkor biztos, hogy kifárad az anyag üzem közben, de nem tudjuk megmondani, hogy mikor



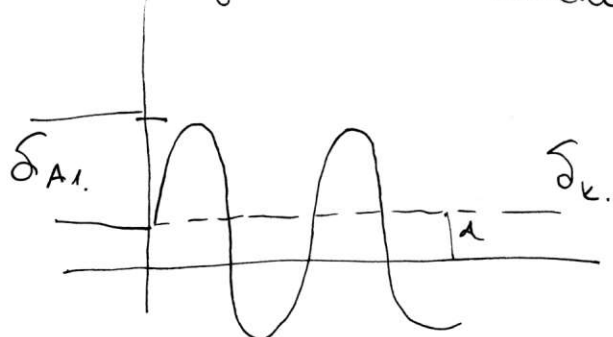
üz. igénybevétel  
kiesik a biz.  
12. végéből.

Smith - biztonsági ter. rész.  
diagramm.



VDI - német meternövegyet.

bizt. ter: meg. alóvételhez? ismétlődésre ad utat



dy-fly. ud. :

vallo:

velidny kretidny; anyzobte

ka kicid -> 2 anyz.

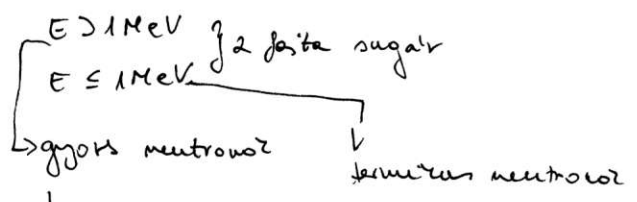
ka nem lehet kicidteni -> szilmi igelnybevete sztrankete ->  $\int_{A_1}$  vortentese



- 4 fejezet:
1. neutronug. anyagok szerkezetére gyakorolt hatása
  2. neutronok (α) | újradiszintegráció
  3. hőkezelés
  4. kiválasztás / keményítés

1.) nukleáris erőmű  
Dö, Paks.

primár-kör: a  $n^0$  primerben éri az anyagot



nagy energiával  
elbővíti egy  
atomot a vízszere-  
szetből

$4 \cdot 10^{-6}$

250.000. atomot  
elbővíti ki

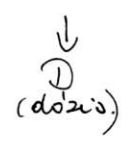
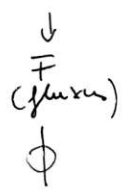
↓  
pouzseu / vízszere

találk. egy szelvényével: bőr



↓  
belépnek az üre vízszere helyére

$10^{13} \text{ n/cm}^2, \text{sec.} \sim 10^{14} \text{ n/cm}^2$



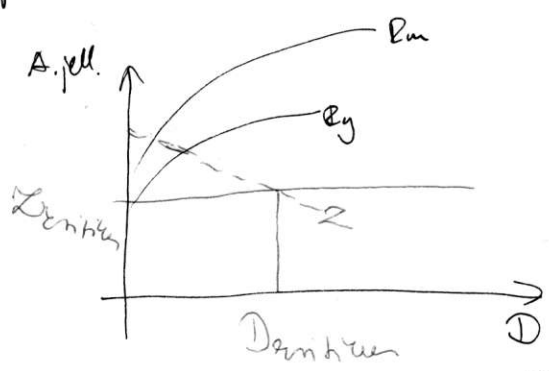
$[D] \rightarrow D \left[ \frac{M}{cm^2} \right] = \phi \cdot \tau$

$\frac{M}{cm^2, sec.}$        $sec.$

tevezi adat.: fluxus adott

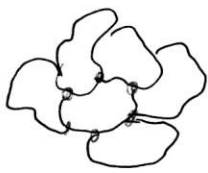
primár kör: ausztrák acél. 18/8-as acél  
erőművel 10% szobon 73,8%-os.

primár körön belül: 1 adott művelet mennyi a fluxus → adott idő múlva mennyi lesz



szelvényekkel szemben  
↓  
nidegység  $m^2$

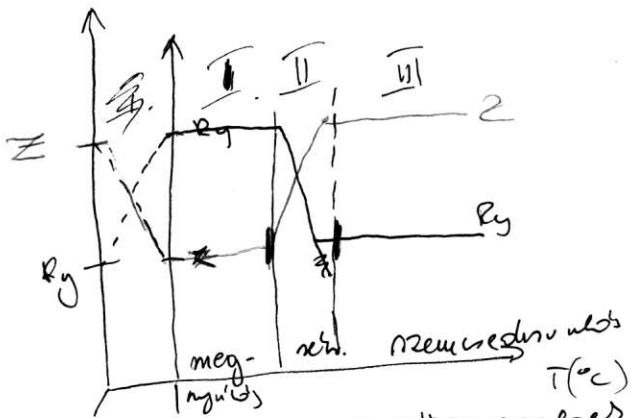
↳  $D \left[ \frac{M}{cm^2} \right] = \phi \cdot \tau$  (szelvényekkel)



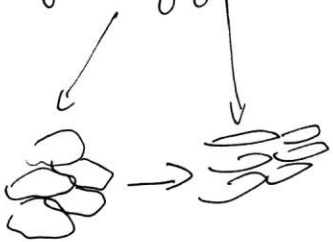
1x ismételt képz.  
 ↓  
 edzés  
 ↓  
 mikrovez. képz.  
 ↓  
 makrovez.  
 ↓  
 felrakás

aktívcsomók  
 300-330°C. (Pals)

2.) rekrutáció  
 u.l. ipar: replikáció algoritmus

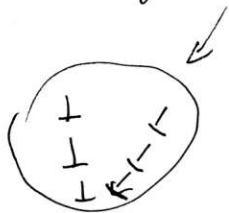


~ ugyan anyagokban jöved ki, anyagok leiding algoritmusok lehet kivite



$$10^8 / \text{cm}^2 \rightarrow 10^{12} - 10^{13} / \text{cm}^2$$

megnyitók: helyi feszültségek átterjedése:  
 hiálomul egy szubsztancia máb: polimerizáció



T↑ ~~polimer~~ → polimerizáció leucosar.  
 rekrutáció

anyagok: helyi energiák átterjedés



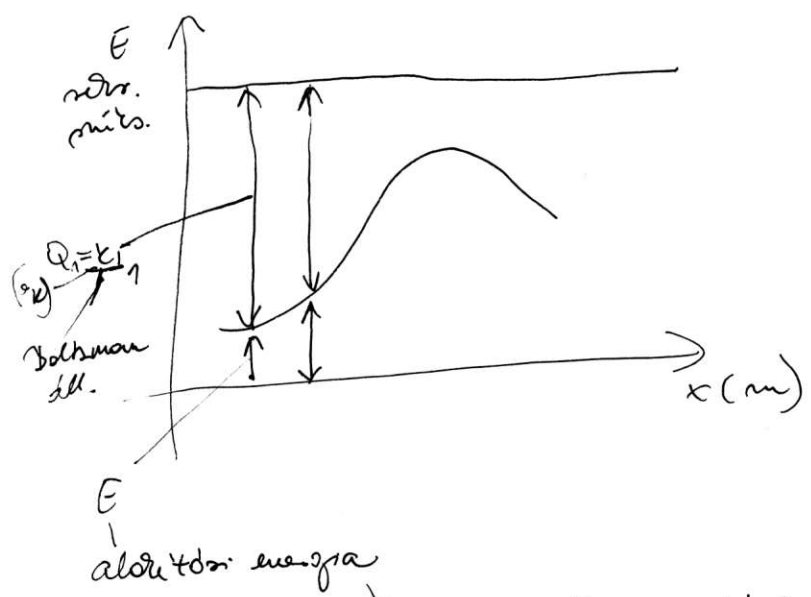
Lozianzskij  
 1220 fém  
 rekrutáció



Menyirek a rez. normalizálás hőmérséklet?

↳ rez. hőkezelés

hőkezelés: minél, annál rez. hőkezelés kisért hőmérsékleten jön létre  
 meleg al.: — 1T  
 magasabb



↓ minél kisebb energiával alacsonyabb, annál nagyobb hőm-án  
 kezdődik meg a rez. normalizáció

$$Q_2 = 2 \cdot T_2$$

$$T_1 > T_2$$

szemcsék méretét el kell tolni jobbra.

ind. hőm ↑ : - szubszt: Al, Si, Cu  
 ezüst  
 0,1%

2) hőkezelés

- leiraldos megerítés

acélak hőkezelés

↳ edzett acél ⇒ edzés.

bb 1000°C-nál történő hirtelen lehűtés (vízben)

markosítás szövetszerkezeti

kemény növelés

↳ normalizálás

1000°C-nál leengőm hűt le

lassabban

ferrit - perlit szerkezet

↳ lagyítás

az acélotart egy légy növelés. -re lehetőséget  
100°C-ot a keményben hagyjuk kihűlni  
his keményítési

↳ meccelés = edzés + megrészeltés  
2 lépésű művelet

↳ megrészeltés

gyorsított hőkezelés. melegítés → levegőben hagyjuk kihűlni  
723° alatti

hőkezelés 2 nagy csoportja:

1.) 90-95%

a növ. sz. helyjén gyorsabban átfordul,  
de a kémiai összetétel nem változ.

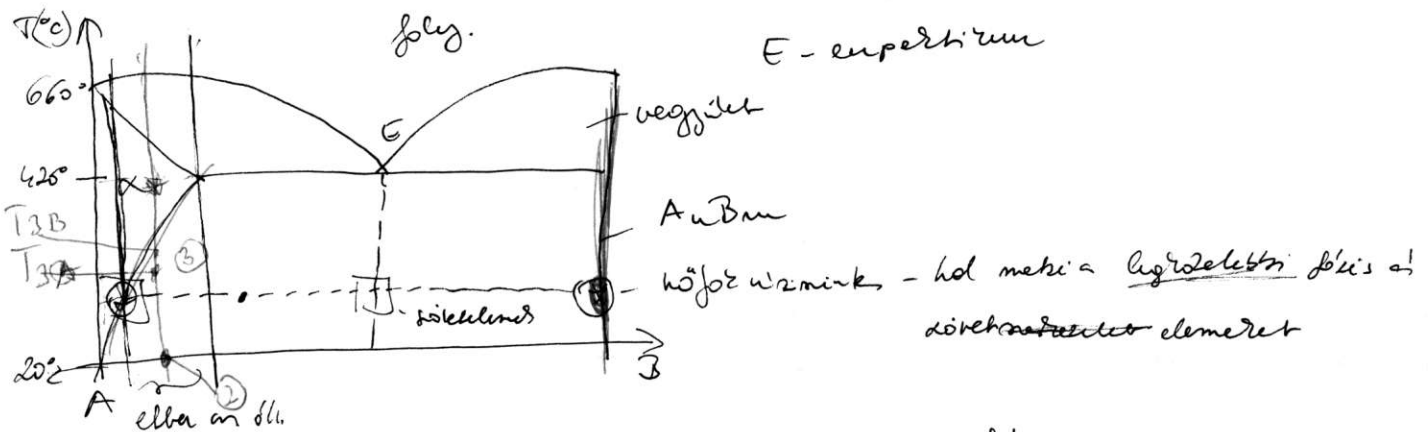
2.) felületi hőkezelés

all:

↓  
összetétel megváltoztatás, a felületi rétegben bizonyos kénvegyületekkel szemben.  
(kémiai)

pl: Ni-bevitel: nitridálás.

4.) hivalkodó meccelés / keményítés



minden fázis részben, de nem minden növekedés fázis.

↓  
önálló szemcsék-  
vonal mentén.

↓  
egy adott fázis minden pontjában  
a hőmérséklet megváltozása

hőkezelés:  $\alpha, E, \text{vegyület}$

↳ szilárd oldat → nitrid.

Min j?!

- nitridálás. a nitrid. a  
levegőben történő eloxidálódás  
vona

1. lép: homogénizálás

2. lép: gyors hűtés

3. lép: anyag melegítése

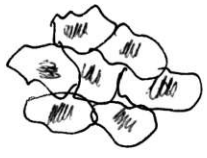
ha lassan hűtenél le: vegyületképzés lenne



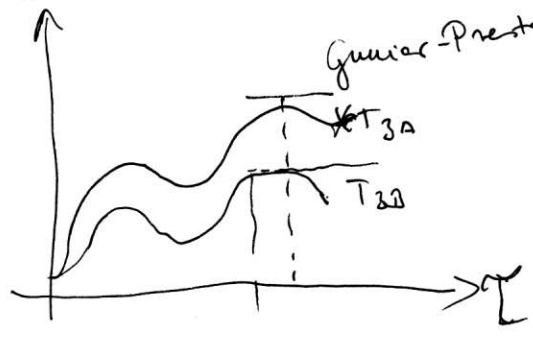
gyors hűtés: kétféle szilárd állapot



minél magasabb hőm  $\rightarrow$  densitbb vegyület képződés koaguláció



szélesség



Gunnar-Preston zórák megjelenése miatt

szélesség: sokkal alott.

hőjóról függően van az elvárt szélesség és a hirtelenség elhárítása

a leg. fokozat minél diszperzebb, annál nagyobb keménységet és szilárdságot lehet elérni

2010. 10. 12.

orientáció

Al: FKK elemi cella

az adott kristály koordináta-rendszerhez képest az eredeti koordináta-rendszerhez

- Euler-szög

kisbőgű szemszög:  $75^\circ$  alatt↓  
nagy az energianagybőgű szemszög:  $110^\circ$  felett↓  
kicsi az energia

Fázishatárol

olyan felület az anyagban, ahol a fizikai és kémiai tulajdonságok homogének

szinkronizáció.

