

Mikroszerkezet:
szerkezet az atomokon túl,
ami a *mindennapjainkban* olyan *fontos*

Ungár Tamás

ELTE, Fizikai Intézet, Anyagfizikai Tanszék

Az atomoktól a csillagokig, ***Atomcsill*** előadás sorozat

2008. november 20.

Tudjuk, hogy az anyagok *atomokból* épülnek fel

A szilárd anyagok *jelentős részében*
az atomok *szabályos rendben* helyezkednek el:

kristályos szerkezetűek

Kvarc (“hegyi kristály”)

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Unknown_Quartz_crystal_66.JPG



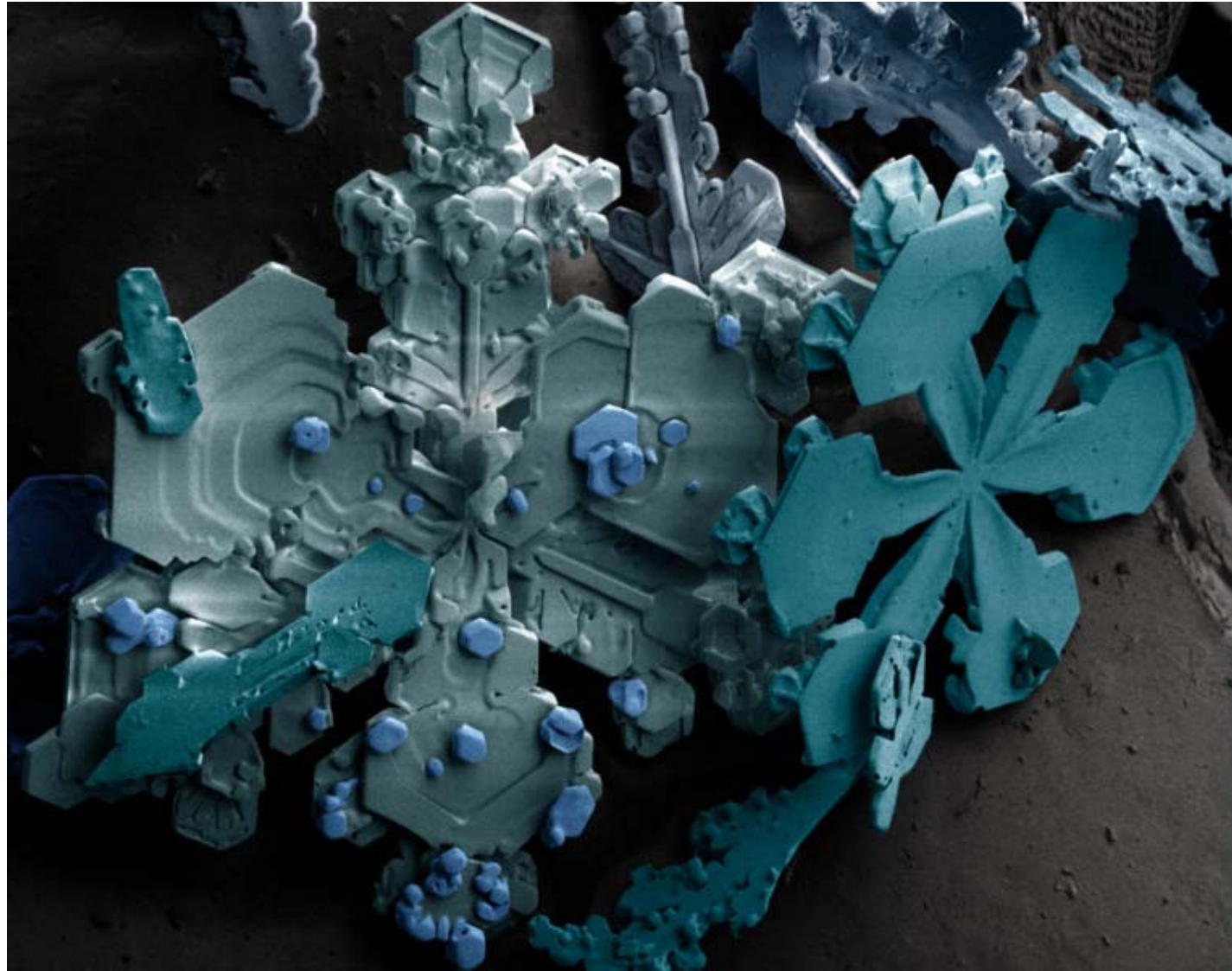
Gallium kristályok

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Gallium1_640x480.jpg



Hó kristályok

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Snow_crystals.jpg



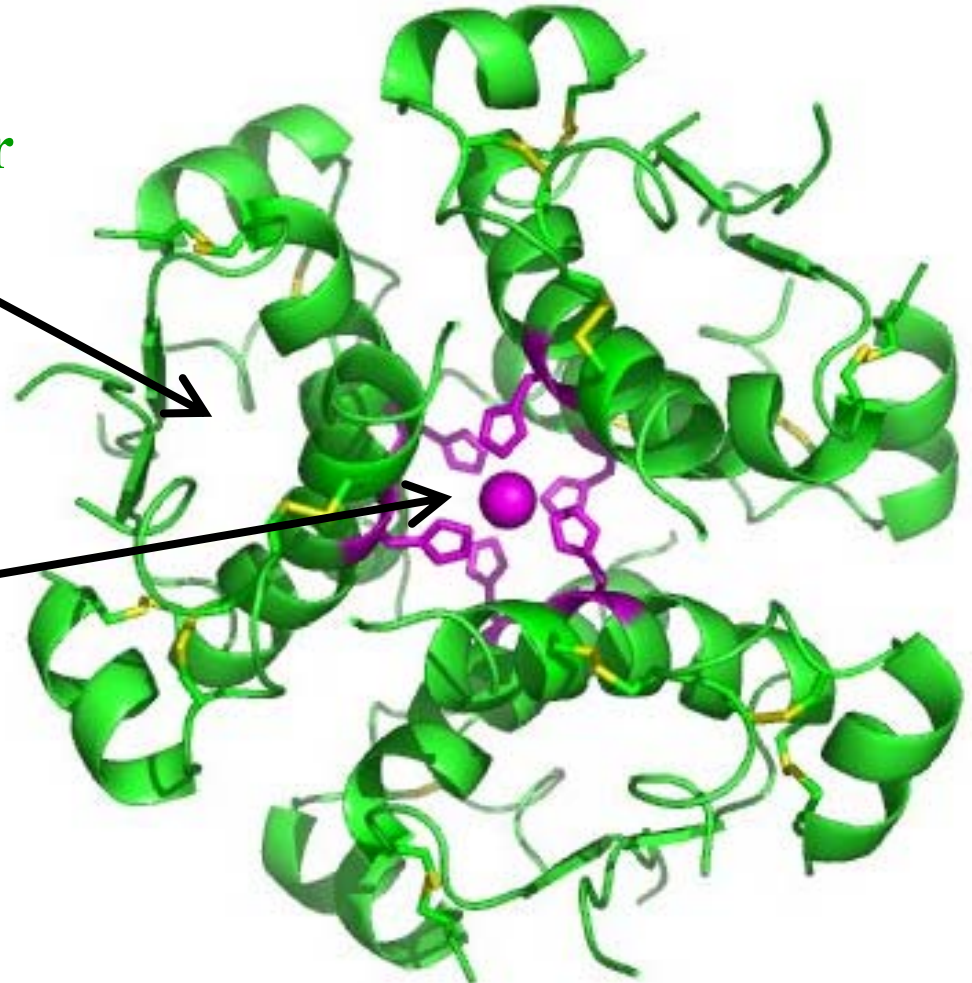
Inzulin molekula

<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:InsulinHexamer.jpg>

Dorothy C. Hodgkin : Nobel díj, 1964

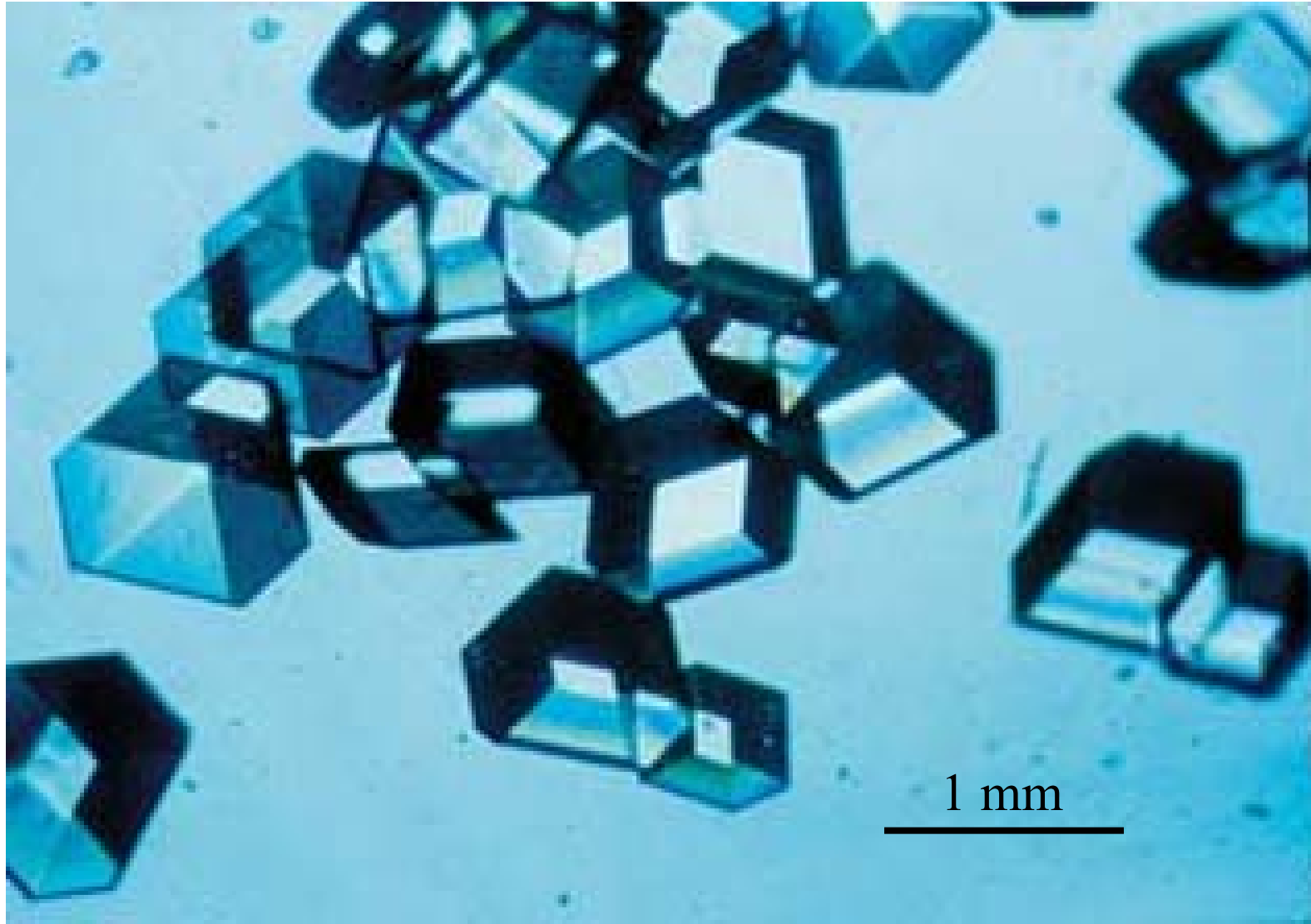
Inzuline monomer

Zn atom



Inzulin kristályok

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Insulincrystals.jpg>

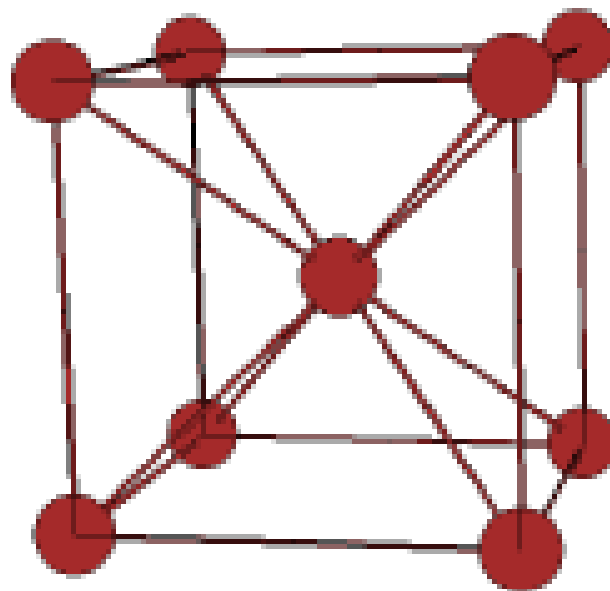


