



Fogorvosi Anyagtudomány Fizikai Alapjai

5.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
Anyagcsaládok: fémek és kerámiák

Tankönyv fejezetei:
9-11

HF:
3. fej.:
3-5, 8, 10, 12, 14, 18

1


Fogászati anyagok fajtái

FÉMEK
Fémes kötés

KERÁMIÁK
Fémes és nemfémes elemek vegyületei.

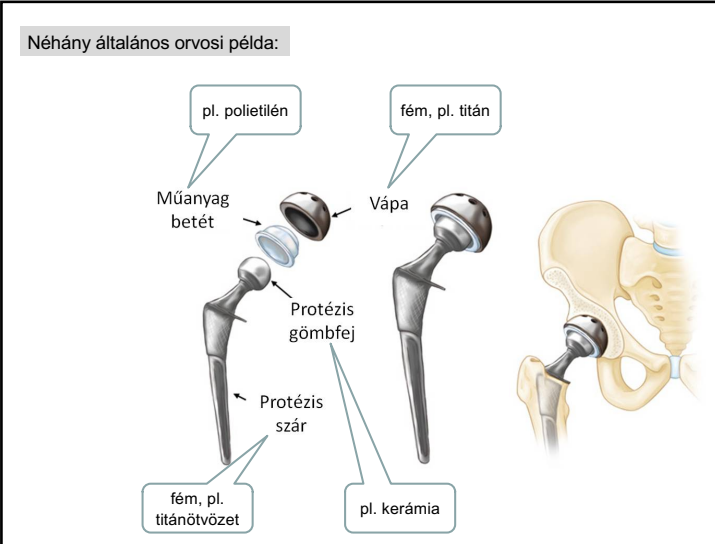
POLIMEREK
Egy alegység ismétlődésével felépülő láncszerű molekulákból áll.

KOMPOZITOK
Az előző 3 család legalább kétféle anyagából áll.



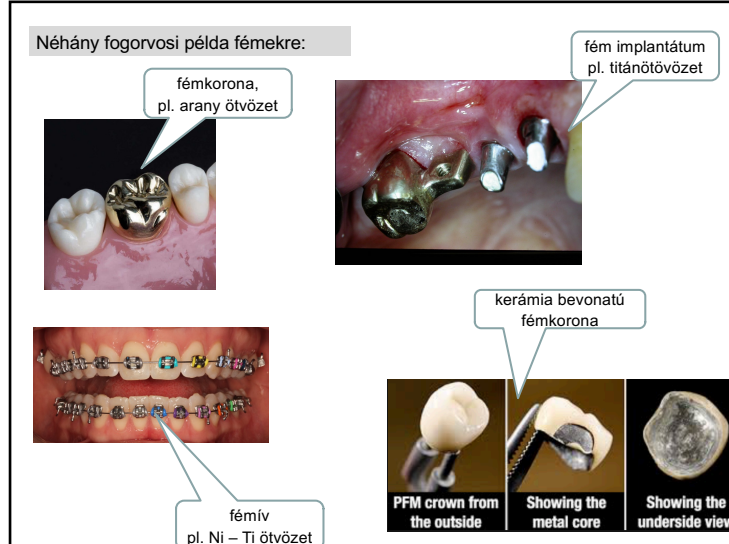
2

Néhány általános orvosi példa:



3

Néhány fogorvosi példa fémekre:



fémkorona, pl. arany ötvözet

fém implantátum pl. titánötvözet

kerámia bevonatú fémkorona

PFM crown from the outside

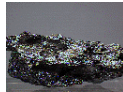
Showing the metal core

Showing the underside view

fémív pl. Ni – Ti ötvözet

4

Fémek



Tulajdonságai:

- gyakori anyag; változatos tulajdonságúak
- viszonylag nagy sűrűség
- szobahőmérsékleten szilárd (kivéve Ga és Hg)
- viszonylag nagy szívósságúak és szilárdságúak
- viszonylag jól alakíthatók
- hajlamosak a korrózióra (kivéve a nemesfémek)
- ötvözással tulajdonságaik jól befolyásolhatók
- jó hő- és elektromos vezetőképesség
- fémes szín
- nagyrészt nem biokompatibilisek



Szerkezete:

- fémes kötés
- szívfémekben azonos méretű atomok
- kristályos (leggyakrabban hexagonális, vagy köbös)*
- polikristályos**

amorf
féműveg!