→ bizonyos időközönként ismét.

interferencia:

→ el van véve a szinkronizáció

↓  
nő a felületi energia↑  
szinkronizáció

fázishatár:

tűréskorlát → van egy pontja, ahol a tűréskorlátot visszafordul

⇒ deformáció

ABCABC → FKK

ABADAB → HCP

gázbuborékok reaktív felületen

Ötössék:

ötv: id. anyag növelésén

rengés: id. anyag, nem tisztul

adali'olói: id. anyag, de kék és sárga

TK - temperatura koefficiens.

lió. tömeg

Si: adali'olójú

goupaensid = alóló

szor hszta anyagot kell használni:  $\mu$ : Si, chip-től a led-ből kivevő  
a jelet: rez  
Cu

ötv. előállításban leggyakoribb módja: ötv. állapotban.

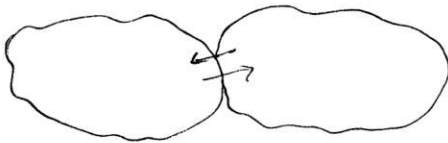
a U hőm. sűrűség (ör. u) a vas hűtése.

(ötözés) alacsonyabb (alt.) az ötv. pontjára, mint magának az anyagának

Más technológia:

porokhoz

porokhoz közt: diffúzió folyamata



szinkerezés / szinkerezés

izotermikus nyomással présel:  $u_2$  alatt  
↑  
nyomás

szinkerezés:

szomszéd közötti üreges részben előtér → az egész szomszéd kivevő len: 20ug.

porozitás:

olyan szilárd oldatok, amelyek  
gyakorta

kapacitás növelése:

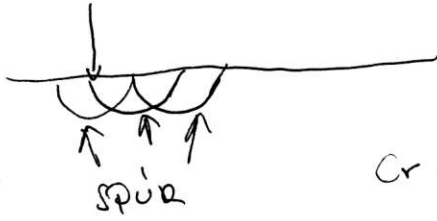
atomok "beültetése"

szén helyett → karbon

C

Al nehezebb olvasható meg, mint az acél.

Ma: visszavenni a felnyt



Cr nehezebb, mint a Fe



eute & iten - de. ből

eute toid = szilárd fázisú anyagokból apró szemek jönek létre

vas + szil. oldat  $\rightarrow$  acél

alóanyag, amibe beisszát az átvédte; matrix  $\times$  at%y

Superötvözet = rendszerül rendszerrel való szilárd oldat

a-ötv = ötv. valósoldandója

metalloid: felületi rétege kis atomröjű anyagok

felület: nagyobb rendszerű védős

nem tisztán a szemek (min mennyiségben vegyülnek)

mincs olv. pont: szilárd oldat: hőderől leszelind

eute & iten szil.  $\rightarrow$  van a legf. laosonyabb olv. pontja

szil. fagy:

- a kihűlési sebességtől

4-es előadás

zh: mai óra végéig

↓

20 kérdés

50%-tól van meg

ötöszelet

-sz.o.

-vegyület

-eu.

állapotdiagram: hőm. koncentraciós diagramm

↓

8 típus (5)

ahol az alt. adott áll. egymást oldják

~~szolidus~~ → szolvusz

szolidus vonal: ami alatt az ötv. szilárd állapotban van

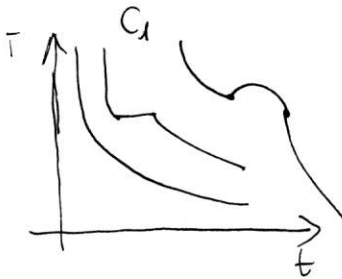
↓

alatta: 2 komponens

állapotdiagram meghatározása

1.) 2 comp.

→ kül. összetételű ötvözetek → lehűlési görbe



a főtérponttól lefelé alakján meghatározható az állapotdiagram

miután kelfogata minimálisra változik, a nyomásos anyagot se.

ha fontos a nyom., kelf: bejű a p-v tag

TS - az a része a belső energiának, amit nem tudunk felhasználni a munkára

rendszer belső energiája: hőközléssel v. munka végzésével változtatható meg

entropia:  $ds = \frac{dQ}{T}$

↳ a rendezetlenség mértéke az anyagon belül  
(2 komponens)

valószínűségi megfogalmazása:  $S_k$

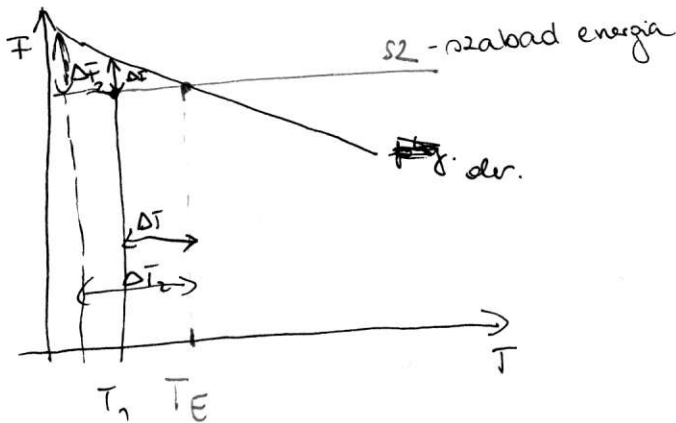
$k$ -Boltzmann-állandó  
 $w$ - termodinamikai valószínűség

ha  $x > 10$   $\ln x! \approx x \cdot \ln x - x$

2. sor:  $n \ln \left(\frac{n}{m}\right) - m$

görbe maximuma: 50%-nál van  
gyorsan indul meg az entropia növekedése

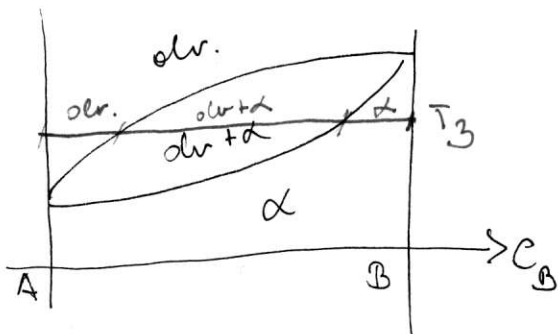
Özkomponensű rendszer



ezen a hőmérsékleten a 2 fázis egyensúlyt tart

$\Delta F$ -ben  $\Delta T$ -vel meg lehet változtatni a rendszer hőmérsékletét  
↓  
tűnikés

a tűnikés mértéke fontos kérdés az átalakulást során





# Kristallizációs

olvadékalapotban

szilárd állapotban: nem kristallizációs

(slide-on:  $G = \bar{F}$ )

diffúzió = atomok mozgása

↓  
más helyeket vesznek föl

(martensitikus átalakulás)

fatális átalakulás 2 lépése

1. csíratepződés: nukleáció

↓  
kr. csíra: ha növekedni képes

2. csíraté növekedése

homogén csíratepződés:

olv. test. pontján az. valósággal jön létre

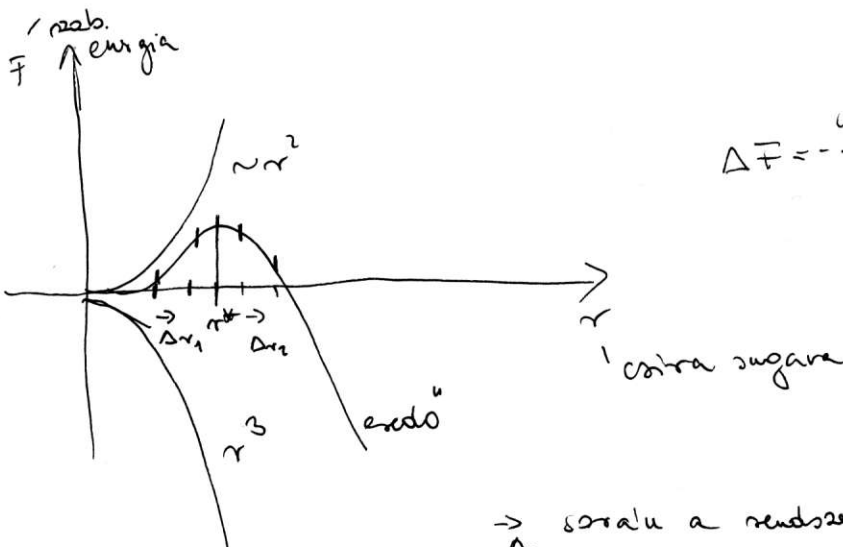
heterogén:

nem homogén

pl: nem szilárd oldatból

edény fala: nagyobb a túlhűtés

csíra: gömb 2 sugarával



$$\Delta F = -\frac{4r^2\pi}{3} \cdot \Delta F_v + 4r^2\pi \cdot \gamma$$

↑  
kat. felületi energia

→ során a rendszer összenergiája megnövekszik

→ az stabilis energiacsökkenés

$$\frac{d\bar{F}}{dr} = 0 \leftarrow \text{lokális maximum}$$

$$r^* = \frac{2\gamma}{\Delta F_v} \text{ innentől stabil}$$

$$r^* = \frac{2\gamma \bar{T}_E}{L \Delta \bar{T}} \leftarrow \text{egyensúlyi hőmérséklet: 0 2 görbe metszéspontja}$$

latenciák  
munka

teljesítmény  
szabadulás

hőmeny.

$\alpha, \beta$

$T = \bar{T}_E$

$$F_\alpha = U_\alpha - T_E S_\alpha = F_\beta = U_\beta - T_E S_\beta$$

$$S_\alpha - S_\beta = \frac{U_\alpha - U_\beta}{T_E} = \frac{L}{T_E} \quad L = U_\alpha - U_\beta$$

$$\bar{T} \neq \bar{T}_E$$

$$\Delta \bar{F}_v = \bar{F}_\alpha - \bar{F}_\beta = U_\alpha - U_\beta - \bar{T} (S_\alpha - S_\beta)$$

$$\Delta \bar{F}_v = L - \bar{T} (S_\alpha - S_\beta) = L - \bar{T} L / T_E = \dots$$

$$\Delta \bar{F}_v = \frac{L \Delta \bar{T}}{\bar{T}_E}$$

stab.

energia

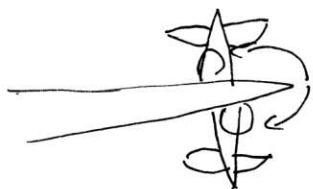
megvált.

teh. egyen-

gésért

$$r^* = \frac{2\gamma}{\Delta \bar{F}_v} = \frac{2\gamma \bar{T}_E}{L \cdot \Delta \bar{T}}$$

kniszatellit ~ szeműse



rendszertelen dextrális  
szeműse növekedés

1-1 dextrit allosa véletlen szemű

Szfero-gömb

litos -  $l_0$

öntőtvés:

meggy szinteralmi acél

egy kristály:

1 orientációval rendelkezik

1 óriási kristallit

nem lehet benne szemcséhatár

cél: 1 enira hőre kristályosodjon ki az egész oldvadit

csobrossai-jeli

szegregáció: az atomok

homogén legyen az anyag: nedat forgatást megf. sebességgel hűzzük feljeli

indító kristály.

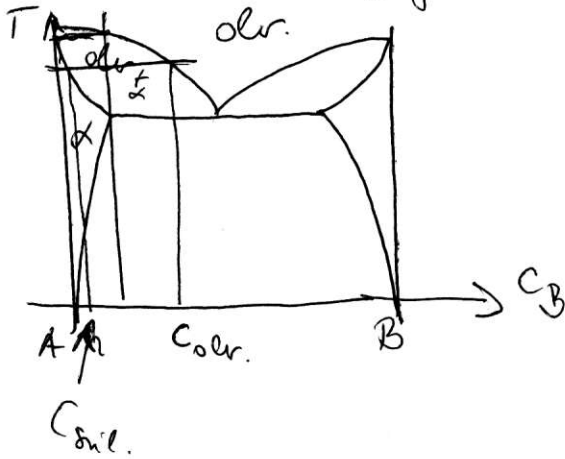
Zh:  
felületrolandás

széles hővezetés.

fémek anyagát meg átválasztják. (ötözőtől, szennyelőtől)

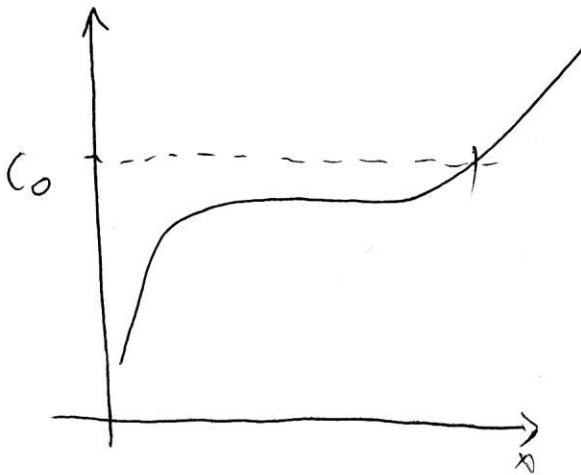
l szárazon megolvasták

végigmegy az anyagban és megdermed



$$\frac{C_{sz}}{C_{olv}} = k$$

tiszt.  $\Rightarrow k < 1$ .



# Diffúzió

- def.

anyagvándorlás sebessége más a két halmazállapotban

Szilárd: - ötvöztetések

- alacsony üzemeltetés  
kivételként

gáz- gyors

↓  
foly. - lassabb.

3-onlag ami az elektronokat mozgassa kiva  
fesz.kül. - elektr. potenciál grad.

## Szilárd állapotban

↳ 2 félé: saját at. - lassú, kevés atomot érint, merre a motív-  
idegen at. a/ds energia

↓  
kül. atomok vándorolnak  
koncentráció kiegyenlítődik

1. ábra: fázishatár

a két konc. között drámai különbség van

↓  
elindulnak egymás felé, hogy megszüntessék a koncentrációt  
eredeti állapot: 50-50%

$n_2 - n_1 = \text{szögseb}$

$n_2 - n_1 \Rightarrow$

$M_0$  - moliteka huzal.  $\rightarrow$  kisebb  $n_2$  leválasztás.  $\rightarrow$  kemény: hõn  
töltődés  $\rightarrow$  mintha kettévágná  $\rightarrow M_0$  hõlelőb kerül egymáshoz  $\rightarrow V \downarrow$

$C_u$ -ban nagyobb a Cu konc.