Az inzulin kristályban az *inzulin molekulák*
helyezkednek el
szabályos rendben a kristályban.

Milyen az atomok *elrendezése*
a *kristályokban* ?

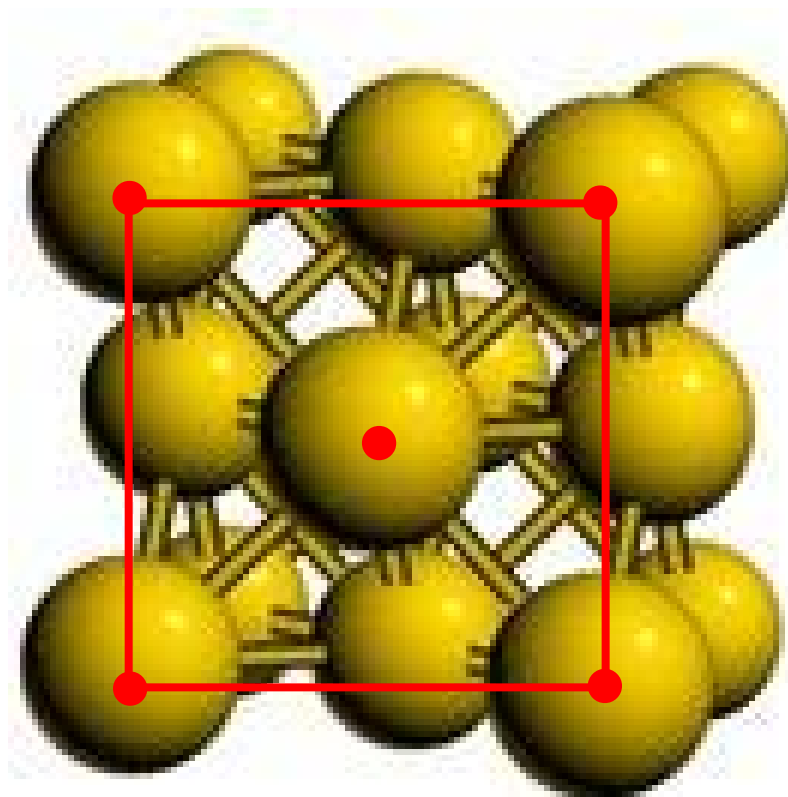
Vas atomok térbeli elhelyezkedésének
legkisebb egysége:

elemi cella



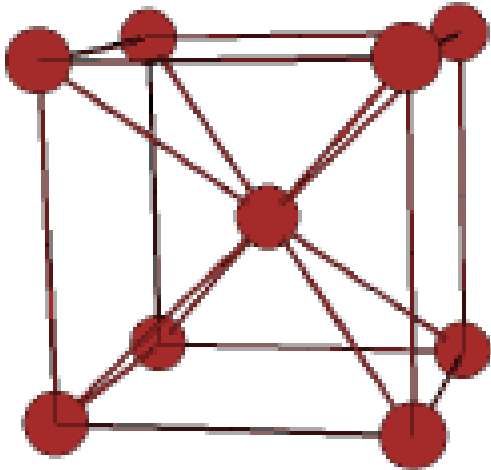
Réz atomok térbeli elhelyezkedésének
legkisebb egysége:

elemi cella

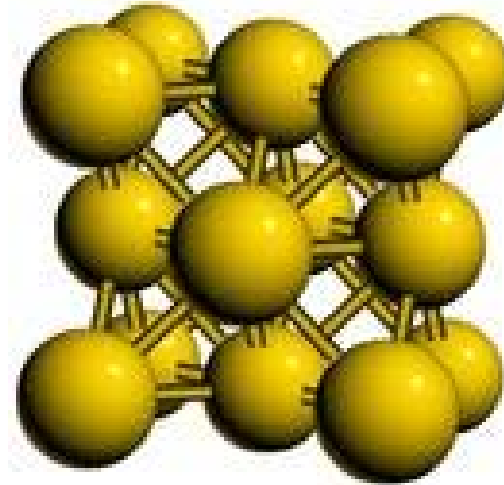


Egy kis *kristálytan*

vas (Fe)

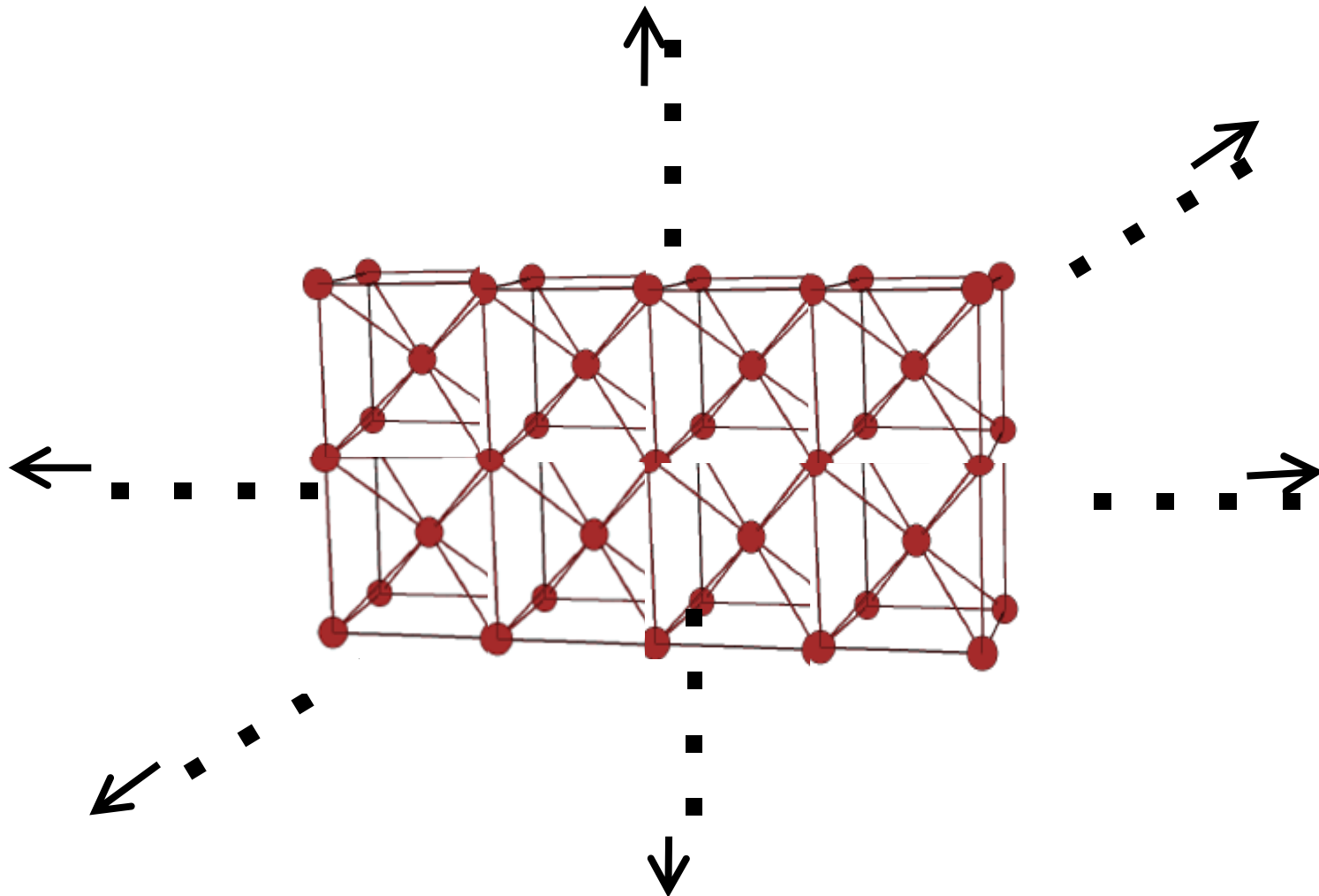
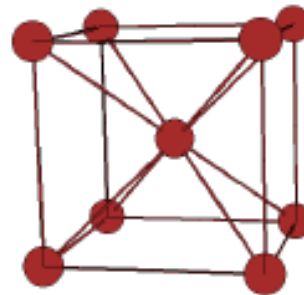


réz (Cu)



elemi cellái

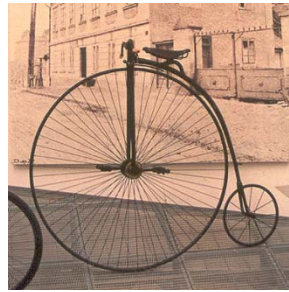
Vas kristályok az *elemi cella*
ismétlődéséből állnak



*Szakadjunk el a kristályoktól,
és foglalkozzunk az “igazi” anyagokkal!*

Mire képes egy darab
rézdrót?

Bicikli (vagy kerékpár?)



Wikipedia: bicycle

A *bicikli számtalan acél* alkatrésze

nagyon *különböző*

igénybevételnek van kitéve

Ezért a *különböző acélok tulajdonságai:*

a váz

szívós, rugalmas

a küllők

szívós, erős

a lánc

nagyon szívós, nagyon erős

a fogaskerék koszorú

nagyon szívós, kopásálló

az első villa

igen szívós, rugalmas

stb.