Alkalmazási példák:

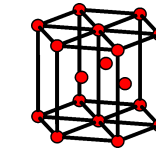
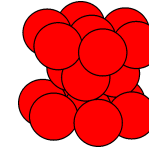
- koronák, hidak
- implantátumok
- tömés
- fogszabályozó készülékek

Előállítás: olvasztás, öntés

5

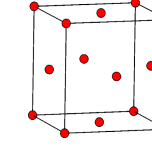
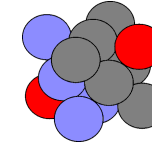
*Miért gyakori a hexagonális és köbös rács a fémeknél?

Egyforma gömbök illeszkedése!



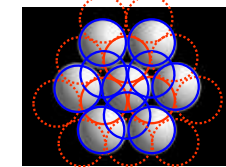
szoros illeszkedésű
hexagonális (hcp)

pl. Ti, Cd, Co, Zn, ...
téritöltési
tényező: 74 %



szoros illeszkedésű köbös
(lapcentrált köbös, fcc)

pl. Ag, Au, Pt, Al, Cu, Ni, ...
74 %

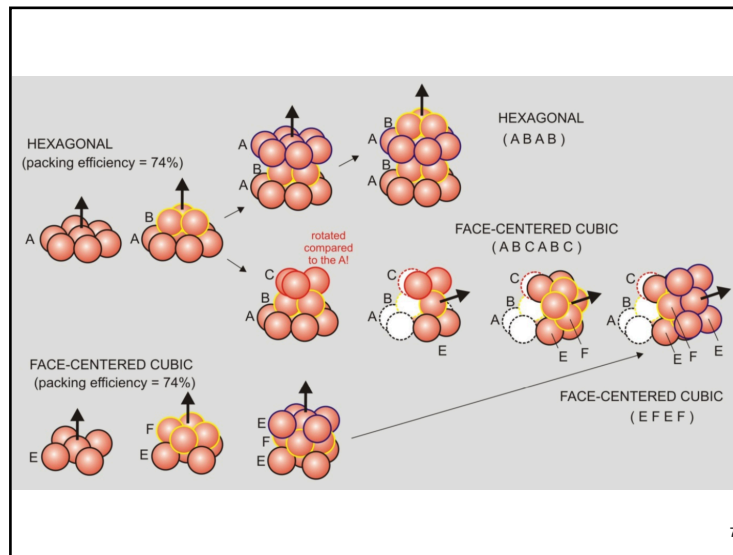


kevésbé szoros
illeszkedés: pl.
tércentrált köbös (bcc)

pl. Fe, Cr, ...

68 %

6



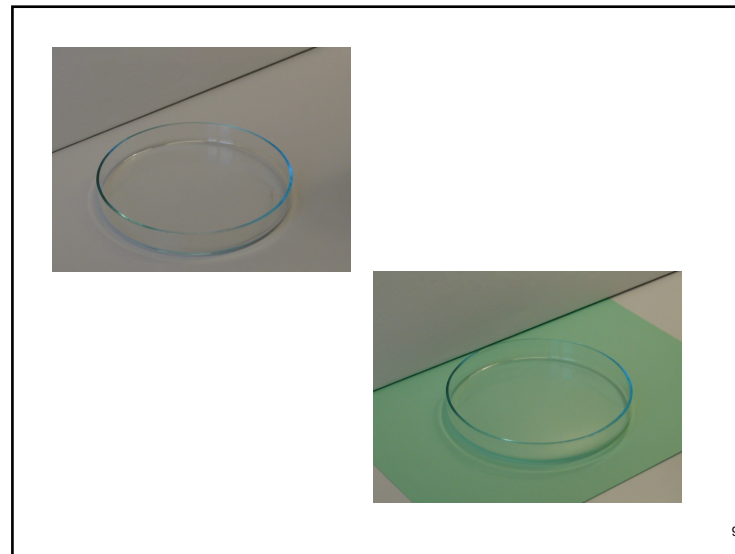
7

7



8

8



9

**Polikristályos szerkezet

Szövetszerkezet, mikrostruktúra:

homogén szövetszerkezet

heterogén szövetszerkezet

szemcsék (kristallitok, szövetelemek)

Szövetszerkezet vizsgálata:

- csiszolás durvább/finomabb
- kémiai maratás
- mikroszkópi megfigyelés (fémmikroszkóp)

10

Fémötvözetek

Cél: tulajdonságok javítása, pl.

- korrozíóállóság javítása, pl. Fe, Ni, Co, ...+Cr
- nagyobb keménység, merevség elérése, pl. Au+Cu
- fém-kerámia adhézió növelése, pl. nemesfém+Fe, Sn, In

Osztályozás:

- fém+fém, pl. Fe+Cr
- fém+nemfém, pl. Fe+C
- használat szerint (pl. inlay, korona, ...)
- alap elem szerint (arany alapú, palládium alapú, ...)
- komponensek száma (biner, terner, kvaterner,...) szerint
- 3 fő elem szerint (pl. Au-Pd-Ag, Ni-Cr-Be, ...)
- uralkodó fázisdiagram szerint
 - szilárd oldat
 - eutektikus ötvözet
 - peritektikus ötvözet
 - fémvegyület

11

Ötvözési arányok:

- tömeg%** $c_{m,1} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot 100\%$
- mól%** $c_{v,1} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} \cdot 100\%$ → tulajdonságok!
(Pl. Ni-Cr-Mo-Be ötvözet: Be 1,8 súly% ↔ 11 mól%)

Átszámoláshoz:

$$c_{v,1} = \frac{c_{m,1} \cdot M_2}{c_{m,1} \cdot M_2 + c_{m,2} \cdot M_1} \cdot 100\% \quad c_{m,1} = \frac{c_{v,1} \cdot M_1}{c_{v,1} \cdot M_1 + c_{v,2} \cdot M_2} \cdot 100\%$$

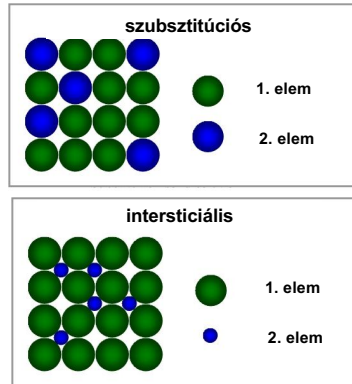
Átlagsűrűség: $\bar{\rho} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{c_{m,1} \cdot \rho_2 + c_{m,2} \cdot \rho_1}$

12

Szilárd oldat (elegykristály)

Mind folyadék fázisban, mind szilárd fázisban jó oldódás →

homogén szövetszerkezet



13

13

Oldhatóság feltételei szubsztitúciós szilárd oldatra:

- atomok mérete ne nagyon különbözzön (< 15%)
- azonos kristályrács típus
- hasonló elektronegativitás
- vegyérték azonos, vagy az „oldószer” vegyértéke nagyobb

fém	atom átmérő (nm)	rácstípus	elektro-negativitás
Au	0,2882	fcc	2,4
Pt	0,2775	fcc	2,2
Pd	0,2750	fcc	2,2
Ag	0,2888	fcc	1,9
Cu	0,2556	fcc	1,9
Ni	0,25	fcc	1,8
Sn	0,3016	tetragonális	1,8

Oldhatóság feltételei intersticiális szilárd oldatra:

- „oldott” atom mérete jóval kisebb
- „oldott” anyag mennyisége kicsi (< 10%)