$Zn$  ki felé  
Cu befelé

+  
válasz.

egypégy idő alatt átáramlott tömeg  $F = \frac{1}{A}$

gradiens: különböző helyre vett deriváltja

↓  
kiselt értékről a nagyobb érték felé mutat

FICK

- csak időben állandóan diffúzió leírására alkalmas,  
csak a bevezetett részt kell tudni:

$$\frac{dC}{dt} = D \cdot \frac{d^2C}{dx^2} \quad \text{máskorrendű parabolikus diff. egy.}$$

mo:  $C(x,t)$  függvény

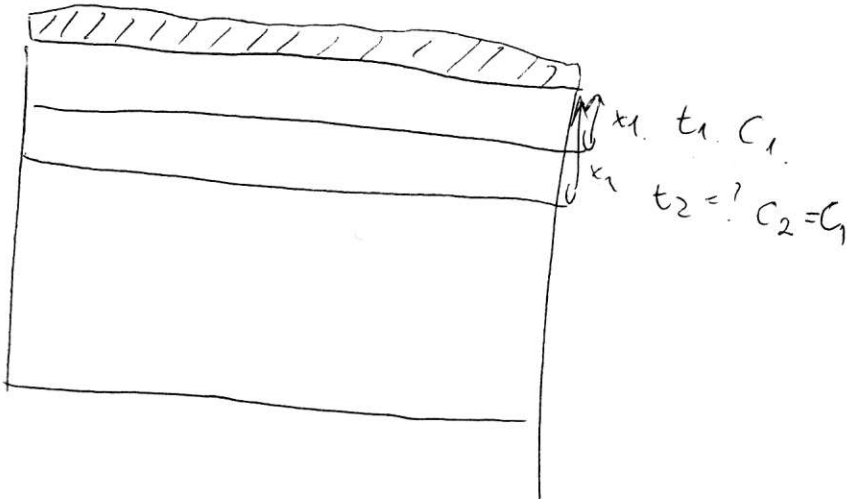
peremfeltételek:

1. végt. feltétel (am nem mérhető forrás)

$C_0$  - kezdeti konc.

$\phi$  - forr.

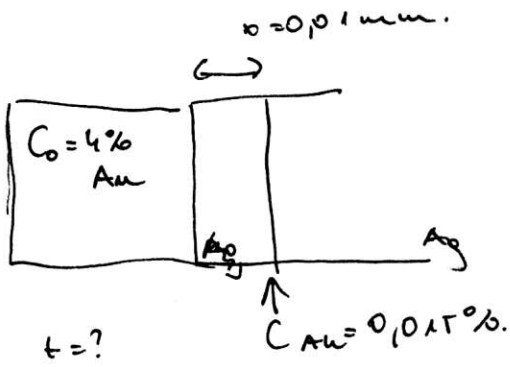
$D$  - diffúziós koeff.



$Q$  - árt. árt. energia

a hőmérséklet az idő for. -ben exp. függ.

diffúziós állandó  $\rightarrow$  diffúziós koeff.



$T = 700^\circ\text{C.}$

Kevesebb idő alatt diffundál az anyag mélyre, kevesebb

$D_{0,Au} = 5,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s.}$

$Q = 0,125 \text{ H\AA}/\text{g atom}$

$C(x,t) = \frac{C_0}{2} \left[ 1 - \Phi\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \right]$

(Gauss-féle eloszlás)

$C(0,01 \text{ mm}, t) = \frac{0,04}{2} \left[ 1 - \Phi\left(\frac{0,01}{2\sqrt{Dt}}\right) \right]$

$D = D_0 e^{-\frac{Q}{RT}} = 5,21 \cdot 10^{-8}$

$\Phi\left(\frac{0,01}{2\sqrt{Dt}}\right) = 1 - \frac{2 \cdot 0,00015}{0,04} \approx 0,9925$

$\frac{0,01}{2\sqrt{Dt}} \approx 3$

$t \approx 23,69 \text{ s.}$

Szerkezeti vizsgálat  
~ fluorimetriai vizsgálat  
↓  
vizsg. anyagot melletl kémi.

eddig: vizg.:  
nagy anyag

itt vizg.: szintén

- atomi emissziós vizsgálatok

pl: sely

↳ i :

↳ dli :

↳ d :

2 felteig

- indirekt: nem lötud. → rel → követl. az elhelyezkedésre

- direkt:

- mikroskob. megobs.

monom. mikrosk.

↳ elektronmikroszkóp: lehet az anyagot

↳ röntgenmikroszkóp: kémiai szerk.

- metall. vizg.: metallográfia → metallográfia

röntgenug:

- has. a lötud. felhez, val. készlt

- röntgenével hozza ki

- vizsgálat tárgy a röntgen: lötud. mérése

- is: bomlives

- 4 old. kis ató

- többi reze figyelre (ot: edves)

- anódban rel.

- vízben van benne

- 2 elektroda: a lötud. a röntgen 2700K-n melegít fel

- kénítés → koldd anyagot → elitr. lötud. → gyors az anód felé (+) → becsapódás →

lötud. koldd röntgenug. hullék

- oldd anyagotban lötud. elitr. foga része a sug. lötud. lötud.

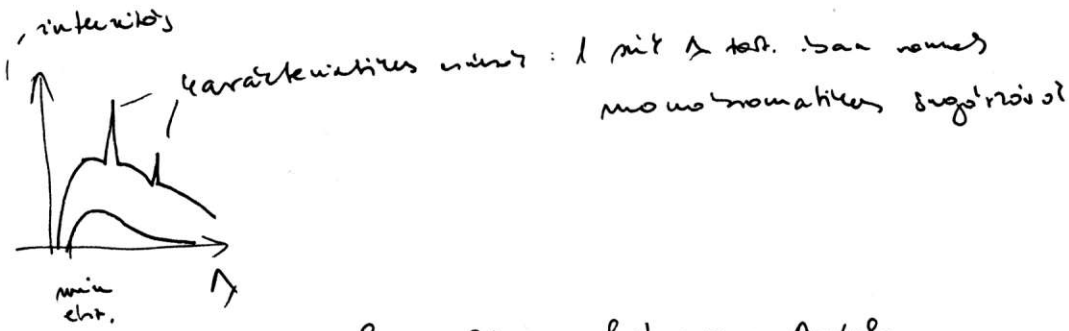
- nem konstans a frekvencia, hullámhossz



vöntgengug: fiteletiri v. felekt vöntgengug.

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

↓  
fel. felg  
beve meidufi'e  
λ komponens



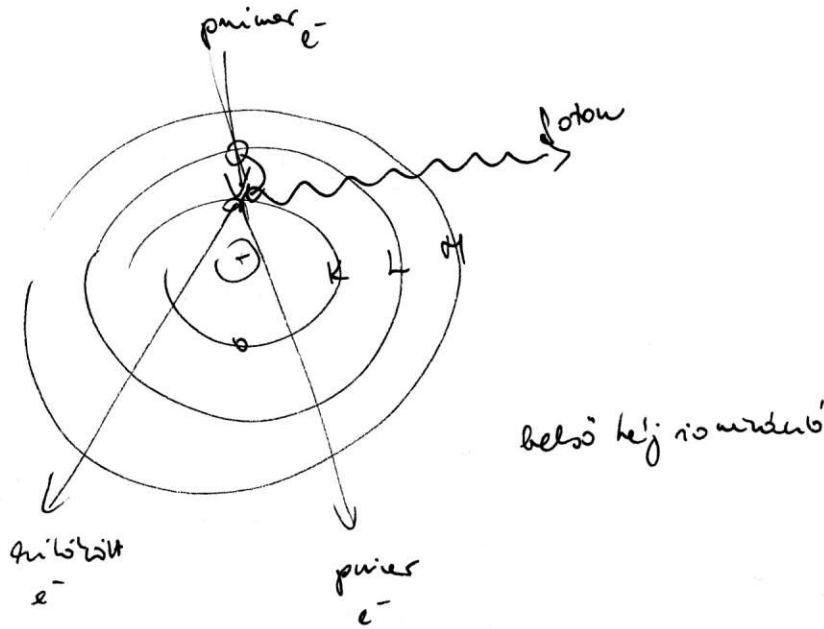
$$E = h \cdot v = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

fotonok. ford. ar. a λ-hoz.

max. elh.: amivel lecsapdott → λ foly. hō → λ min. E minél nagyobb

λ annál kisebb

hi. gombó' fén elh. → csök. → felv. sug. kibocsátás  
válaszponddal

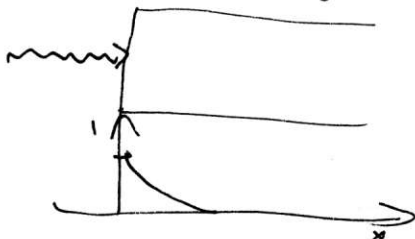


magnó' héj' on ki' ő e<sup>-</sup> → elhajl. a héj' it → energia meta. fel → vöntgengug foton  
kibocsát

$$E_{foton} = \Delta E$$

↓  
2 e héj' mag.  
közti kit.

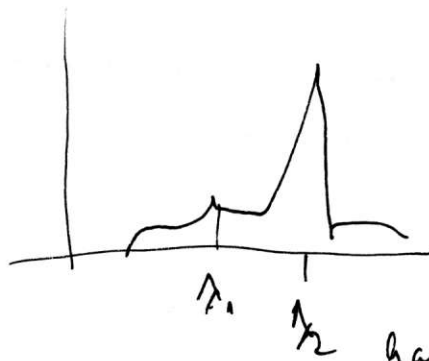
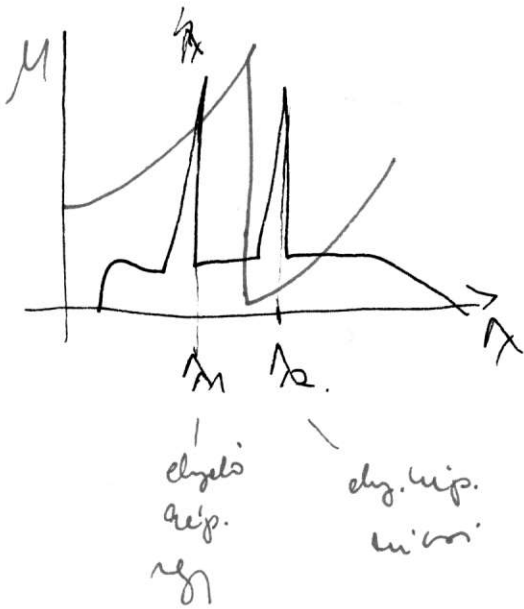
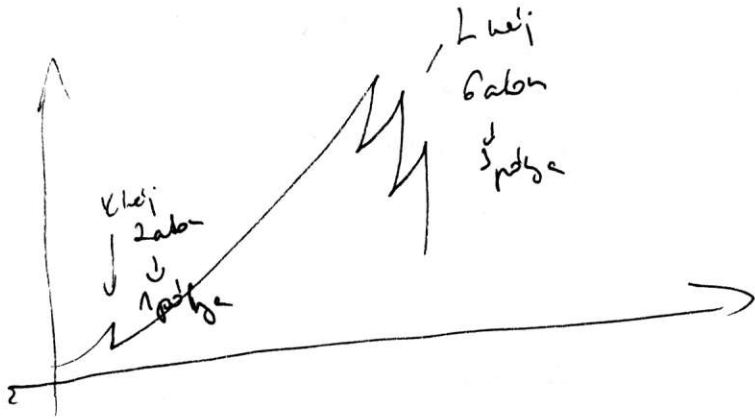
A kit elyeli a vöntgengugródt. → exp. jelg



$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

mi-elyeli'ri egyit.  
abszorpció' ki'yerő

M nem pontos.



hasu: monotonitási egyenlítő (sor. vörtes sz. szűkítés)

vörtesug. elhár.

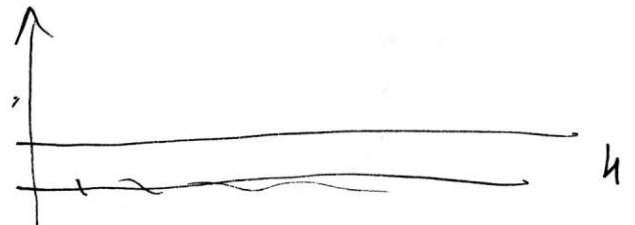
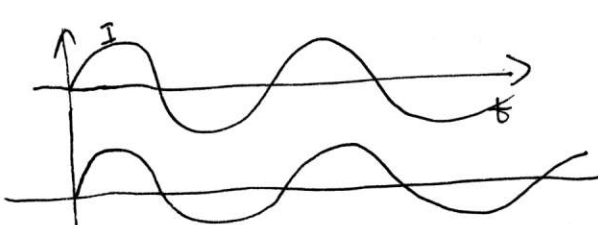
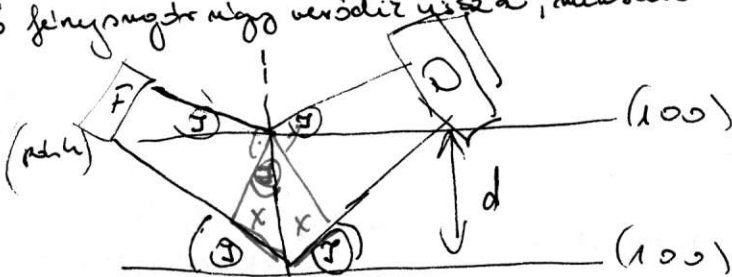
interferencia: 2 hullám talál. : kioldás v. erősítés egymást

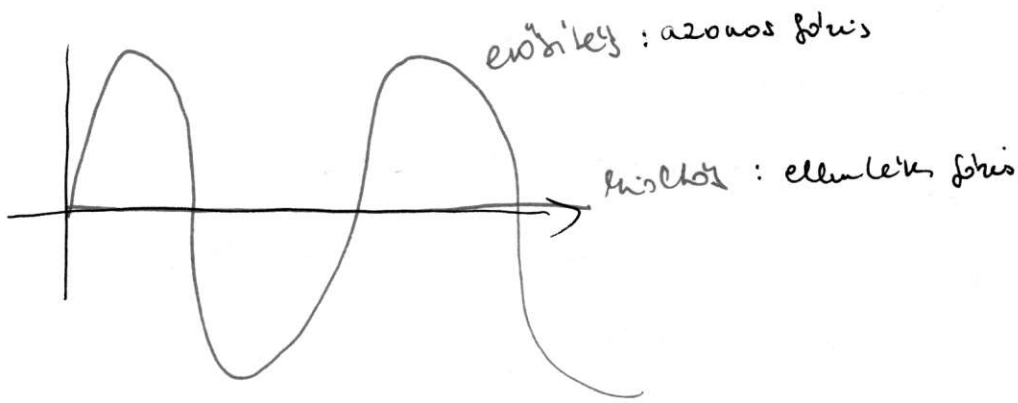
azért jár lehetőségre mert  $\lambda$  a hullámhosszát változtatja egybeérő lehet

beérő hullám megerősíti az  $e^-$ -t  $\rightarrow$  hullámot erősíti

beérő rész az interferenciától függ

beérő fényesség is erősödik vissza, mintha visszavertől visszatérne vissza





$$\sin \theta = \frac{x}{d}$$

$$x = d \sin \theta$$

$$\boxed{m\lambda = 2d \sin \theta} \quad m \in \mathbb{Z}$$

Bragg-egyenlet

röntgendiffr. kóru:

- egy kristályt orientálva megkutatunk : Laue-módszer

orientáció

alokond. - mi képet a kristály koordináta-rendszer hogyan áll.