A különböző acélokat nem lehet *felcserélni*:

Pl:

fogaskerék-acélból készült *váz*
nagyobb zökkenőnél eltörne

vagy

a *váz-acélból készült fogaskerék*
néhány kilométer után teljesen *elkopna*

dehát, mégis, *mind: acél*

alapjában véve *vas, Fe: plusz valami*

Ez a *plusz valami* a: *mikroszerkezet*

a *mikroszerkezet* ezerféleképpen állítható elő:

pl:

ötvözéssel

kovácsolással

hevítéssel

hűtéssel

edzéssel

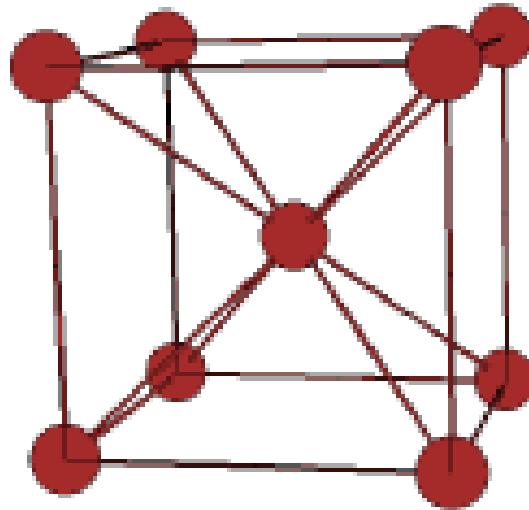
ezek tetszőleges kombinációjával

és még sok más módon

a *mikroszerkezet “mögött”* mindig *ugyanaz a kristályszerkezet* van

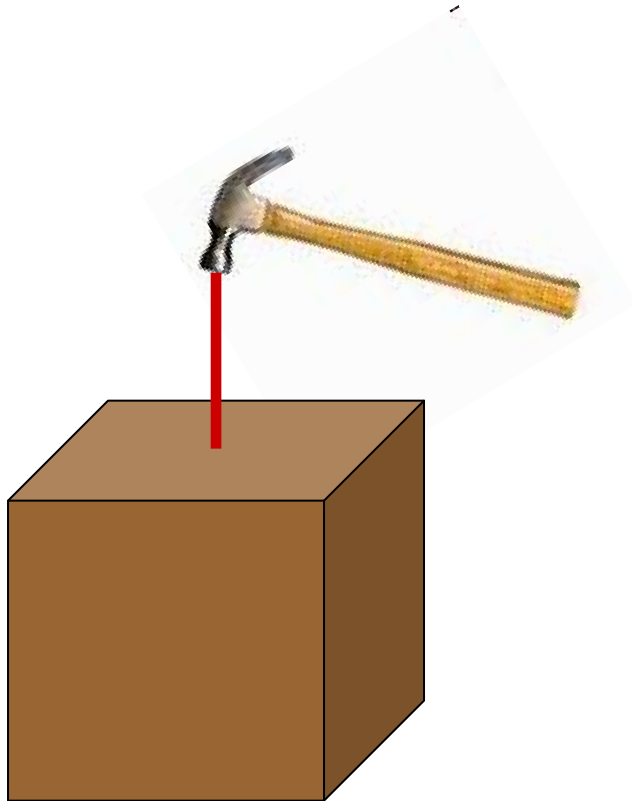
A *bicikli számtalan acél* alkatrészének a *kristályszerkezete*

mind-mind:

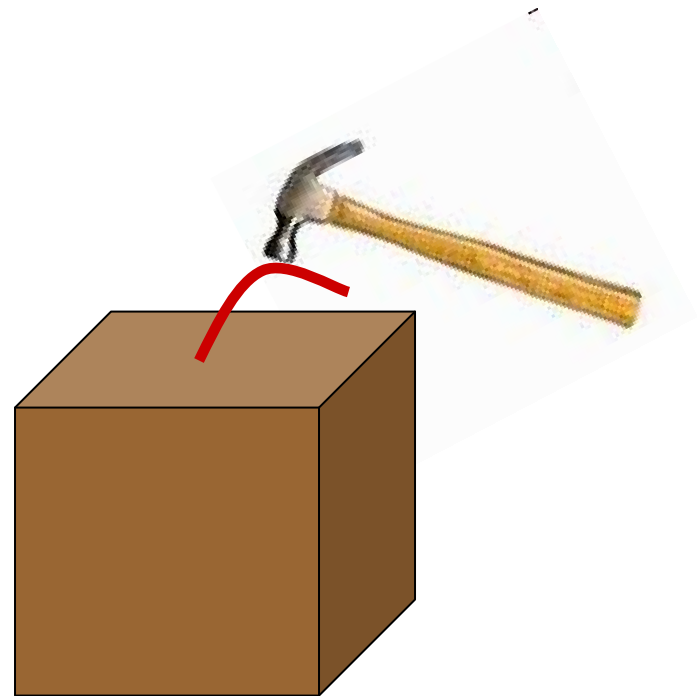


A *rézdrótunk* két állapotának a *mikroszerkezete*

(1) megcsavarás után



(2) melegítés után



A *mikroszerkezet* az *elektronmikroszkópban* látható a *legjobban*

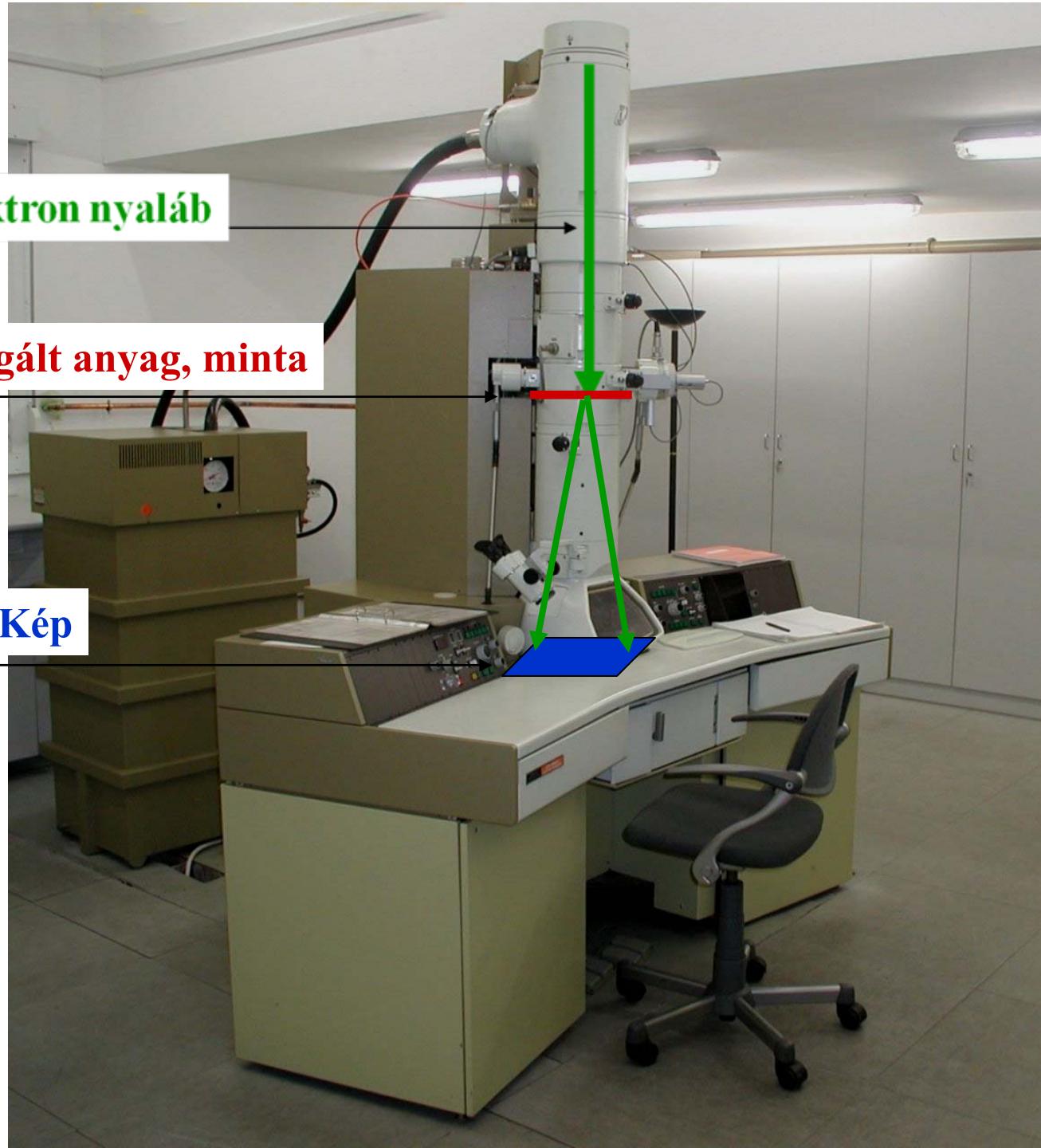
Nézzünk bele az *elektronmikroszkópba*

Elektron nyaláb

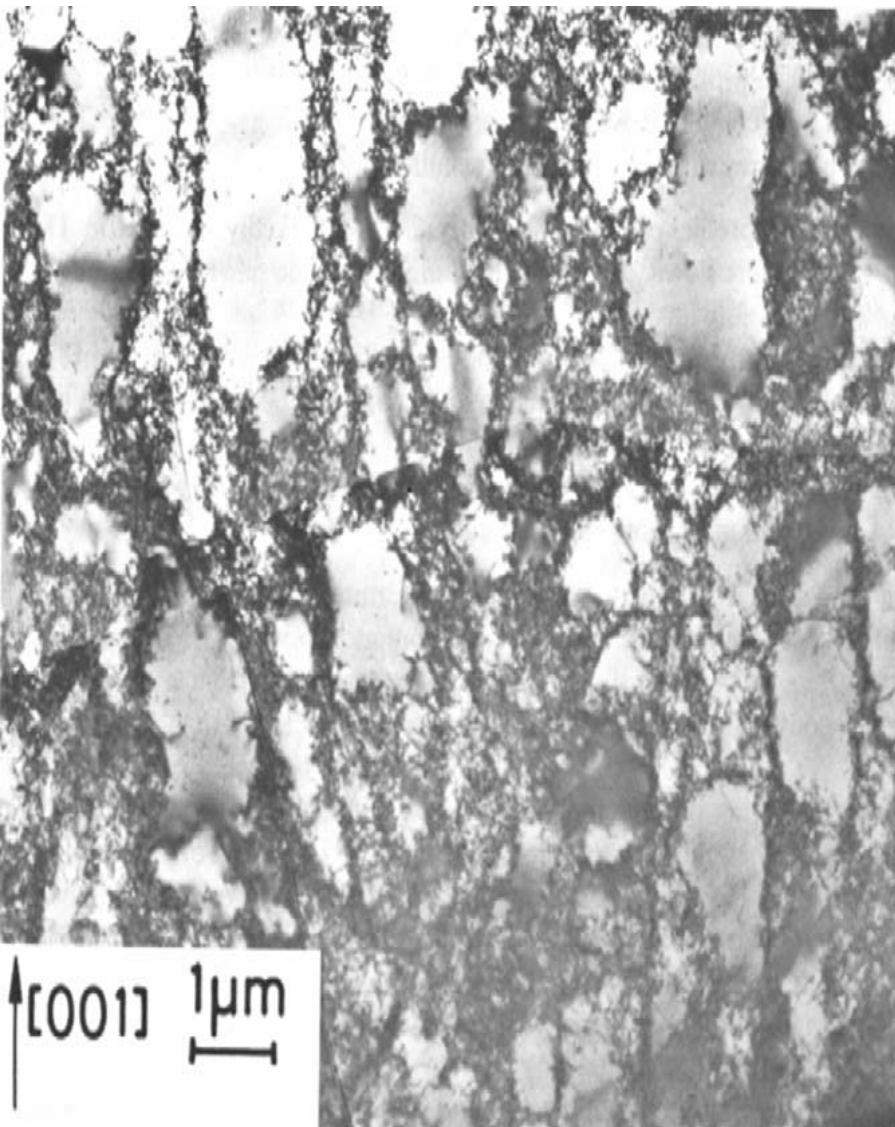
Vizsgált anyag, minta

Kép

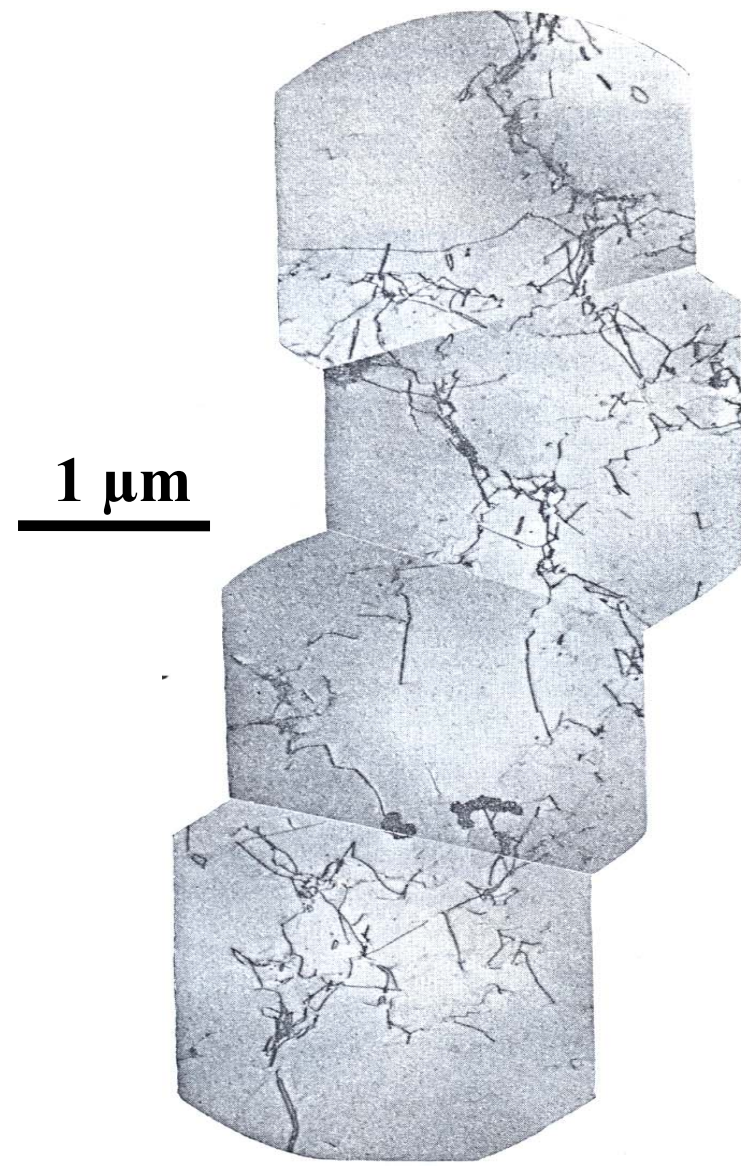
Az ELTE, Fizikai Intézet
Anyagfizikai Tanszék
elektronmikroszkópja