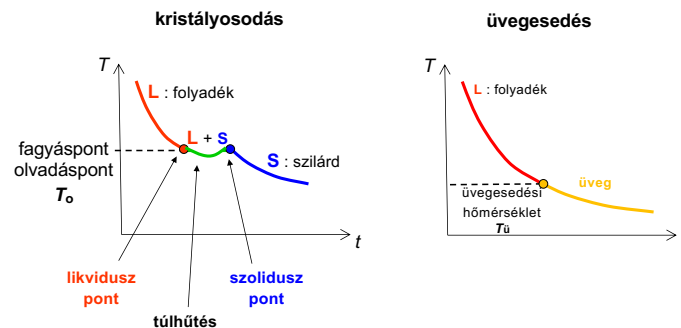
Szilárd oldat tulajdonságai:

Rugalmassági határ, szilárdság, keménység nő,
képlékenység csökken, pl. Au-Cu(5 tömeg%)

14

14

Tiszta fémolvadék lehűlési görbéje



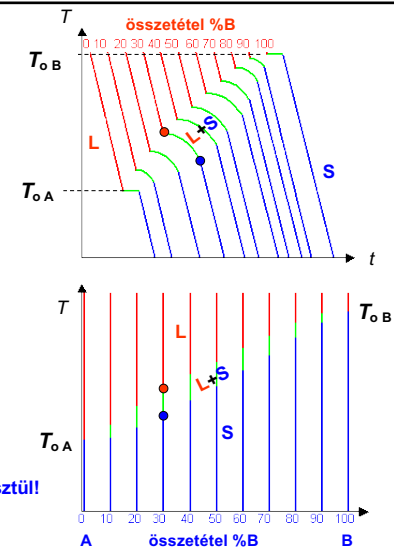
15

15

Szilárd oldat lehűlési görbéje

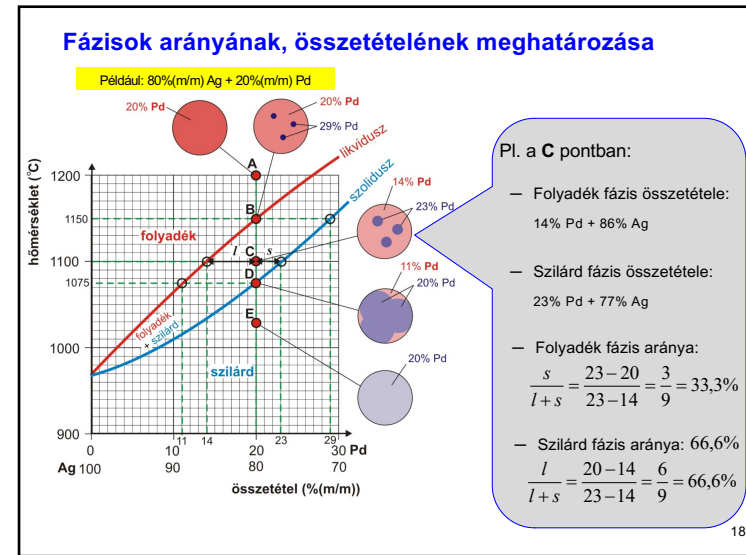
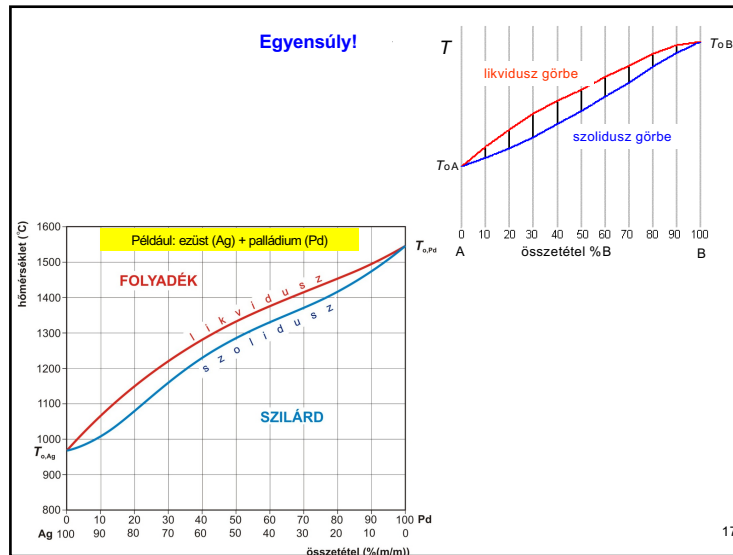
fázisdiagramja