Debye-Scherrer módszer: pormentés fázisanalízise cél.

diffrakciós képet jónak lehet

1 képpalatról álló

mehésvonal a filmre  $\rightarrow$  kétképet  $\rightarrow$  képpal. egymással - próbák  $\rightarrow$  vizsgáló

fázisanalízis, mint kristály fázisát lehet megmérni.

probl: film elhelyezése rögzítve  $\rightarrow$  vonalok csatlakoztatása

röntgendiffrakció:

$\theta$  mértékkel, úgy, ha a vektor fázis a detektor is egyenlő fázis jövevény  
 mint a vektor fázis reflexió intenzitás mértéke

kapott eredmény: diffrakciogram.

Differenciogramma riel-rielise:

- o A STM (≠ CTD) kartokéz módszer
- o ~ 200000 to 900000000 fős adatot tartalmazó
- o a kódyat. a fős tájad., a webt cúsos indexelésel
- o a lot egységis visu y'loti indexelésit
- o módem'bléppel regisztr. azonos'loti

tárl: 4 db D ent. hord. tot. interakciós

2. helyre ellet fell.

- memóriatérési módszer
- diszkrétis módszer

Transzmissziós elektronmikroszkóp

$$d = \frac{\lambda}{2u \sin \alpha}$$

- elektronok viselkedését leírja. ki

Mikroszkóptól általában:

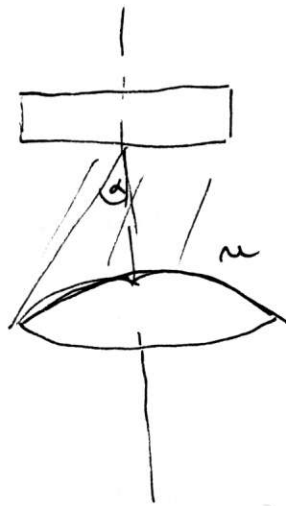
fő paraméter:

- felbontóképesség: az a legkisebb táv., melyre 2 vp-ját a rendszer különböző pontként kezel

$$d = \frac{\lambda}{2u \sin \alpha} \leftarrow \text{felhívás}$$

↑  
törésmutató

↑  
objektív lencse nyílásszöge



mit lehet ezzel csinálni?

$$\lambda = 0.060 - 0.020 \text{ nm}$$

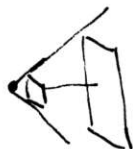
1 order

csőtávolság:

- nem fényes, hanem röntgenes.

n - hullóhossza függő mennyiség

λ mivel kisebb n → 1.



röntgenes: geometriai és nem lencsés magnifikáció  
↳ min

n-t alát. nem tudjuk növelni  
(levegő)

d-t növelni szintén nem lehet

↳ α: lencse távolság → konvergenz: nem használható

Σ: min → kb. a mikroszkóp felbontóképességét jel.

alt. d = 0,1 μm (térvaló)

megoldás: más közeg elrendelése

-> elhanyagolható hullámhosszok (2-3 nm)

↓  
interferencia

λ érték: 1...3 nm.

elrendezés - ahol előállítjuk az  $\epsilon$ -ot

[ más rezgés is beáramlik

felépítése:

felépítés: rajta átfolyó árammal  $\rightarrow$  hőm  $\rightarrow$  spontán  $\epsilon$  kibocsátás

katód - anód része: gyorritó fém

$\epsilon \rightarrow a$

alább az anód nyílásait

henger: teszi az anódot

$\epsilon$  nyílás  $\rightarrow$  fókuszálás  $\rightarrow$  kibocsát. az  $\epsilon$  réteges szem.

vasmagos tekercset használ

magneses tér  $\rightarrow$  kibocsát. legy. érték

Lorenz-tör.

$q$  tölt. rész  $v$  seb.  $E$  el. tér  $\vec{B}$  mágnes. tér, akkor  $\vec{F}$  erő hat rá.

elrendezésről:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

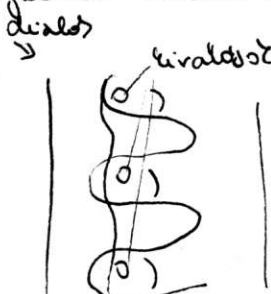
szemcsék:

diffúzív rész: ahol találkozik a fókuszáló

a megjelenő kép képi  $\rightarrow$  nagyítórendszer

diszkrét egység. elem. rész: rész. nagy. szemcsék

rejtőzöttség hibá: egyen. párhuzamos ferde vonalak



mind. kettő utrahagyásával a diszkrét fizika az újat

diff. abra

legnagyobb felt: direkt nagyobb

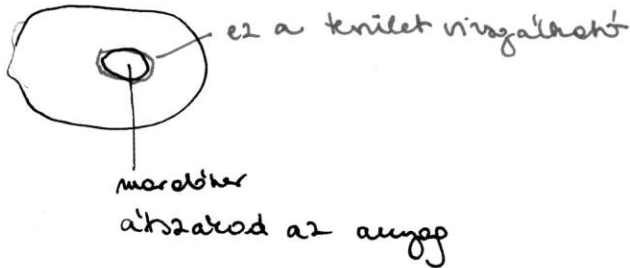
többsz: megbit

abra'k kiértékelése

hórány

- bizonyult mintaelőzetkérésre van más

max 100nm



Palotászó alagitmikroszkóp

- 1982-ben fejl. ki

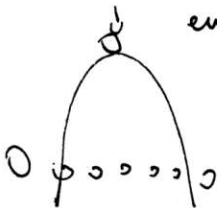
- e. mikrosk. családij felt.

↳ e. effektivus → helyes.

- működési elv mos

relatívum helyesítés, + vektor: energiát kövél → + toltója kor. stabil állapot

leürödm a köze lévő energiaküszöböt



0-nál nagyobb valószínűsége van annak, hogy az energia nélkül is megkövél az atomok, mint ha alagiton menne.

tü: a magja a helye, és 1 atomban valószínű?

próbat. - tü köze fén.

e- vektoros

alagit ábram: maggy. attól függ, hogy a minta felületétől milyen

messze van. → megkapjuk az atomok helyzetét

probléma:

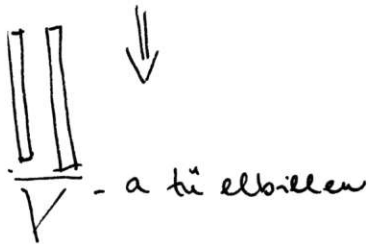
tű mozgatója: atomos mehekben

Piezoelektromos effektus

olyan kr. anyagok jel. működés

mech. jén: anyag 2 végeke e. fesz. indukálódik  
(+/-t egyenlő felborul)

az eff. 2 ir.  $\rightarrow$  e. jén a kr. végeke: megrögt. a mehek



probl: feszültség a próbatest a tű töltöt

↓  
atomos mikrochip

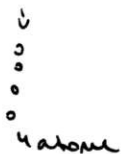
egymáshoz közel lévő atomok között van a töltés

tű: miniatűrítés elhárítás: ↓ miatt a tű elmozdul attól függően, a  
melyen a miniatűrítés

dundulás elmozdítás: lézer detektorok

ha nagyobb jén: lehetőség van arra, le eltávolítás atomokat

legfrissebb felirás: IBM



egy részlete megmutatja

atomok okk: 0 1  $\rightarrow$  adatok lehet belőle vinn.  $\rightarrow$  nagy adatsűrűség  
elkezd el vele

probl: nem stabil a mehek

patkós elektronmikrochip:

feljebb más elvvel jön létre a chip

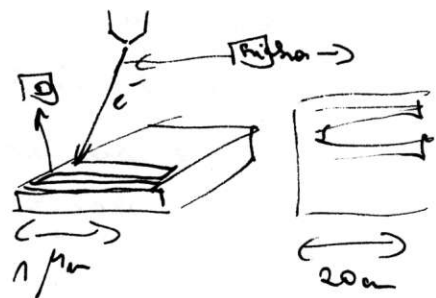
elektronikus-veltség elektronikus  $\rightarrow$  próbát jelre lehet

lehet patkós (kapcsolásrendszer-rezerv)

a kijelző patkós a a miniatűrítés

mindkét van egymással

$\Rightarrow$  miniatűr egyenlő részletekkel megvan  $\rightarrow$  ? : felismerés.





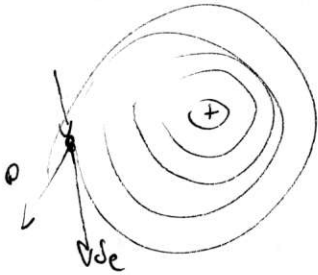
hull. valószínűségi sűrűség  $\psi^2$   $\rightarrow$  ez az indukciótól detektálható  $\rightarrow$  ez a valóság

valószínűségi sűrűség jelenti még a képletben.

megnyitás: a képletben az a mióta mérés után

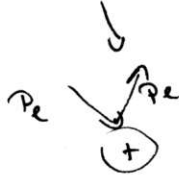
elektron-anyag kölcsönhatás

szelvényes elektron } képletben is lehet  
visszaszórt elektron



primer  
közvetlen elektron: szelvényes elektron

visszaszórt:  
visszaszórt



Charakteristisches Röntgenstrahlung:

Kémiiai információ megismerésére használják.  
megj. h. milyen atomról van szó.

Auger-elektron:

Kémiiai inf.  
elektr. töltés.

mióta-dramor kezdés után  $\rightarrow$  képletben is meg.

$\alpha$ -anyag kölcs. hatása

Interakció: az információ milyen mélységből származik

amennyig eljutnak a primer elektronok: kölcsönhatási koeff.  $\rightarrow$  pozitív  $\rightarrow$  valószínűségi sűrűség

nem tud kijönni a mielőtt

$\mu$ : szelvényes elektr. - az anyag

inf. koeff.: az a koeff. ahonnan az elektr. ki tud lépni, detektálni tudjuk

legnagyobb: szelvényes elektron - eljut a mielőtt felmérésre

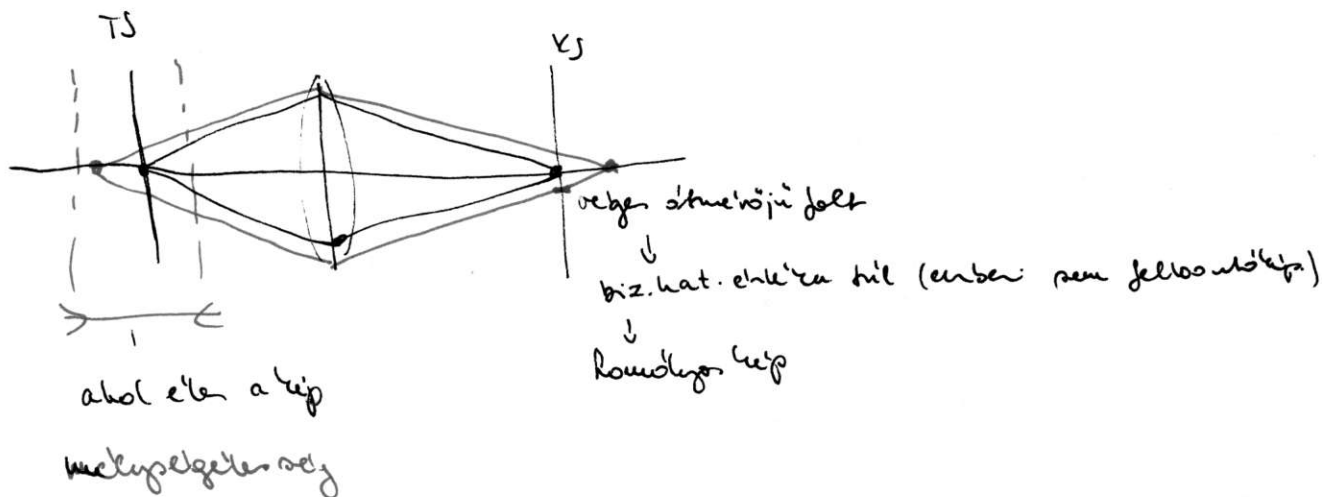
$\downarrow$   
nagy sebesség, nagy magyarázó

visszaszórt: részben elektr.

attól függ. h. mélyebb az atom, amiről visszavisszaszórt

nagyobb sebesség: mindig nagyobb

ker. röntgenug: gyors békában vízre tud járni  
 e'ben pont: amolyan megf. hágyókat a rajzban felírni



~1...0.1 μm

pa'adós elektronmikroszkóp = SEM

pa'adós mikr.-nál RENDKÍVÜLT JO!

lemon

pl: töltésvákuum vizsgálat

↳ a vizsgálati vákuumban zajlás

ha nem lenne: pl levegő → elhárítva a szubstrát felbontásig

C, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

↓  
 kerülődik a minta felületre

szelvértékadás

→ gázok ionizációja

meg tölt, poz. tölt. atomok képz.