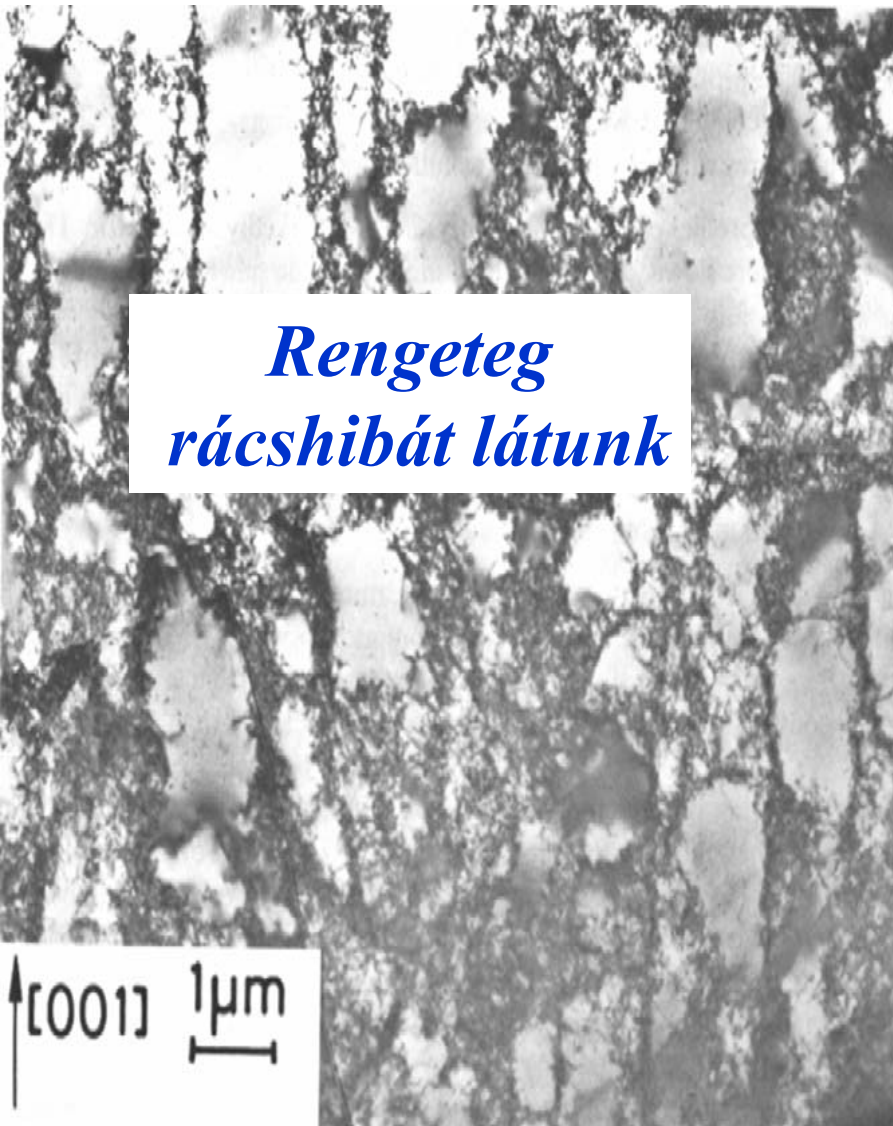
(1) megcsavarás után



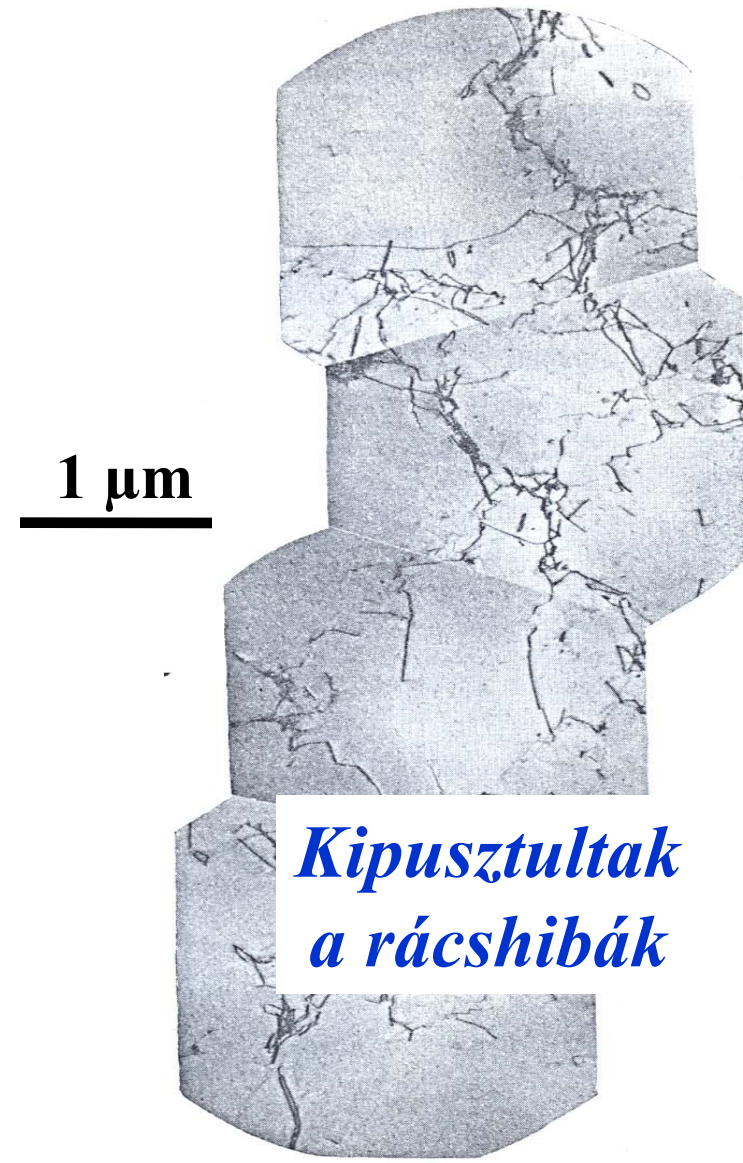
(2) melegítés után

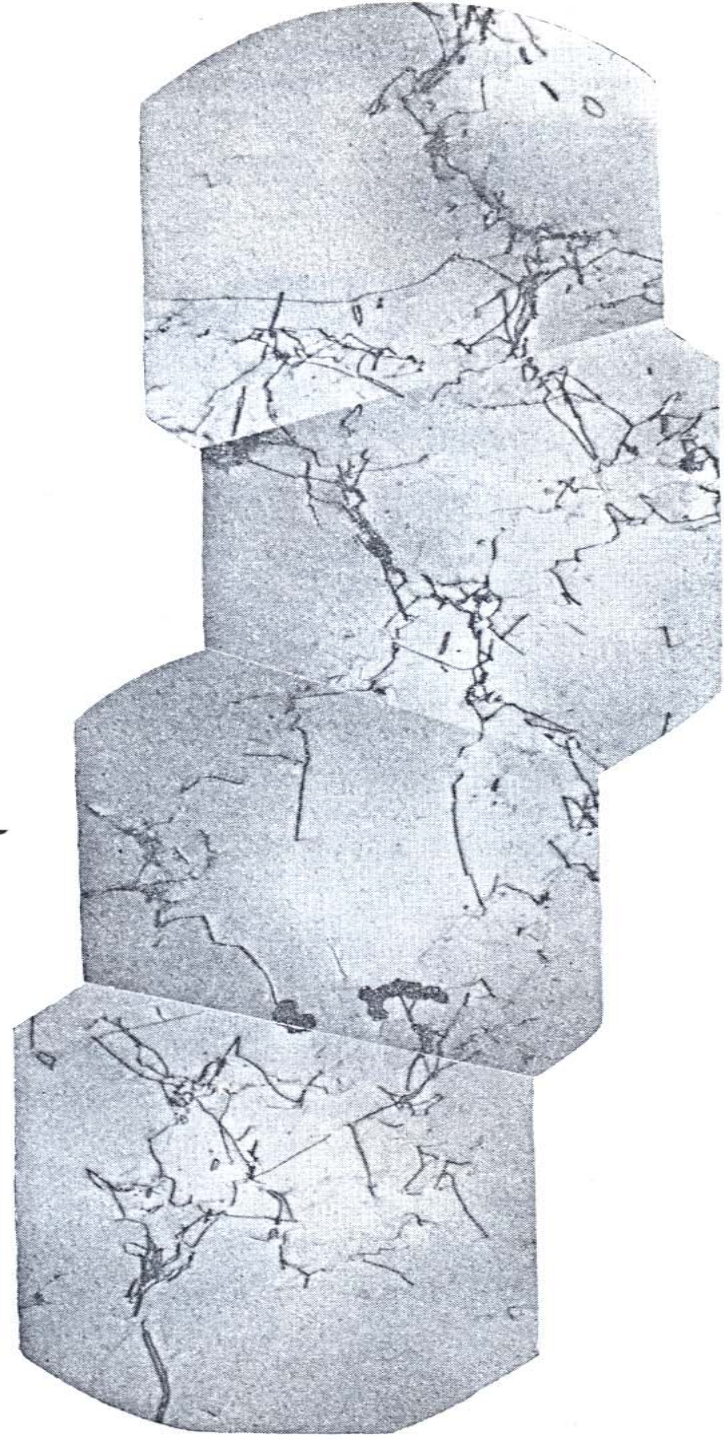


(1) megcsavarás után



(2) melegítés után





ezek a vonalszerű kristályhibák:

diszlokációk



Damascus-i kard (Wikipedia)

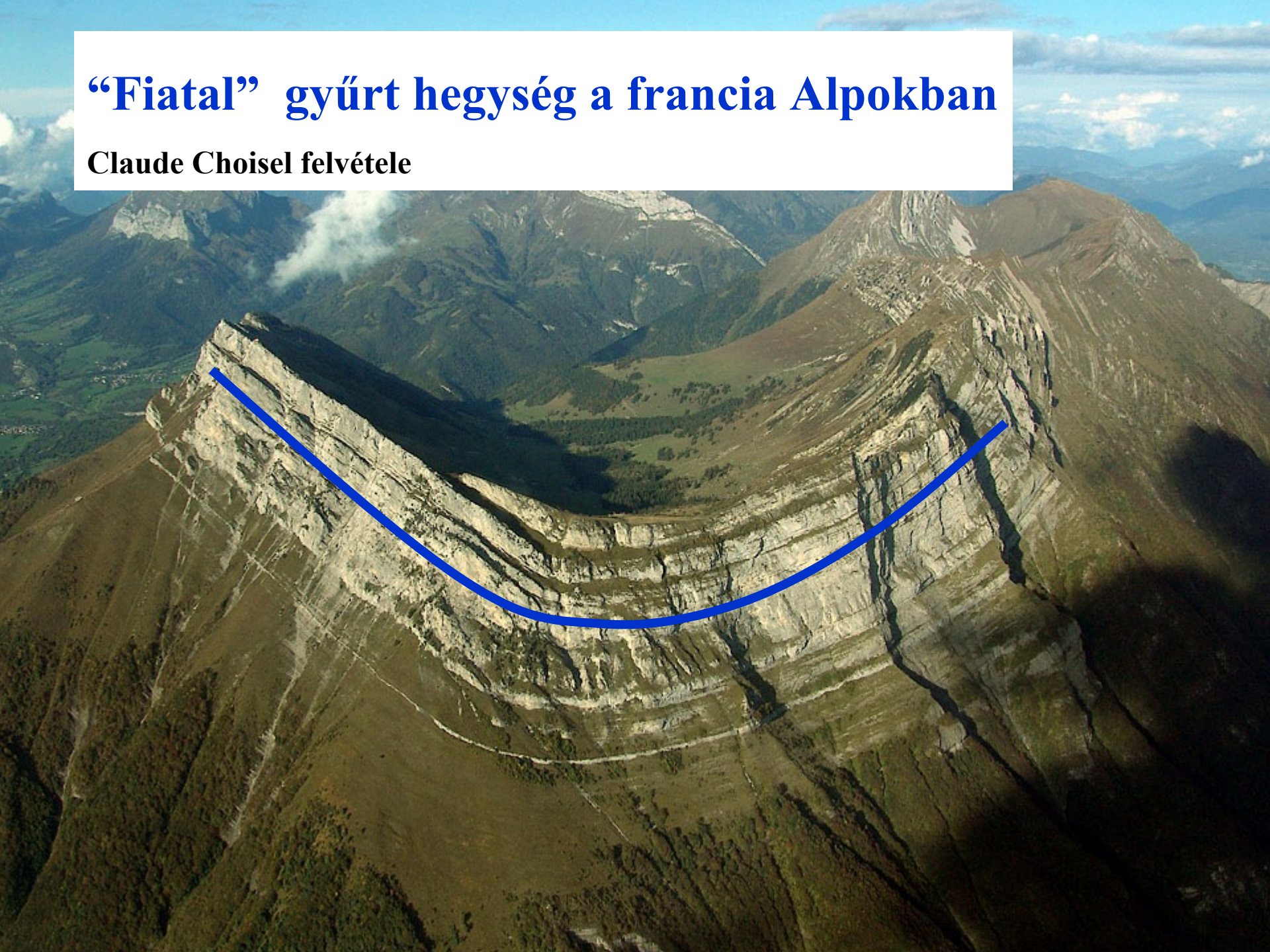
Damascusban a fegyverkovács

rengeteg *diszlokációt* vitt be az acélba

A hegyek is deformálódnak

“Fiatal” gyűrt hegység a francia Alpokban

Claude Choisel felvétele



“Összegyűrt” üledékes réteg

Martin Miller felvétele az amerikai “Rocky Mountains”-ben



a *hegyek* “*kovácsa*”:

a *földkéregben* a *lemezek mozgása*

ezek persze *nem sietnek*,

a hegyeket *sok millió év* alatt “*kovácsolják*”