Egyensúlyi állapotokon keresztül!
= végtelenül lassú hűtés



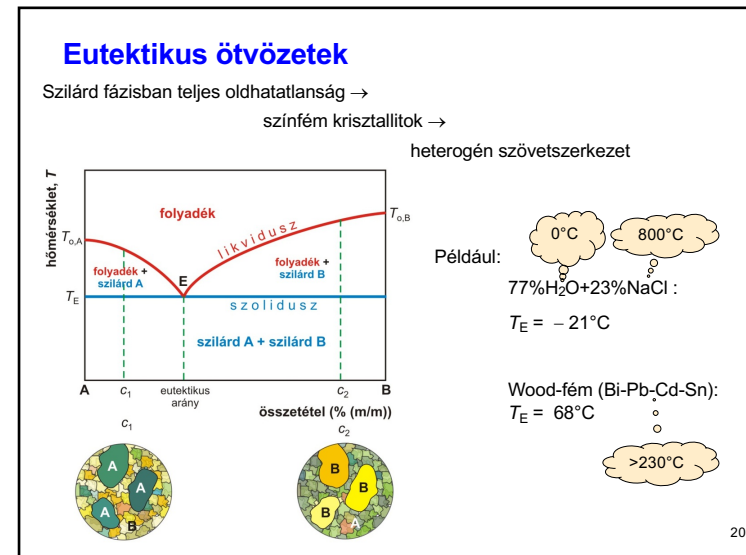
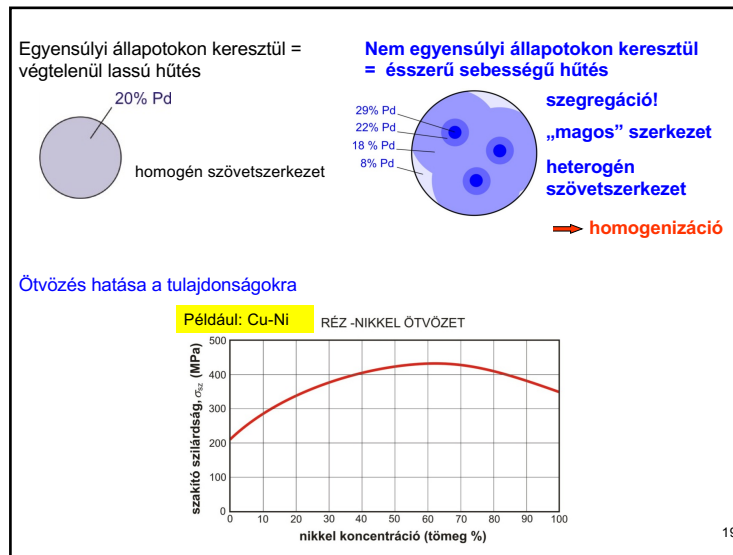
16