↓  
 megkezdés utáni → pozitív töltésű n. töltés

hi is korlátja: fókuszálás

→ a nagyítóval való bevonás

töltődés, felületkötés

elhasználva nem vesztő mint a felületi neg. tölt. → neg. potenciál

alóli hi → primer elektronok elv. nem jut be a mintába → # képek

ve'cleres: bevonás után sziget: arey

szelvértékadás gőzökkel

hidrogén töltés: az anyag nem tud teljesíteny alá írtással ellentelen

szilárd töltés: aldr. → leplezzen aldr. → viz. párosban negatív a folyt.

0.0.  $\delta$ .  $\delta$  értéket látni.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

↑  
kon. foly. nő → ell. a folytkoltr. → ny. a folyt.   
vibráció.

↑  
v. a kétó együtt

Tritium hibz:

nideg tölt. 170 m hosszú repedés végigszelést az anyag

lépés hi nideg tölt.: fahados  
periodikus rezgésekkel

szilárd:

foly. folytkoltr. alatt van az anyag

microinjezt jöved kite → kritikus méret → szilárdra az anyag

pl: sűrített gőz, gőz szállító csővel  
helyben oldja meg.

maradós → mikrofélét költöztet. után → min. 200 → 2x2 cm a

min. 200 → szilárd mikroeszt. mérete van → lebor

replika vizsg. (kivétel követ)

replika vizsg. felhő csatorna - mikroinjezt

BSE - vizsgálat eldr. SE - szilárd eldr.

du - klom forras: utószell szus: klom  
sikr: du fúvót

domborzati képet is kaphatunk: ahány is látszik

BSE - magon jó felb.

SE - rendszerrel

előfokított min.:

his magnetoszi kép → kéthabos

3-es: Dem, Ciprovsky, Blatti

első szigetelés: túl voltos mérés → nem szabad

villaimó

porrobbanás: poros felhalmozódás → kétra

várossz, elvétel, ipari veresítés → fest. mint. → mérési kell a szigetelésről

törp:	U < 50V	} konok len. élt. ↓ 0/3 → földsz.
kis:	50 < U < 1 kV	
közp:	1 kV < U < 100 kV	
nagy:	100 kV < U	

ma: min. min. minimumot kell jelölni

pl: műanyag töltőanyag  
bitondarab

vill. mérés: nem tudja megmondani, h mi len a körtékenny.

törpefen: biztonságtechnikai

kisfen:

ritk megd az óram: telep, kábel ellenőrzés: nagyon szorosan ellenőzött függ.

↳ nem lehet az: körték

men lehet vill. áramot mérni: kékben, kékben

vill. mérés: jól kábel dof. bal ki: veltben.

mérési seb. 1, upó.

észjével dof.

fejlesztés alatt: munka végén: FAtl.

változ fen: 10kV

→ vált. feszítésű vált. rendszer

vill. : 25 kV.

fen. ellenőrzés:

- fest. nagysága:  $U_n \pm 10\%$  a mérési 5%-ában.

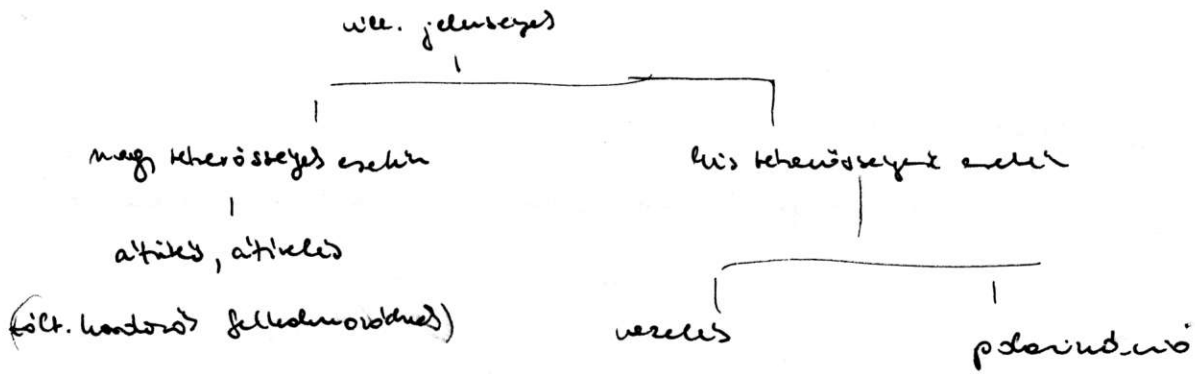
Kisfen.  $U_{kf} = 230V$   $U_{kv} = 0.4kV$ .

- frekvencia:  $50Hz \pm 1\%$  az év 99,5%-ában.

- jeladás: az ideális min. kábeli torzulást a  
harmonikusok megengedhető szintjével

UCTE: NY-európai ...

ill. jelenség meg. anyagok a → vezeték tart (meh.) elvétel



$U \rightarrow G$

$E_{max} = f(U, geometria)$  az a helyre: max

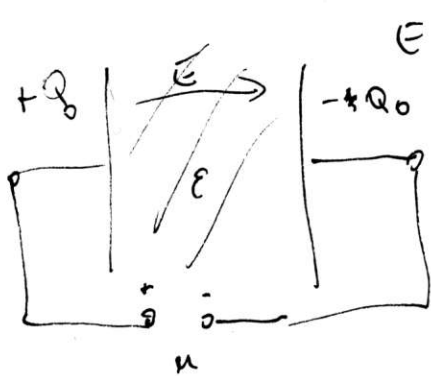
$E_{megengedett}$  (anyag ismeret) ↓  
 elvétel: kényszerítés

$E_{it}$

$E_{max} \leq E_{megengedett} = E_{it} \cdot b$        $b = 1,09$

pdarinduló:

ambró-jelenség  
 felismerés



$E$  - vektor

$Q = Q_0 + \Delta Q = Q_1 + Q_2$  - töltés tart.

↑  
 töltés kettőre  
 ugyan a szem-  
 kettőre anyag

minden meg. anyagok vannak  
 dipolusok

↓  
 rendeződés +- ; -+

töltés töltés: magzati

töltés töltés kettőre felismerés

poláritás:

előtt volt.  
felelő volt.  
szívás

$$Q = \frac{Q_{el}}{A} = \sigma_{el}$$

$$D = \epsilon_0 E + P \text{ - veláros}$$

$$P = (\epsilon - 1) \epsilon_0 E \text{ - poláritás}$$

meg: kifiz. egyenes jutt. dipólus momentum.

dipólus:

H alom: szimmetria

$$E = 0.$$

poz. és neg. tölt. nullpotencia u. sz.

$$E \neq 0.$$

→ a nullp. nem azonos egyide → ellentétes.

poláritás: tp.

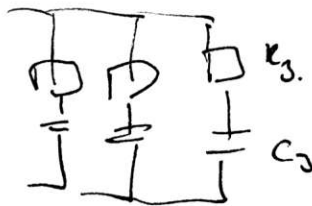
hőm. orientációs pol.

szögletes - n

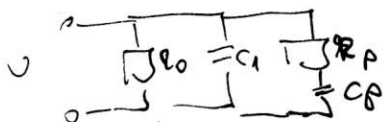
határozott poláritás

teljesen pol.  $\delta + 10^{-12}$  u. alakt alakt u.

sig. any. kapacitívitás.



milyen kötetlen kondenzátor,  $\epsilon \rightarrow$  növekszik.



paralel kötés: polarizáció: egyenlő és van  
hővezetési

aktív: 1 kig anyag

aktív: 2 szig. anyag

↳ por. aldu + anyag

- jódhoz kig felszámolás top.

vesztelhez szig anyag felé

tree: Jelső irányban kialak. értékes

$$2 \cdot 3 = 6$$

$$2 \cdot 3 (1-3) = 9$$

...

...

$$2 \cdot 3$$

...

$$2 \cdot 3$$

...

...

...

...

...

...



...



...

...

Vas-özele  
vas-karbid  $Fe_3C$  állapotokra  
↑  
kamarább kristályosodik

all. a'bra: 5 all. a'brából összehozható

áttekinthető fázisok:

-  $\alpha$ : szilárd oldat

ferrit

-  $\gamma$  vas:

max 1,2% C

-  $\delta$  vas:

hő szűz

más hőm. jön létre  $\rightarrow$  nem lehet megkezelni

elmei cellák magyarázta magyarázta

- Cementit:

ortorombos

rendkívül rideg

keverékek:

- eutektikum: ledeburit

4,3% C özele

- perlit

$\alpha$  vas + cementit

ferrit:

homogén, 1 fázisú mintha

hipo-eutektoidos acél

0,26% C-os szilárd.

perlit: sokit folt

hipereutektoidos acél:

1,21% C tart.

hipereutektikusos öntöttvas

C=5% (cementit-ledeburit)

Hogyan jöved létre? Milyen fázisok vannak  $\rightarrow$  any. tel.?

1. perlit és eutektoidos állapotok

$\gamma$  másszól tart.

lehetőség van ilyen rendűre is



minis primer károsítás

lítéjén des-ve-ve-ve-ve károsítás

auszertit:  $0,8\%$  -os szelvést.  $\rightarrow$   $\alpha$  lesz belőle + ve-ve-ve-ve-ve-ve-ve  
 $6,7\%$  -os

$0,8\%$   $\rightarrow$   $6,7\%$  -os un

károsítás jövedel líte  $\rightarrow$  lítéjén belőle a ve-ve-ve-ve-ve-ve-ve.

1. lemez mindkét oldalán (vagy kettő)  $\alpha$  (max  $0,02\%$  -os C-vel)

↓  
vastagsága függ: lemez sebességétől

finanszírozás: mech. tulajd: működépp alakítható

$\rightarrow$  gyártás: percol.  $\rightarrow$  perlit

ez egyensúly: átfordulás: lassan kell kitérni az anyagot

ha gyorsabban az átfordulás

↓

2. Baricités.

auszertit a felületéről (nem szelvést. -ról ind. meg)  $\uparrow$  HKEIF

tűzőn belül kiválik a szelvéstől.

minis arra idő, ha a perlit szelvést lítéjénél

rendkívül nagy, kemény anyag

$\rightarrow$  függ: sebességétől.

nem egyensúly: átfordulás  $\rightarrow$  sokkal gyorsabb

3. markézites átfordulás

auszertit  $\rightarrow$  TK-os tetragonális mért.

átfordulás: hőmérsékletben meg vezbe (pill. alatt)

onnanról kezdve nem folytatódik

ez ellenében az eddigiektől diffúzió nélkül meg vezbe

az atomok közből, vad kicsi mozgással odább

markézit diszparamitiki mozgással

↓

atomoknál el kell távolodni egyenestől (kollektív módon)

↓

elmsi cella kék.  $\rightarrow$   $4\%$  -kal meg  $\rightarrow$  mech. feszültség kel.

$\rightarrow$  tövoldhat.

vagyis elmozd.

egy feszítés "megjöggyi" eredeti állapot (személyes)

nem minden félre lépés erre (pl: a cell: nem)

nilyen tiszta a mikroszkópi képe

- nagyon nideg az anyag

monokristit előállítás = acél edzés

utána:

hőkezeléssel készírt acél  $\rightarrow$  finom karbida kiválasztás jönne ki

## Elektronos vezetés

vezető  $\rightarrow$  nekiesztve egy irányba történő elmozdulása

$\rightarrow$  vezető

$\rightarrow$  félvezető: semmilyen kötöttség nélkül való vezetőképesség

$\rightarrow$  szigetelő

félvezető: elemi  
vegyület

szabad elektronok, lyukak

szigetelő: kovalens kristályok

:

vezető anyagok 3 csoportja félvezető, vezető, szigetelő alapjait:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$\uparrow$   
fajlagos ellenállás

$\rho$  [Ωm]

reciproka: fajlagos vez. kép.:  $\left[ \frac{S}{m} \right] = \sigma$

$\downarrow$   
fémves  $\rightarrow < 10^{-8} \text{ S/m}$

félvez  $\rightarrow 10^{-8} - 10^6 \text{ S/m}$

szigetelő  $\rightarrow$

miért van ez a szám, hanem a vezetési mechanizmus is különböző lehet.

fajlagos ellenállás irány függése alapjait:

- izotrop

- anizotrop

Vezetési mechanizmusok leírása:

Klasszikus modell:

elektronok között nincs kölcs. hat.

mozgása: külső térerősség hatására lehejt mozgás + sodródás (drift)

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$a = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

gyorsulása konstans  $\rightarrow$  seb. folyamatosan nő  $\rightarrow$  eléri a felgyorsulási határsebességet  $\downarrow$  nem jó

időutakat meg kell: nehézsé. v. melyik rés atomjában.

Kvantummechanika leírás:

elektron: kettős természet

Erőtelvények: hullám alakú

$\downarrow$   
periodicitás  
+ elterjedési sebességgel } ellenőrl: integrál

$\downarrow$   
megminősít  
ell. v. sz. v.  $\rightarrow$  döntés  
szuperpozíció

$$j = q \cdot n \cdot v_d = \frac{n \cdot q^2 \cdot \tau}{2m} E = \sigma E$$

$\rightarrow$  ar. sűrűség      drift

$$v_d = \frac{q \cdot E \cdot \tau}{2m}$$

$\uparrow$  ütk. időközök átlaga

$$v_{alk.} = \frac{v_{max} - v_{min}}{2}$$

$$\frac{q \cdot E \cdot \tau}{2m} \cdot \tau = 0$$

miért megvárja meg két dolgot:

$\rightarrow$  Fkk jobba vez. kép mint Tkk

$\rightarrow$  hőm. függés

melioráció:  $\tau$  növekszik  $\rightarrow$   $j$  növekszik  
felvezetőt nem

feladat: faszaga ellendobást befolyásoló kty.