olyanokká, amelyeneket ma látunk, amikor utazunk, kirándulunk

kövek, hegyek, földkéreg-lemezek

is

diszlokációk *keletkezésével* *deformálódnak*

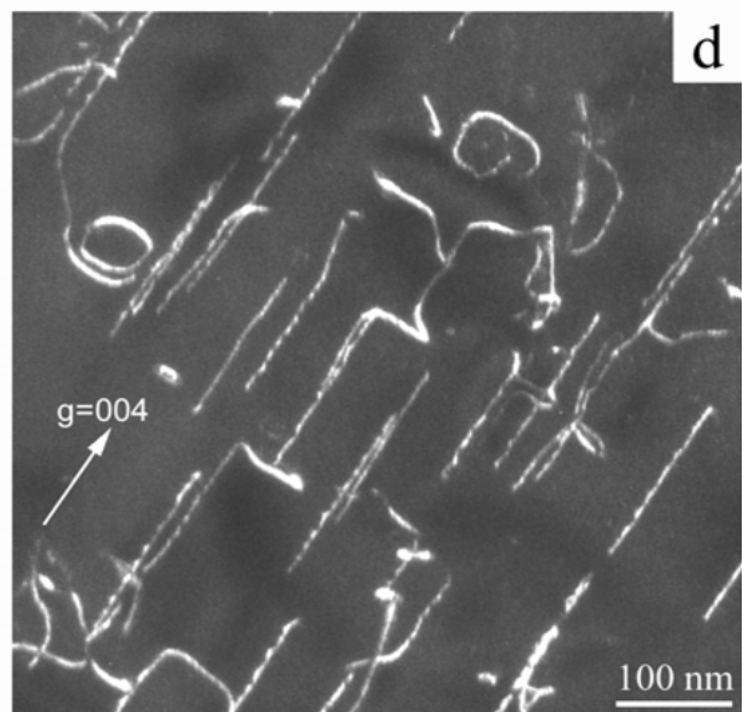
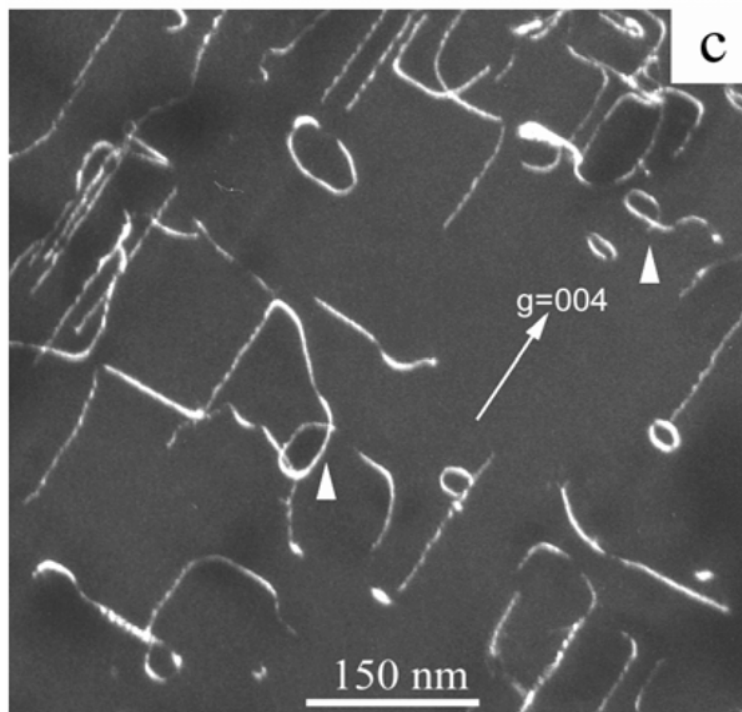
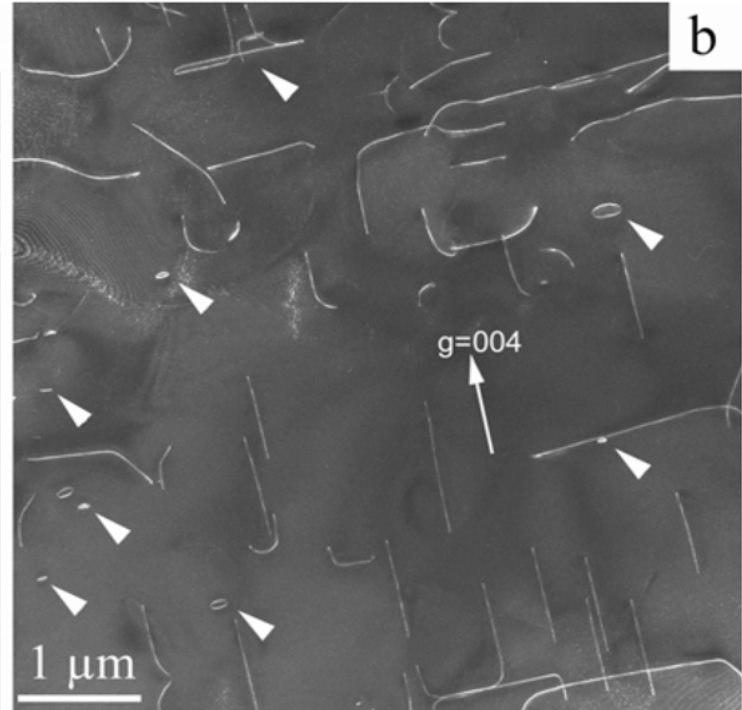
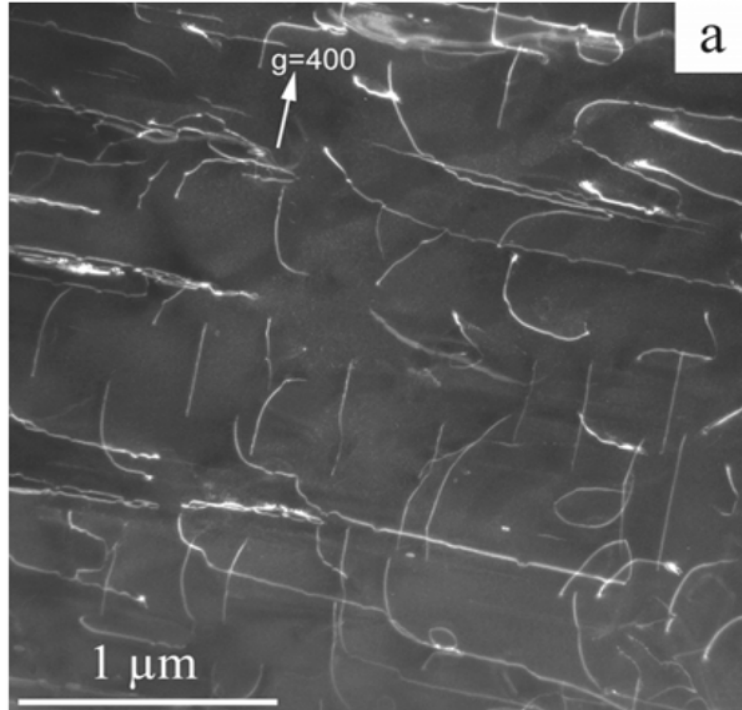
olivine : $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$

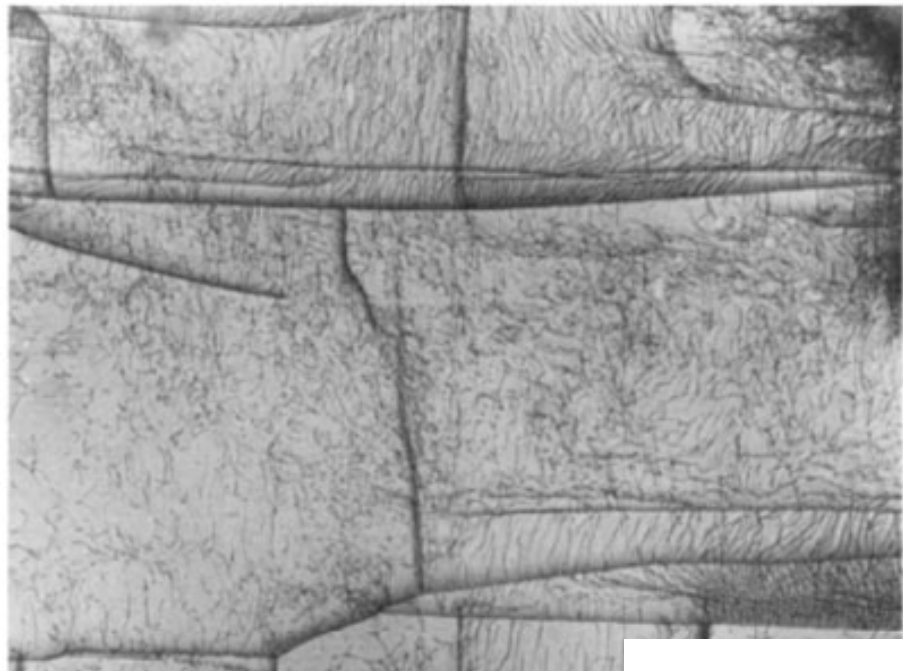
az egyik leggyakoribb ásvány a földkéregben

a hegyek jelentős része ebből áll

diszlokációk
deformált
olivine-ben

Patrick Cordier
elektronmikroszkópos
felvételei





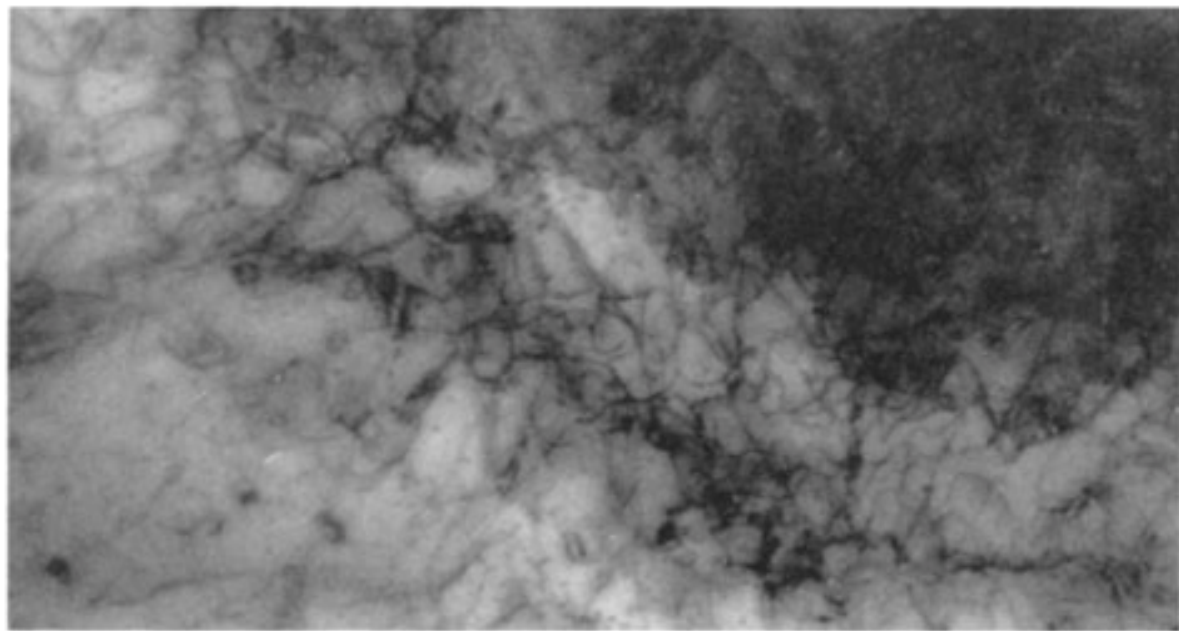
gyengén deformált olivine



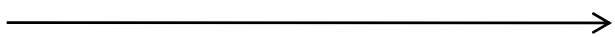
Olivine: Wikipedia

1 μm

10 μm



erősen deformált olivine



a **kövek**, vagy **mélyen fekvő rétegek**

mikroszerkezete

megmondja, hogy **milyen** és milyen **mértékű**

volt a **deformáció** a **földkéreg mozgása során**

egy ELTE-s kísérlet

Az elektronmikroszkópia mellett
a *röntgensugarak elhajlásából*
is

meghatározhatjuk a *mikroszerkezetet*

Kérdés:

Van-e szerepe a diszlokációknak

800 km-re a földfelszín alatt

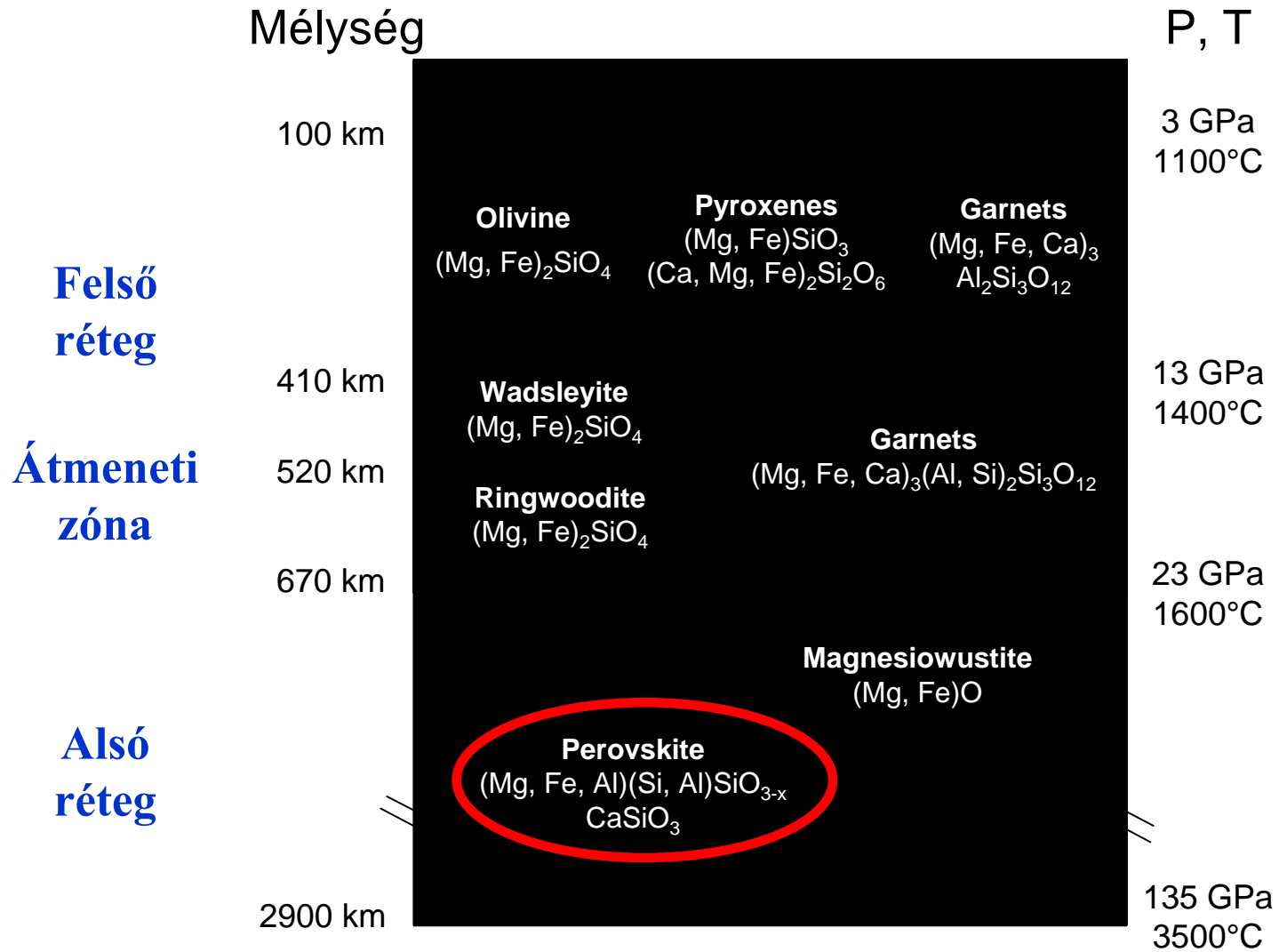
mintegy 2300 °C-on

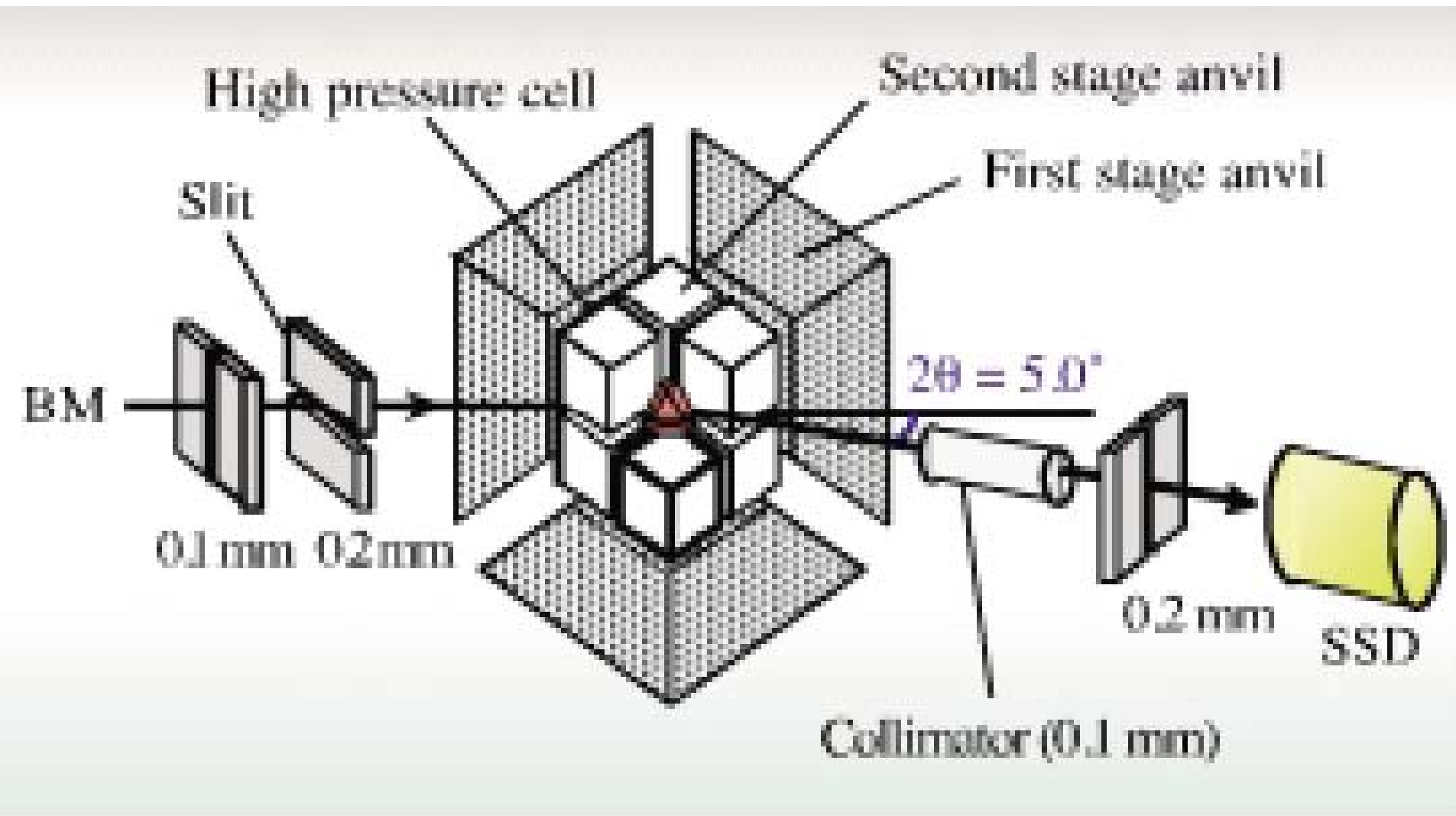
25 GPa nyomáson ?

Milyen a szintetikusan előállított

MgSiO₃ perovszkit mikroszerkezete ?

A földkéreg sematikus ásványi összetétele (Wikipedia)





Sokkockás berendezés

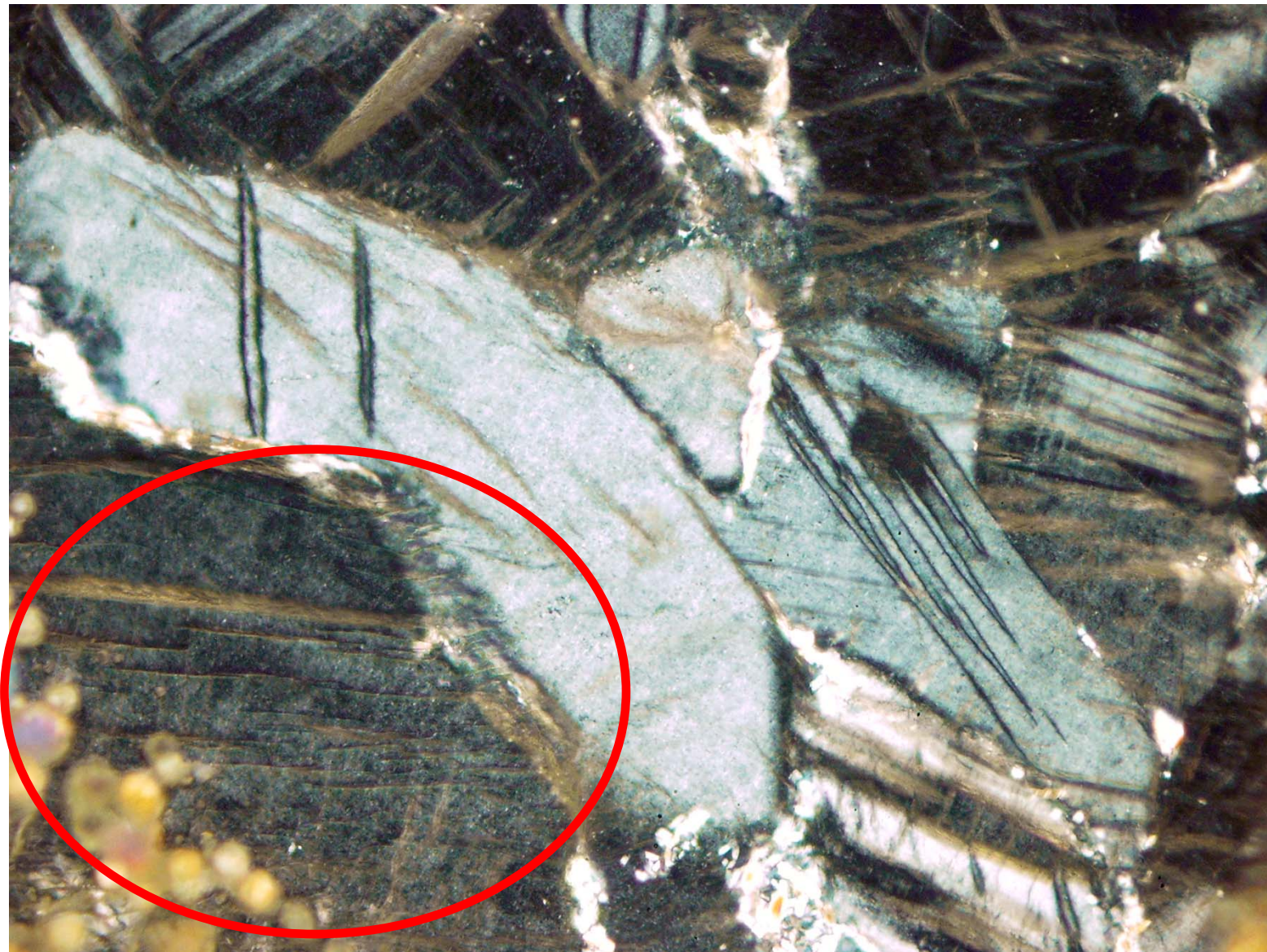


- “Nagy” térfogat: 1-12 mm³
- Nyomás: **28 GPa** -ig
- Hőmérséklet: **2500 K** -ig