16



17

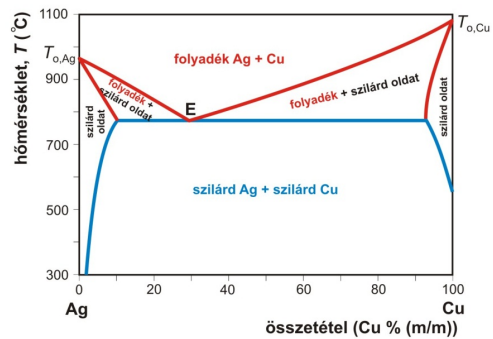
18



20

19

Pl. Ag-Cu

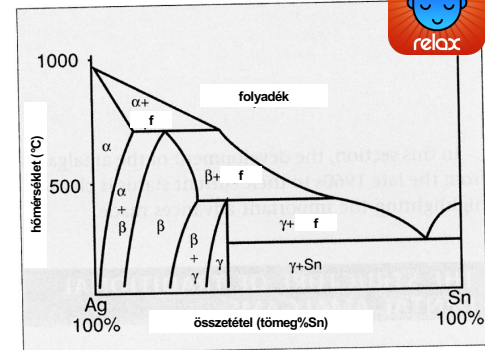


21

Amalgám

fém	% (m/m)
Hg	50
Ag	34
Sn	13
Cu	2
Zn	1

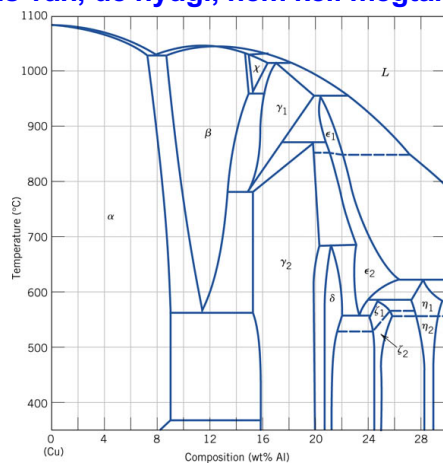
Ag-Sn fázisdiagramja



γ fázis: Ag_3Sn

22

Ilyen is van, de nyugi, nem kell megtanulni!



23

Kerámiák

Definíció: **fémek és nemfémek elemek vegyülete** (vannak kivételek!)

Tulajdonságai:

- közepes sűrűség
- szobahőmérsékleten szilárd
- nagy merevség, keménység, de nem jól alakíthatók, törékenyek
- nagy hő- és korrózióállóság
- gyenge hőszokk tűrés
- rossz hő- és elektromos vezetőképesség
- változatos optikai tulajdonságok
- biokompatibilitás



Előállítás:

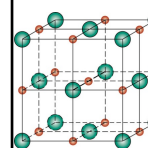
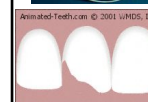
- olvasztás, öntés
- szinterelés*

Szerkezete:

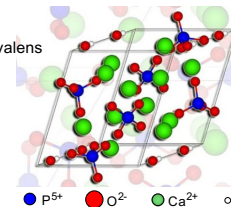
- főként ionkötés, kisebb részben kovalens
- különböző méretű ionok (általában)
- kristályos v. amorf v. vegyes**

Alkalmazási példák:

- koronák, hidak
- gyökértíft
- cementek
- csiszolóanyagok



NaCl

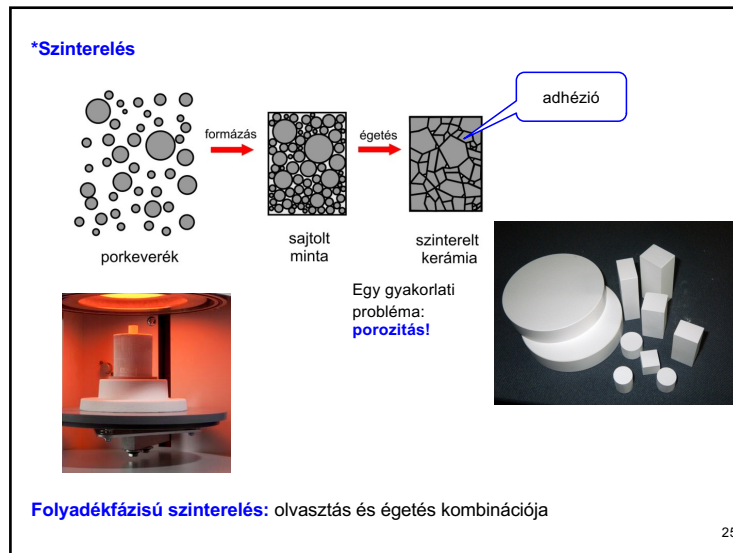


apatit

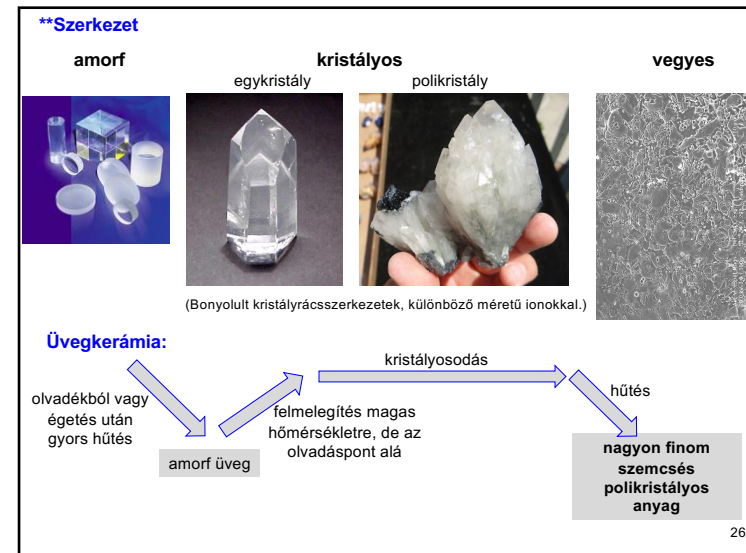
24

23

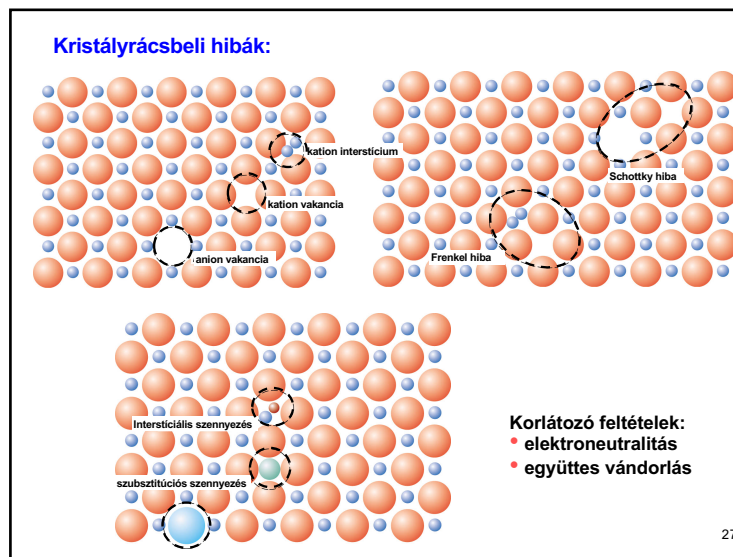
24



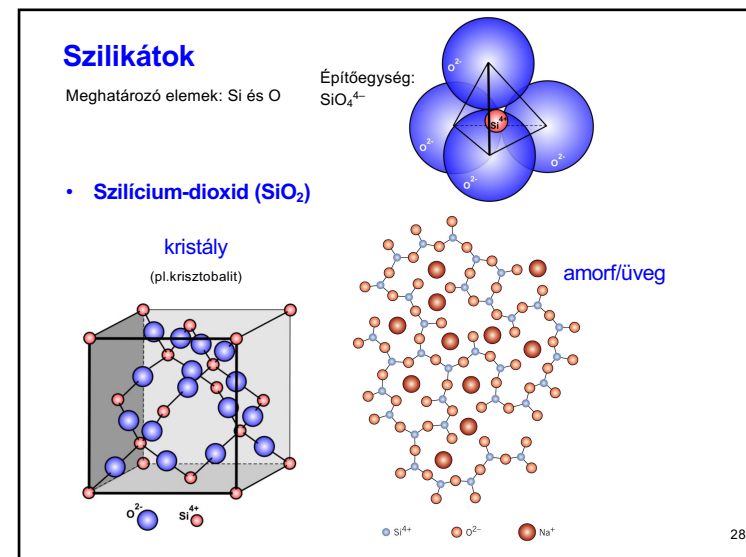
25



26



27



28

• **Porcelán (hagyományos)**

Al₂(OH)₄²⁺ réteg

(Si₂O₅)²⁻ réteg

Kaolin
(Al₂(Si₂O₅)(OH)₄)