→ elektr. n. kőzetet gyakoribbá tenni

$\rho$ : hőm ↑

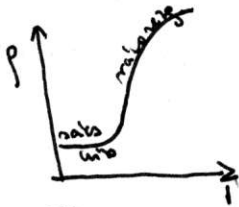
pozitívabá

kristályhálóba környékén torzult a rds

minden olyan jelenség, ami a rds-t torzítja

$$\rho(T, c, E) = \rho_1(T) + \rho_2(c) + \rho_3(E)$$

hőmérséklettől való függés:



0K

↓  
itt is van ellend. (nem szuprav.)

est a rátskibabázás okozza

100K fölé:  $\rho$  szalorulóságot domináns felölde: rátszágás

soradforú polinommal közelítik

↓  
gyakorlatban: csak az 1. tagot vesszük figyelembe

$$\rho(T) = \rho_0(1 + \alpha_p \Delta T)$$

ho faji. ellendobás hőm. függése

$$\alpha_p = \frac{1}{\rho_0} \frac{d\rho}{dT}$$

fel lehet írni minden olyan menny.-re melynek értéke a

hőm.-től függ

$$\alpha_L = \frac{1}{L_0} \frac{dL}{dT}$$

$$\alpha_R = \frac{1}{R_0} \frac{dR}{dT}$$

$$\alpha_p = \alpha_R + \alpha_L$$

tiszta fémek ellendobása mindig kisebb

ötvezés létrejöve → ötvezetékhez tartozó állapotokra

szilárd adat: parabolikus görbe → 2 kompon. adja ki

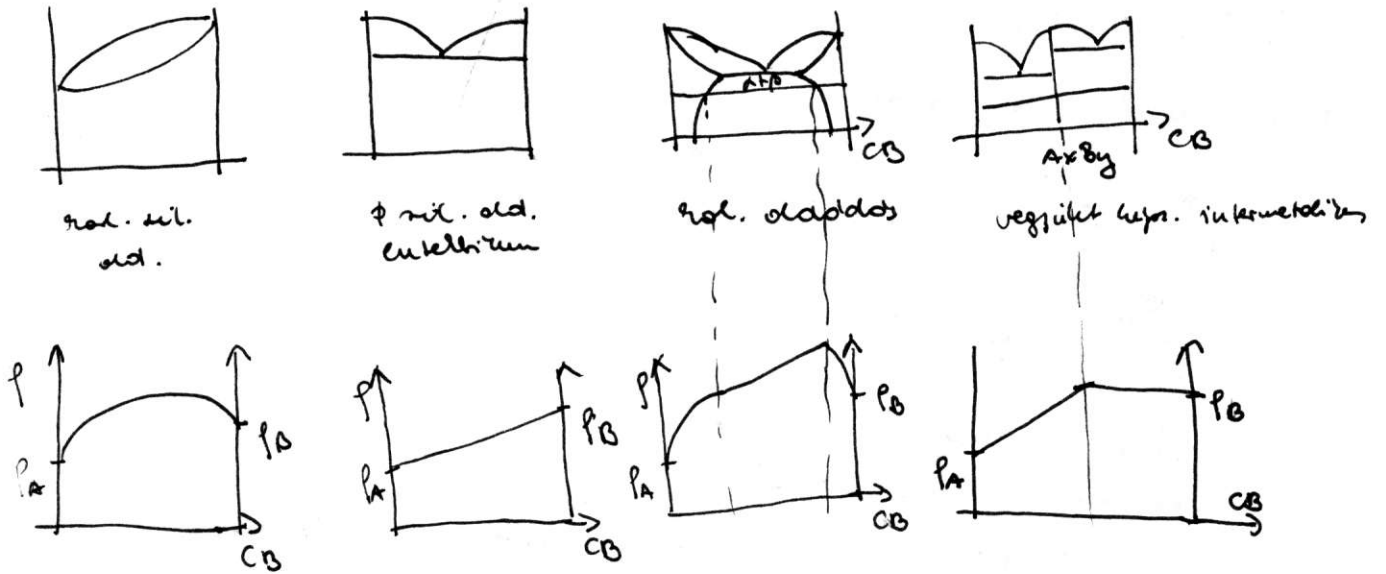
$$\Delta \rho_{\text{otr}} = A c (1 - c)$$

2 kompon. nem adja egymást: egyensúly

$$\rho_{\text{otr}} = \rho_A \cdot c_A + \rho_B \cdot c_B - \text{lineáris ös.}$$

az str. az akkor növeli birt. a festőes ellendőt, ha mindkét oldalán  
 léte  
 ekkor. utó csőreket

Wondheim-szabály.:

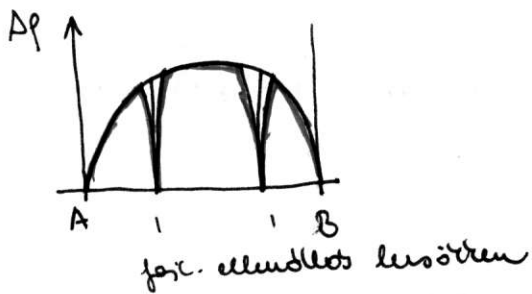


sík. old.

oldott atomot vételekesseni elhelyezkedése

de!

→ rendszeren valószínűsíthető oldat is kialakulhat biz. időlekközben



kiprűny adórtos hatása (variancia, diszperzió)

→ fajlagos ellendős

alóndelt:  $\epsilon$

$$\Delta p_{\epsilon} = \epsilon \cdot E^m \quad \epsilon, \mu \text{ konstansok}$$

hővezetés hatása!

→ ez befolyásolja, h. milyen mért. az ell. öll.

\*  $\mu$ : nemisztaalizáció

→ kiprűny adórtos előzi meg → hibáz → kioldja az egyenlőt

nyomai határolva mö a faji. ell. tle  
(ol: raktározás)

reintegrációs határolás:

szabad rithossz

ha átmenetileg van a reintegrációs. → ellendleges nő (pl: moddr repit)

$$\lambda = v_d \cdot \tau$$

↑  
diff

vezető anyag pl:

vezető anyag

- faji. ell. tle ! kicsi

- legyen mechanikailag szilárd } kompromisszum.

re, al, vas, acél jöhet szóba  
Cu Al

(Zepke ed: 72 félé iotr.  
↳ (vas. ell.  
rosszab. acél - rossz hővez.)

elválasztóanyagok

- kopásállóak

- ! kicsi az átmeneti ellendleges

→ Au, Ag, W, Pt  
ar. az v. v. pl.

~~széles~~ hővezető alr.

→ ötvözet

→ fém-fém-oxid kompozit

Ag-CdO  
|  
Radium

hőlevezető

termofesz. mérés: huzalok összehengerítésé alapján - v. DT → 2 vp.

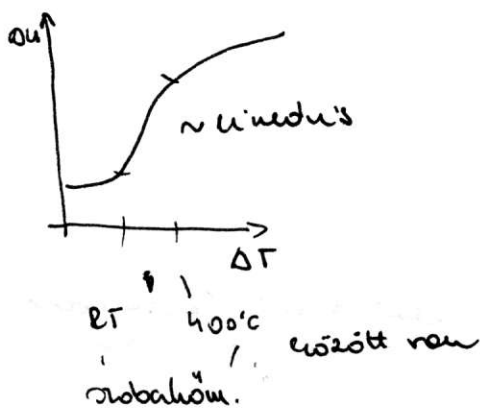


Cu - CuNi

Pt - PtRh - rúdium.

Ni - CrNi

ΔU  
fém-hál.



vezetőkön haszn. mely

üreg-tervadnia a vezetők

↳ mivel kiselt hővezetési együtthatóval

Fe-Ni 36-42% Ni

di металл

↳ kettős film



kapcsolóelemek



forraszt anyagok

! - jó vez. kép

- mivel alacsonyabb az olv. pont.

- me legye nagyon drága

Su-Pb → legidősebb

Su-Sbom

↓  
kicserélhető

Su-Ag ← ezüst miatt alacsonyabb olv. pont.

Su-Ag-Cu

↑  
~~alacsonyabb~~

vastagréteg anyagok: autóbemutatók

vékonyréteg anyagok: akt: arany → ve. kép maradtólalal <sup>10-2</sup> mikrovezetők  
al.

~~ellenállás anyagok~~

- ~~- ált. rossz vezeték~~
- ~~- hőm. növekedésével~~

szupravezető

- nagyon jól vezeték

alacsony hőm.-en bróv. jelenség

↓  
előállításuk problémás volt

folgyóanyag hélium hőm.-et eléri 4.2 K

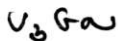
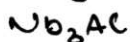
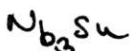
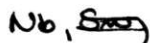
ellenállás egy kicsit az abszolút nulla közelében van.

(kegyesen hibátlan védelem. totem is)

4 K környékén Hg-ot elhívják az ellenállás

→ mindig hasonló hőm.-en következnek be

ilyenek fel:



Elm nem lehet szupravezető, ha

- 
- 

külső mágneses tér is megszünteti a szupravez. áll.

mágneses tér kiszedés:  $\frac{H}{H_c} \leq$  kritikus külső mág. tér

↓  
determinálódik a szupravez. áll. -ról

$$H = \frac{j}{2r\pi}$$



## Meissner-effekt

ha 1 anyagot magnésium köré helyezünk, akkor ezen a vonalon  
állunk



szupravezető: elűzi  $\rightarrow$  nem jön létre indukció

$$\vec{J} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = 0$$

$$\vec{M} = \chi \vec{H}$$

$$\vec{H} = -\vec{M}$$

$$\chi = -1$$

↑  
χ<sub>app</sub>

szuszeptibilitás

ideális diamagnétus feltétele

első fajú szupravezető: 4<sup>o</sup>-s görbe

másodfajú szupravezető.

miért, hogy elűzi a mágneses fluxust? a szupravezető s<sup>0</sup>ll.

$\rightarrow$  hőmérséklet beindulhat a hirtelen az anyagban

szupravezető, ill. folyamatosan szűkül meg.

ezel az esek nagy hőmérsékletű szupravezető.

elsőfajú:

másodfajú

Ti V

elsőfajú

Al

Zn Ga

Cd In Sn

Hg Tl Pb

## Szupravezető anyag típusai

- elemek
- ötvözetek
- intermetallikus vegy.
- kerámiák  $\leftarrow$  a legújabb szupravezető

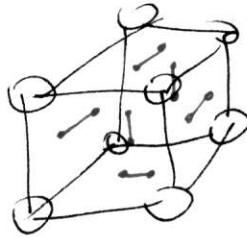
Perovskit - szer.

köbös elemi cella

$\beta$ -wolfram

$\delta$  komp.

$A_3B$  tip. szer.

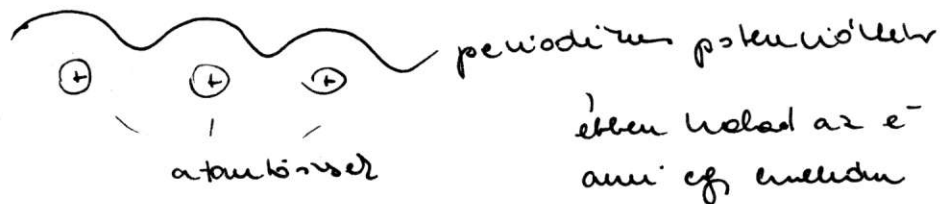


ezek a köm. a  $\pi$  elektronok miatt  
nem nagyon hasonlítanak  
(nem teljesen köm. szer.)

$\uparrow$   
segít. N:  $\pi$  elektron

$YBa_2Cu_3O_6$  tip. anyag: kadmium

elektron  $\rightarrow$  kettős kromat



nem interferálhat a val. csatl.  $\rightarrow$  kis. energiák között  $\rightarrow$   
 $\rightarrow$  atomban interferál

ott, ahol a  $\lambda$  interferál a  $\pi$  periodicitással

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$\uparrow$   
 $e^-$  impulzus

Cooper-páros :  $\delta$  két kölcsönhatása : együtt halad.

$(+1/2) (-1/2)$  spin áll.

2 elektron. imp. -nek  $\delta$  =, de ellentétes

$\{ \text{imp} = 0. \rightarrow$  elszáll a rendszerbe minél gyorsan  $\lambda$ . analízis  
a val. csatl. interferálma  $\rightarrow$  azad. nélkül lehet

Alkalmasodás:

lebegelés.

$\rho$  a udgvet + vdejtivt a supvater. nyugra  $\rightarrow$  ott lebeg.

Indyavram.