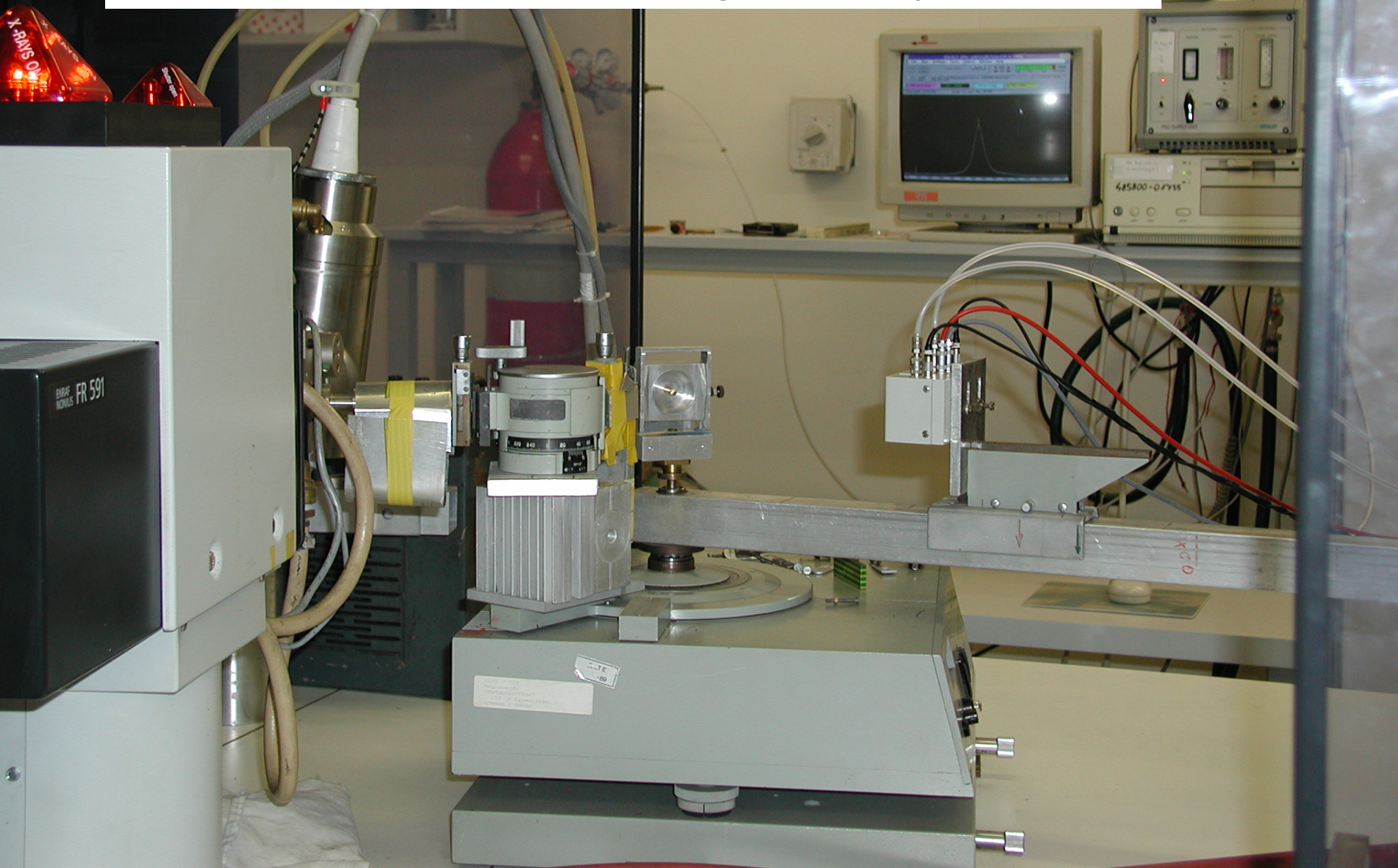
Bayerisches Geoinstitut

A vizsgálatra kiszemelt tartomány

← 1 mm →

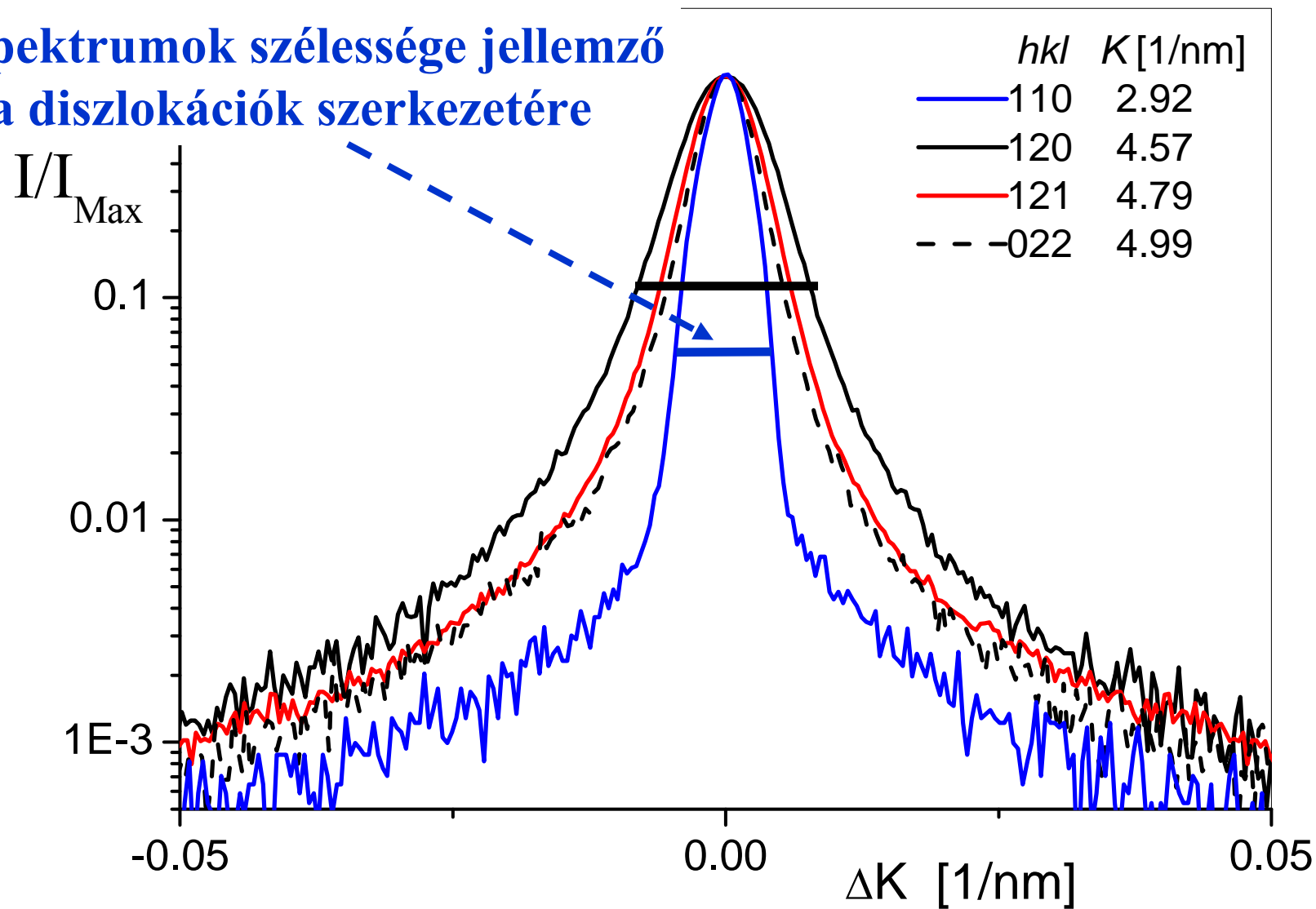


Saját fejlesztésű és építésű röntgen berendezés
a mikroszerkezet vizsgálata céljából

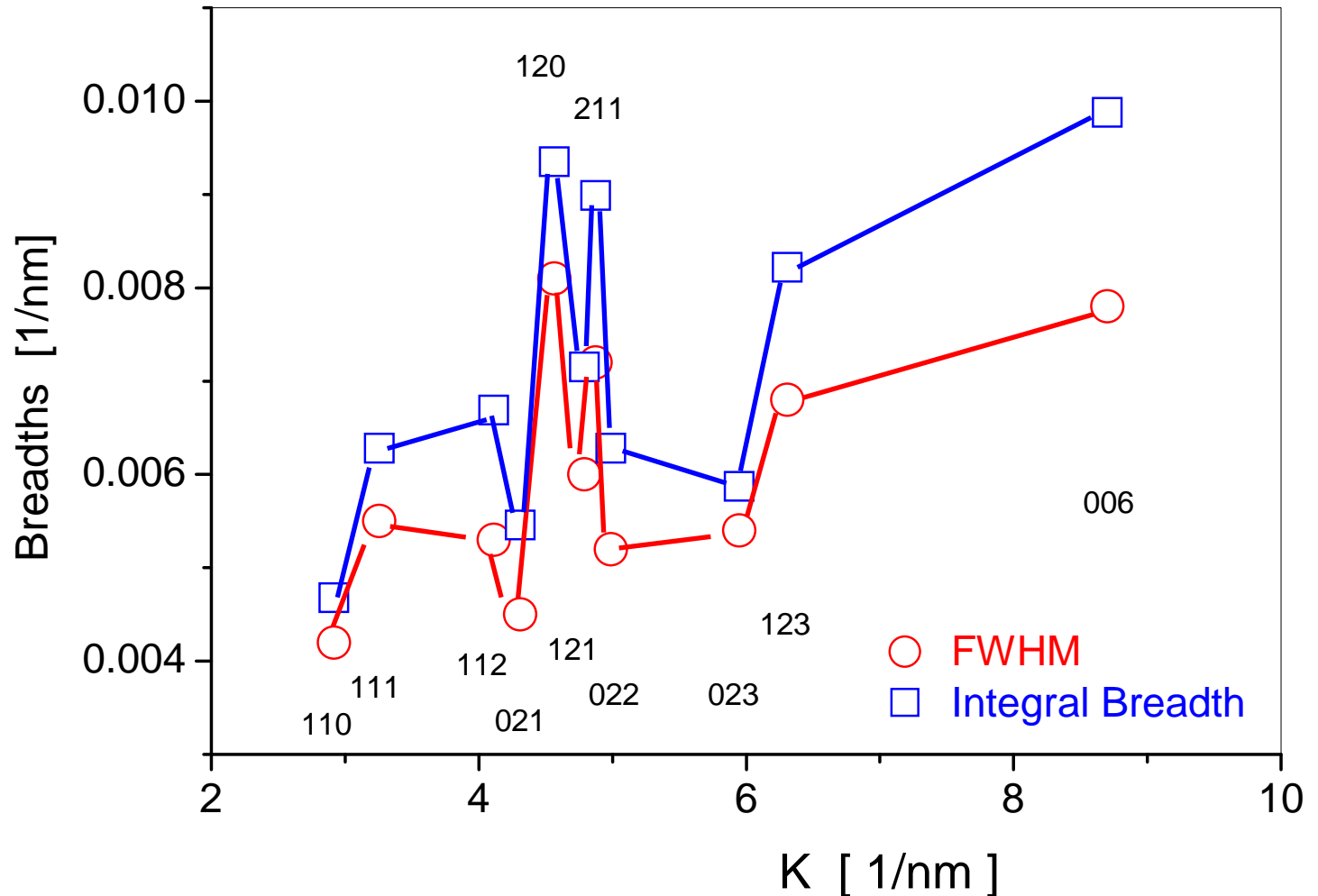


Tipikus röntgen spektrumok

A spektrumok szélessége jellemző a diszlokációk szerkezetére



A spektrumok szélességének jellegzetes menete megadja a diszlokációk szerkezetét és mennyiségét



A földkéreg **lemezek mozgásának modellezésében**
bátran figyelembe vehetjük
a diszlokációk jelenlétét

Köszönöm
a megtisztelő figyelmüket

A két különböző mikroszerkezet
az *elektronmikroszkópban*

Elektron nyaláb

Vizsgált anyag, minta

Kép