Si⁴⁺
Al³⁺
OH⁻
O²⁻

+ kvarc
+ földpát

→ szárítás, égetés

29

• **Fogorvosi szilikátkerámikák**

- amorf üveg (nátronföldpát - NaAlSi₃O₈, káliföldpát - KAISi₃O₈, SiO₂, Al₂O₃, ...)
- amorf üveg kristályos tartományokkal
 - amorf földpátüveg + kevés leucitkristály (KAISi₂O₆)
 - amorf földpátüveg + 50% leucitkristály (KAISi₂O₆)
 - Li-szilikátüveg + 70% Li-diszilikátkristály (Li₂Si₂O₅)

üvegkerámia

30

Oxid kerámikák

• **Cirkónium-dioxid (ZrO₂, cirkon)**

Tulajdonságok (tömörre szinterelt állapotban):

- fehér
- sűrűsége kb. 6 g/cm³
- nagy szilárdságú és nagy szívósságú, merev, kemény (l. később)

Előállítás:

- cirkonhomokból (ZrSiO₄)
- drága tisztítási eljárások, de hafniumoxid marad kb 1%-ban (radioaktivitás <1 Bq/g!)
- hideg v. meleg sajtolás, szinterelés

monoklin

tetragonális

kúbos

olvadék

1170

1500

2370

2500

2690

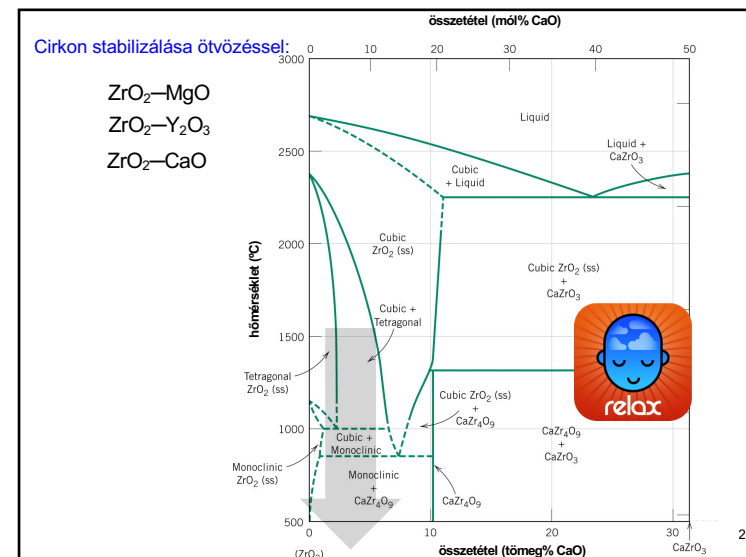
3000

T (°C)

szinterelés

repedések!

31



32

A cirkon „önjavító” képessége:

→ Cirkon hozzáadásával más kerámiák is ellenállóbbá tehetők a repedésekkel szemben!

→ I. Fázisátalakulással szívósított kerámiák!

33

33

• **Alumínium-oxid (Al_2O_3)**

Tulajdonságok:

- színtelen, fehér
- olvadáspont 2700°C
- sűrűsége kb. 4 g/cm^3
- nagyon kemény (l. később)

Kristályos formák:

korund
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_2 \rightarrow \text{rubin}$
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CoO}_2 \rightarrow \text{zafír}$

• **Oxidkerámia kristály + üveg**

34

34