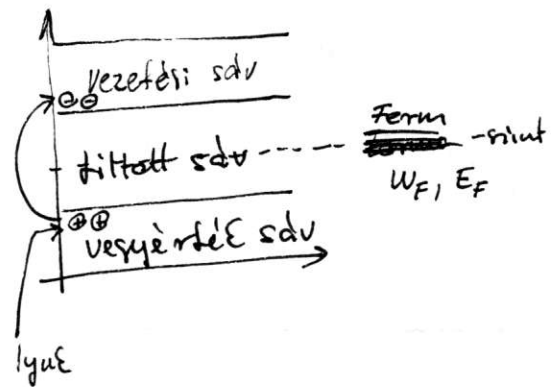
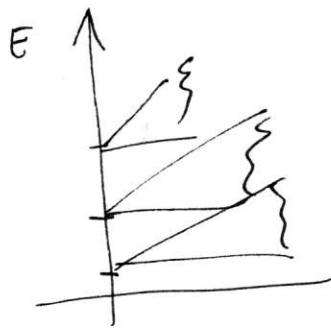
nom eseten  $T=0$  ido alatt useng  $\rightarrow$  itt  $T=\infty \rightarrow$  fennmarad: talia

a udgvet

iggy mit pl: ragler vonat

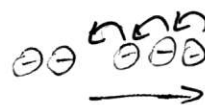
SQUID  $\rightarrow$  onvstnd  $\rightarrow$  MR

$$\bar{v} = \frac{N \cdot q^2 \cdot \tau}{2m}$$



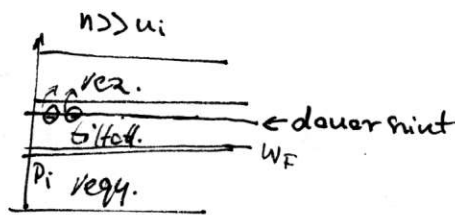
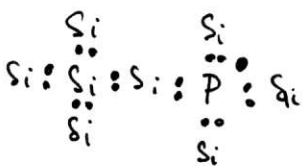
Mozgékonyaság

$$\bar{v} = \mu E$$



Adalicsalás: (szemvezés)

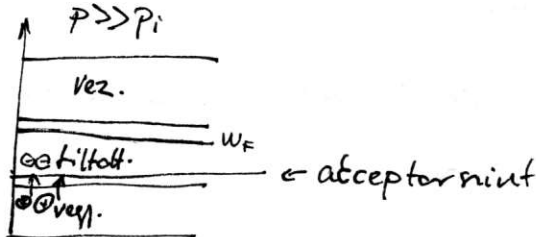
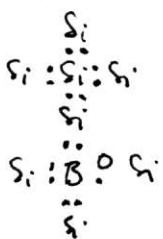
-n- típusú



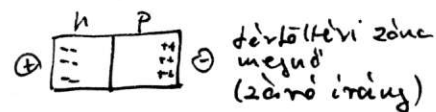
$n_0$ : e náma

$p_0$ : lyudal náma

-p- típusú



p-n átmenet (fenntréjt esaperdunk máj)



dévtöltévi zóna megnö (záró irány)  
(nyitó irány)

Rekombináció: energiarentésel járó esicsönhatás

Kai erőszakkal meddig lehet eljutni?

Földet: "Napmotor" használat

↳ sugárzott energia

↳ rad. sug. 6-8%-a rinnen le

Föld csodája: egyensúly

↳ term. egyens. ekkor energia = távozó energia

és elszáraz nullát de a jég olv. pontja körül

mozog

Buckminster Fuller: epikúra

széleskörűen (futballgömb és módosulások)

Spaceship earth: földgolyó, mint űrhajó

a föld a kényszer egyensúlyban, miután az űrhajóban  
járásodna le

nehezebb megvalósítani utóbbat

- min. anyag, energia felhasznál. kell.

- termelési, gyártási folyamatok → közt. utat kell követni

kritikus tudományok

- anyagok

- energia

- idő, munka, szállítás (logisztika)

- infrastrukt. kényelmek

önkiszolgálás

↳ védelem

anyagok

fizikai törvények: erőszakkal kezelni, de a technológián

váltakozó gazdasági rendszer

technológia: az a szab. rendszer, ami reprodukálhatóan végzi  
a "szabaduló" működési tartományát  
lehető kecs. - ellenkékkelés, de a min-re kell törekedni  
↳ top-down

építkező: Bottom-up

pl: növény: növekedés... → stb.

az emberi törz. számára nem megfelelő

anyagok → sorozat: főbb iparágak

sorozat → anyagok alábbi

dia: kitöltött táblázat    r/r, k/c: kettős munka  
folgiz ro-on

világítás forrása

energetikus forrása

ne pazarolja az energiát

-organikus világító diódák

mint beavatkozó

embeli életforma: termelés, fogyasztás

→ újformálódás a világítás → energetikus

biológiai anyagok  
transzformáció

↳ elvrt.

jel

ing

feldolgoz. or ad.

parancs.

transzmitter:

1925 - Liliom föld: szabadság

1949 - Zardem - Brattain - Shockley

gondolmányok - drasztikus vez. hely. ill. r/c

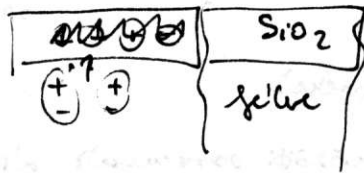
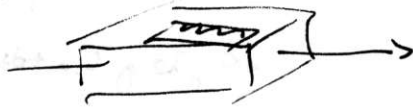
rd: megjelölt működés, felső oldal: művelet

az fejlesztésről roland → stb. felj. draszt. szab. típusai  
lehet

felhasználók is mekkor:

- n tip
- p tip

→ nem működött: Si: villamos alatti anyag, pora, gőz, hidroxid csoportok is, ami lehetetlenül kék sz, h ha fén. et adnak akkor működjen.



mikroelektronika:

miniatürizáció → intelligencia ↑  
 megfontolhatóság ↑

bipoláris tr.

- pnp
- npn

↑ a közepes mobilitás

Moore tör:

Gordon Rose:

a 70-cs. első végéig tudjuk tartani ezt a korszakot

↓  
 a szarmadandó tartani kell ezt a korszakot

technológiai csapás:

mit kell csinálni, h a Moore tör chelyben maradjon

kelemen: kvarcszó

Si-ba ionok: aggregáció

quarcszó-kebelem Si-vel.

egység mellett: kiürités

növekedés

manier

polare: rücsök

Road Trip

2020-ig fog működni az a technika

tdblőzet: jellet: tudja s ipar

tdnga: megadható

piver: minis ismét mo.

piros pl: miniaturizálás

rossz tv-ek fejlesztésére kell:

- rádiófrekv.
- nagyf. tranzistorok
- mikromechanika

gépkecs: legrossz igénye: nyelvi: egyszerűsített nyelv → melyek nélkül  
feltétlenül

20-30 g a tördőre

mai tranzistor: kisebb, mint a vírus → nagyon könnyen  
szennyeződik

↓  
minőséget legállopoti helyiségek

↓  
légnemű: 0,2-1 micron közötti porcsinét a minit magukat

köblabaurék 1 db ilyen - 10 db ilyen: 1-es hitelességi fok

poharat, hőm. szabályozóval

komputer-teljesítmény:

- hordozhatóság
- viselkedő eszköz: zatonai
- szót inkelligencia

ambiance: milyen adást vehet → kékösüm. zopis. → nekiképes

- a kvaikai end.

ehérelő, beérleltető formálás:

- 
- 

micro, memokid.

-  
világítás

- világító díszek

EV anyagkezelésről való prioritásai

- zöld közal
- zöld autók
- jövő gyári IQM - total quality management

szilícium a leggyakrabban használt anyag

- E tulajdonságait megváltoztatják

kezelés:

elérhető a legmagasabb szintre → lőr egyet a részben

nem lehet belőle készíteni

(adaktívátor

Si monokristály → e<sup>-</sup> átvitelének javítása érdekében

↓  
olyan felület, ami károsítja  
a lehet belőle készíteni

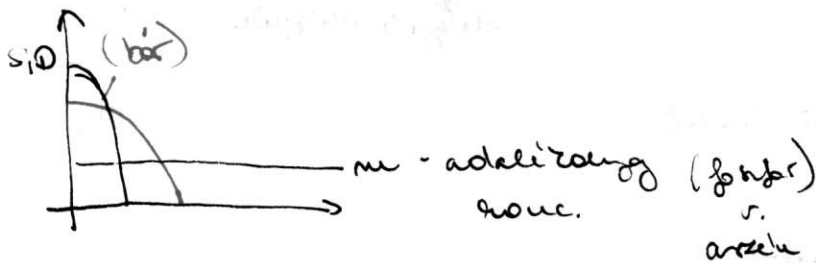
MOS tranzistor

komplementer

nem működés - károsítás,

hosszú elvárások: amely n típus anyag → p típus. rész.

mpm



áram: 10<sup>10</sup> rész: monokristály

nem kel. károsítás

Si-oxid : 2-3 inch kristályokat lehet növelni

F16 → repülőgépekben

2-3 sz. felület: jó minőségű anyagok

IC technika

- mikroszkóp
  - mikroszkóp
  - struktúra vizsg.
- } „font. anal.”

oxidáció:

Si nyersanyagok károsítása

kemeli az oxidációt - technika: felület: típus. részben

SiO<sub>2</sub> - folsav: spec. monokristály: O<sub>2</sub> n típus. anyag



Oxid réteg: nitrid, aloxidok  $\rightarrow$  oxid elbőr: bele bőr, orvul

complementáció:

gőz  $\rightarrow$  kicsülési  $\rightarrow$  bőr ionizálódik  $\rightarrow$  fém: utkumuláció, csodák

mozgás  $\rightarrow$  töltött részecske: körpályán

tömből függően más a más görbületi sugar

fix feszítés:

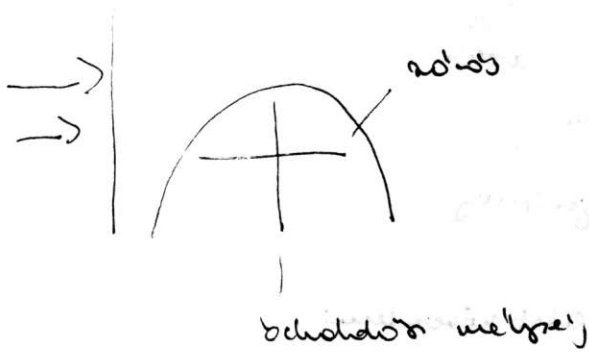
csak az az ion meg töltés amire működik van.

implantáció fejlődik:

- anyag megváltozása
- mélységet lehet más
- dóziskontroll

dramatikusan: <sup>pl:</sup> kondenzátor: meg fel a feszítés  
elég. kólikur

beültetési: Gauss-eloszlás



szemben a diffúzióval: befelé nő a profil

felbontás Gauss görbék

4 csúcsból állnak

tehát a pontosítással

1 processzor: 23 implantáció

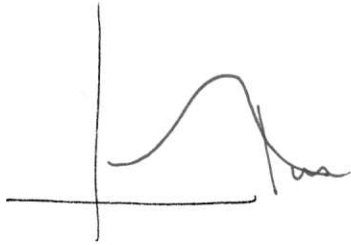
801 részecske

élesített fázisra inspiráció része

di. klesés: mig. réteg  $\rightarrow$  di. réteg: min. működési drama



Si: oxid 400V → tol belső p<sup>+</sup>-réteg elcsúsz a réteg alatt



↓  
megfordítás

↓  
v. egy előbbi Si-re

megsüjt

SiO<sub>2</sub> elv. pontja alacsonyabb

↓  
vagy az előbbi Si-re

vesztési ki: # → buborítót

kapcsol a Si-wl

ott marad az a réteg ami

nem volt rousztra

250x lehet belőle selekt minden:

Abraszolási művelet:

mastr helyett elektrolyzator

lakt eltor. → költés a Si

n tip Si → ke hull vami Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

silícium nitrid

→ nedves oxidálás → oxid

réteget követés: ne legyen a rossz. tranzistor felé ahhoz verek

lesz

belővint és ionot → hidrogénvel és boron

kapcsolódás a hálózatra (Si-est egy más pontot rakunk)

megoldási és → p tip. réteg alomlani

oxid elválasztása

Al verek

→ nek a rousztra

Nano, MEMS

microelectr.: mosdát: mechanika és együttesen használják

~~2 a többi nem tartozik~~

ressz: kémiai katalizátor: molekula: ellyg → megemelési a  
lévő

↓  
katalizátor

mozgatható resz: topintóelemek is  
(nagyobb érzékenység)

olyan áramkör, amelyet félvezetővel lehet csinálni

spring: Paoli elv.

SHF rezonátor: egyenlő 40 mm-re legyen egyenlő

nagy mágneses anyagot  $\rightarrow$  PC

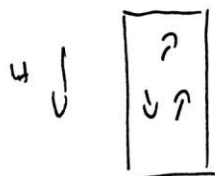
szenzor alkatrész - spec. előgyűjtésből készült

méréslemez

mágneses tér kiválasztása:

- mágneses térerősség  $\vec{H}$  (A/m)

induktív  $\vec{B}$  ( $\frac{Vs}{m^2} = T$ )  $\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M})$



$\sum \vec{P}_i = \Phi$  - lemdgerezett áll.

anyagminta, amely  
ledelelhetően lap  
a külső mdgu. térrel  
(minden anyag ilyen)

H mágneses tér hatására:

momentumot befordulást

$\vec{M} = \frac{\sum \vec{P}_i}{V}$

mdgerezettség

vektoros eredmény

$\vec{M} = \chi \vec{H}$

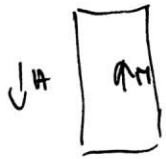
anyag mágneses susceptibilitása

anyagot csoportosítása:

- gyenge mágneses

o dia : teljesen lezdrt e<sup>-</sup> lejjal rend.  
(minden)

ha H=0  $\rightarrow$  minsemit atomi mágneses momentumot



$$\Rightarrow \chi < 0.$$

univerzális kölcs. hat.  $\rightarrow$   $\theta$  anyag esetén elrejtésül

◦ paramágneses anyagok

relatív magnessé momentum, mely természetesen rendezellen

H befolygatja

$$\chi > 0$$

magnessé dipólus: permanens magnessé

homogén  $H$  nem gyátöröl rá látszik

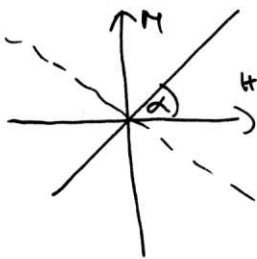
paramagn. anyag  $\rightarrow$  inhomogén  $H$  behatásra magnessé

dipólus.

$\rightarrow$  -||-

putasulho.

magnessé görbe:  $B-H$ ;  $M-H$



origó átlós

poz. meredekség  $\chi > 0$  neg:  $\chi < 0$ .  $\chi = \pm \chi_0$

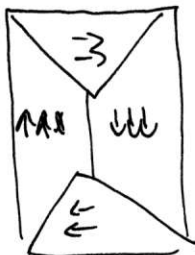
$\chi = 0$ . antimágnes

grafit: diamágneses anyag

+  
szupravéz.

rendezett magnessé szerkezeti:

domeleszerkezeti von

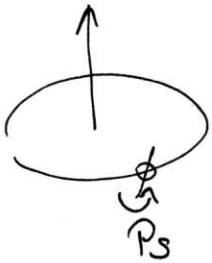


momentumot biz. tart-on belül pótlus amosok

leudgesetti tartomány allgat

kiszerlődei kölcsönhatás hozzá e'he s su-  
terelő mechanizmus

ezt a momentumot az elektronok spinmomentumból admozód  
(azokból, amelyeknek nincs azonos pályán a párja)



avasaban  $\rightarrow$  4 db pörögtetési spin

a spinmomentum allandó  $\rightarrow$  Bohr magneton

$\downarrow$   
~~1 cm<sup>3</sup> vastag lemez~~

$$\mu_B = \frac{q\hbar}{4\pi m_e} = \frac{q\hbar}{2m_e}$$

Tiszta vas kémiai tulajdonságai:

$$\mu_0 \mu_S = 2 \mu_B$$

doménen belüli rendeltetés típusai:

$\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$  ferromágnes : vas, kobalt, nikkél, Gd

$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$  anti ferromágnes : krom, mangán

$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$  ell. magy. - irányú : fém

olyan ötv. anyagok nem tart ferromágnes. anyag: fluossler sztrózetek

ferromágneses anyag: vas többkomponensű

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  alt. oxid vegyületek

maghett

műszaki szempontból fontos:

ferro, ferri magy.

domén-fal:

felület orientáció } közle: urigaleperő  
 belső orientáció }

$\rightarrow$  Bloch-fal

vas magy. is:

Neel-fal

:

kőanyag mágnesesvíri indy

a domének orientációjára mindig kövny mágnesesvíri indyba kell  
kög, legyemel

pl: ves [100]

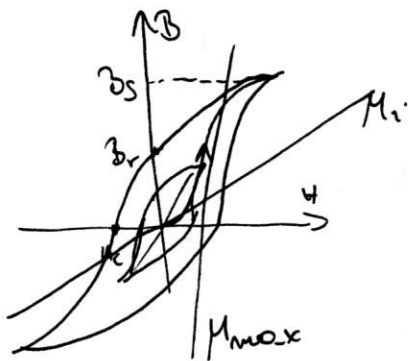
domének: 2 féle relatív helyzet  
→ ell indy  
→ v. mészlegh

neem minden anyagban az a kövny m. indy pl:  $M_i$

csírdomén szerkezet

magnetosztatikai harr effektus → MOKE mikrostrófia

mágnesesvíri görbét:



neem kinevés topozolat  
neem is fog topoz.

S aldui görbe nemek → mágnesesvíri kilitkeg  
első mágnesesvíri görbe / szűz görbe

$B_s$  - kilitkei indukció  $B_s \sim B_{max}$

$B_r$  - remanens indukció

anyagban belül néhány mágnesesvíri  
mósd jeme a leandzsesen's ut'sa

$H_c$  - koerzitív  $H_c$  ktr

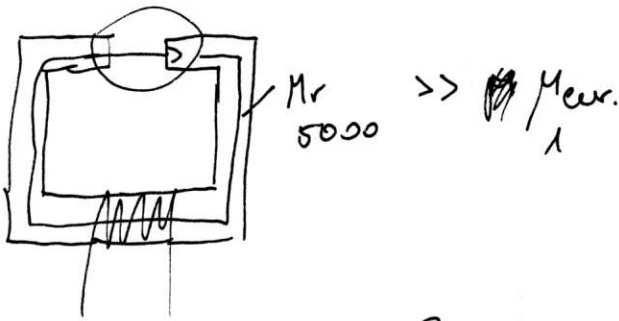
kilitkeg görbe: ougdra középpontosan  
szimmetrikus

1 anyagban  $\rho$  az kilitkeg görbeje van

anyag mág. tulajdonságok: köbös ndz illyen görbe

kilitkei indukció:

$H_c \rightarrow$  gyararolokban: 2, -2, 1 T



permeabilitás:  $\frac{1}{\mu_0} \frac{B}{H}$  - teljes v. totális

$\downarrow$   
 $\frac{1}{\mu_0} \frac{dB}{dH}$  - differenciális permeabil.

rezidui permeabil.

$\mu_i$

inflexió's pontja kiizolt:

$\mu_{max}$

Mitóra lehet a leg. indukció, amellyel előállítható?

-> ameddigre a fluxusvétel telikvri indukciójá

vasmágos elektromág: 1,8 - 2 T

hisztérezis görbe feléle

$$\frac{E}{V} = \oint H dB$$

$$\frac{A}{m} \frac{Vs}{m^2} \rightarrow \frac{J}{m^3}$$

ennyi energiát kell befektetni, ha kondenzátort a levet munkán

$\downarrow$   
 vesztésköpi felugró

all: minimum: kékő legfeljebb legyen

hőmérséklet függése:

kritikus hőm: telikvri indukció nullától való

"

Curie hőm - meggyűnt a domainok

ferro-paramagnets oda-vissza átváltás



sztereokémiai módosítások

Kéll-hőm: antiferromágnes anyagoknál

sztereokémiai módosítások:

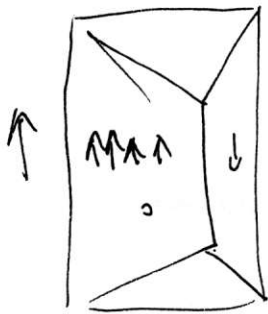
$T_c$  - Curie hőm

$B_s$  - kékelti indukció

ez csad a kémiai összetételre függ  
ha a  $T_c$  belülről a kékelti  $\Rightarrow$  paramágneses udli

Módosítások fajtái:

kül. tartományok különböző tartományok



$\rightarrow$  domain fal elvétel

arádlyba aradhat: pl: kiváló

$\downarrow$   
mágneses udli  $\rightarrow$  energiavesztés

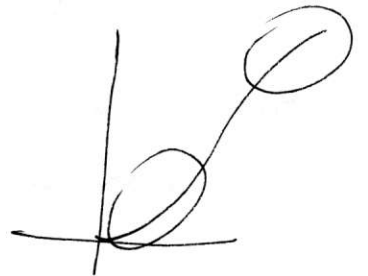
Barthausen-jelenség

$\downarrow$   $\rightarrow$  detektálás lehet detektálni

rosszoldomény vizsgálata:  $\sim DT/ND$   
vezeték ad kékelti

kékelti közelben:

rotáció



Műszaki ultra nagy. anyagok

- alát: felület
- o politer.
- o anyag
- o monokr.

- ferritok: ferralminál

- spec. mikroanalízis:

lógó / kemény mágnes:

He  
kéri

$H_C = 0.01 - 1 \text{ A/cm}$

kemény  
kört. görbe

$H_C = 400 - 7000 \text{ A/cm}$

permanens mágnes  
mely kört. görbe

↓  
mics olyan mélys, ami a tartományok  
be tudja fogni

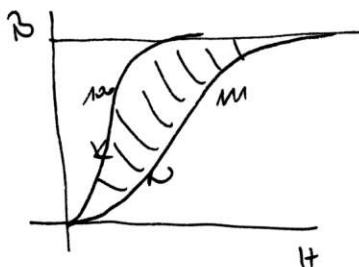
környü / nehéz mágnesesűri irányok



- egyirist. mint a Fe-ből

VSM mérővel

↳ nagy áramú mágneses mérő



a körbe görbe a kört van

K, -mögü a-rek

am mágnes anizotópija (energia)

menyivel több energiát kell befektetni, ha  
a nehéz irányban mágnesesít

jelentősége:

lógó mágnes. anyag akkor jó, ha a anizotópiája erős

-> többs. vészi anyagok

Műssaki ultra hasu. anyagok

- alct: felmer
  - o politer.
  - o amorf
  - o monokr.
- ferritok: ferralminiat
- spec. mikrostr:

lóggy / kemény mágnes:

He  
 kúri  
 $H_c = 0.01 - 1 \text{ A/cm}$   
 keskeny  
 hirt. görbe

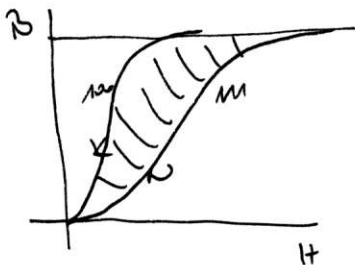
$H_c = 400 - 7000 \text{ A/cm}$   
 permanens mágnes  
 mély hirt. görbe  
 ↓  
 minos olyan mehet, amia tartomást  
 be tudja fogni

könnyű / mehet mágnesesítési irányok



- egyirist. minte Fe-ből

VSM mérővel  
 ↳ nagyáramú mágnetométer



a többi görbe e körtől van  
 $K_1$  - könnyű s-melét

am mágnes anizotropia (energia)

menyivel több energiát kell befektetni, ha  
 a mehet irányban mágnesesítet

jelentősége:

lóggy mágnes. anyag akkor jó, ha m anizotropia van  
 -> többs vdsu' anyagok

Könnyű tőrt az anyag => kompromisszum.

transzformátor: 4-4,1% Si

dinamo: 3,2-3,6% Si

$B_s(T)$	$H_c(A/cm)$	$M_r$
1,7T	0,5-1	5000
0,8-1	<del>0,5-1</del> 10,2	50.000

FeSi

FeSi - drága anyagok

↳ Permalloy anyag.

ahogy toldotta lenne.

0,01

500.000  
(10<sup>6</sup>)

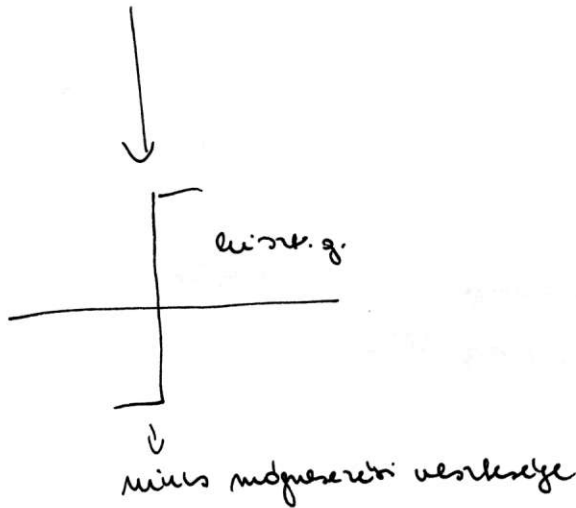
manó

labor  
(magyar kutató)

amorf / nem rendezett anyagok

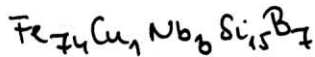
amorf fémszerű, melyben rendezett szerkezet van, amorf -> kereszt nem lesz

60% kristály: ideális viselkedés



ilyen anyagok pl:

finemet



10<sup>5</sup> °C/sec hűtés seb kell ahhoz, a amorf állapotba átalakuljon egy

féme

gyors hűtéssel, vékony rétegek. mellet el lehet érni ezt a sebességet

40-70 vol% amorfr. fémis

ferrit:

kerámia jellegű vasmagok

leggyakr: mangán-vas ferrit

$B_S(T)$	$H_c$	$M_r$
ferit	0,1-0,3	1
		100-200

alkalmazható anyagok

ot: többi anyag: fém  $\rightarrow$  vas  $\rightarrow$  lemezelés  $\rightarrow$  egy, idő után: öntvény.

ezel: jó szigetelő

levegőszigetelő anyagok:

permanens mágnes

korrodálás:

levegőben: mágnes indukciót hozza létre, fémtestre

transzformátor, vill. gép

ot vezetője va:

- alnico
- ~~al~~ Fe-Co

alnico Fe-Ni-Co-Al ötv.

működésének alapja:

$H_c$  növelés a két

doménnel felmorgorogást leírunk:

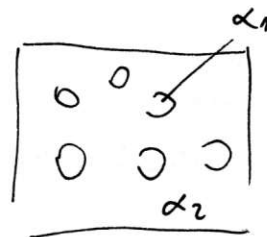
szabaddomén megfőlé

$$\alpha \rightarrow \alpha_1 + \alpha_2$$

spinodális bomlás

$\alpha_1$  - ferromágnes  
 $\alpha_2$  - paramágnes

főris



$\vee$  nem-szabaddomén  $\approx$  domén méret (egyenlő)

$\Downarrow$

minis dom. fel  $\rightarrow$  men ind morogni

$\Downarrow$

levegőszigetelő

nem kell erős, de ezeket legjobban a termelés stabilitása

(oldal 850 - on is)

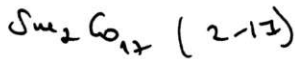
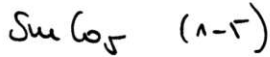
R-Co oxidat-nitrozidálás megnevezés

magyar kutatók

bohnerz nitroff + kobalt

1-5 } → nagy H<sub>2</sub>  
2-17 }

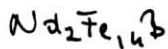
legjobb:



szandium: nagyon drága, keresi van helyét

helyett:

Fe-B-Nd vas-bor-neodimium ótv.



trigonális

Nd alapti nitrid ótv: ammónium

jól, mint a SmCo 2' ótv

2 probléma:

→ 80°-on keresztül lemegeződni (max 160°)

↓

nem alkalmasok átvétel: autóp.

→ elvileg azelőtt ezzel lehetne tvél.

→ Nd -tartalom a korrózió

robosztion: ritkul

→ vas, alu lehet korr. ha bevonatos

levegőtől védés fontos

-kötés kristályos

2 rot:

boríték.

szoríték.

üz. hőm. 200°

vidék, körítés, kereset nemidélés

H<sub>2</sub>: 2000-2500 A/cm.

legelőrekellet anyagok: alu korró

az előzől kérték a korrózió relative megó