



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

3.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Határfelületi jelenségek
Fázisdiagram, fázisátalakulás

Kiemelt témák:

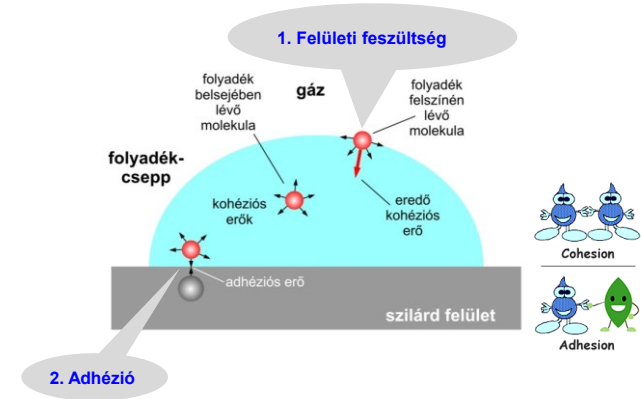
- ❖ felületi feszültség
- ❖ adhézió – nedvesítés
- ❖ fázis – fázisdiagramm
- ❖ fázisátalakulás

Tankönyv
fejezetei:
6, 7

HF:
1. fej.:
24, 25, 27, 28, 31

1

Határfelületi jelenségek



2

1. Felületi feszültség

Felületi feszültség v. fajlagos

felületi energia (σ):

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

felületnövekedés

a ΔA felületnövekedéssel
járó energiaváltozás



anyag	σ (J/m ²)
víz	0,073
vér	0,06
nyál	0,05
paraffin	0,025
alkohol	0,023
dentin	0,092
zománc	0,087
higany	0,484

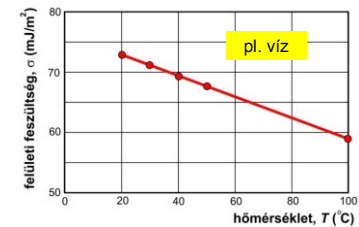
* levegőben, 20°C

A. nárcizmus* mértéke.

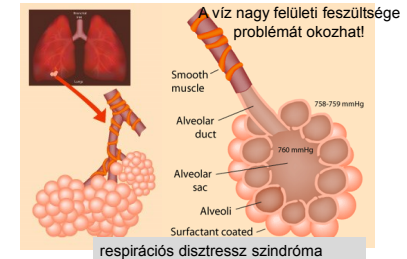


3

A felületi feszültség
hőmérsékletfüggése:

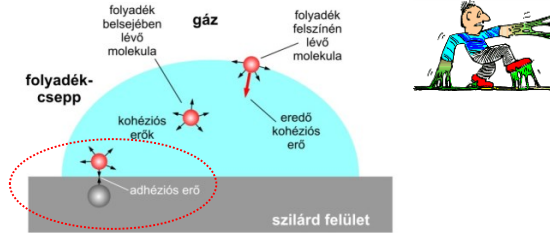


Következmények:



4

2. Adhézió



Típusai:

- kémiai (ionos, kovalens, H-kötés)
 - diszperz (van der Waals-erők)
 - diffúziós (egymásba diffundálnak az anyagok)
- Tehát kémiai kötés alakul ki a két anyag között.
- molekuláris szintű

a leggyakoribb és legáltalánosabb



5

Az adhézió kvantitatív jellemzése:

Határfelületi energia, pontosabban fajlagos határfelületi energia (σ):

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

a ΔA felületnövekedéssel járó energiaváltozás

a határfelület növekedése

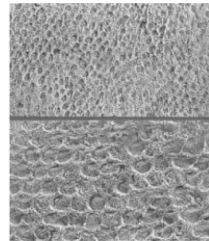


Figure 1. Morphological aspect of the surface of enamel conditioned with 36% phosphoric acid for 20 s. The formation of micropores with type I pattern of conditioning can be observed. (Original magnification: top, 750X; bottom, 1500X).

Adhézió a fogorvosi gyakorlatban, tényezők:

- Felület – savazás
- Viskozitás
- Nedvesítés (adhézió szilárd és folyadék között)

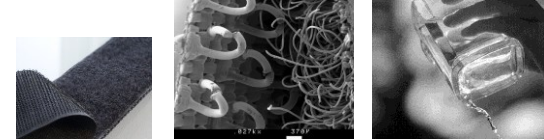


7

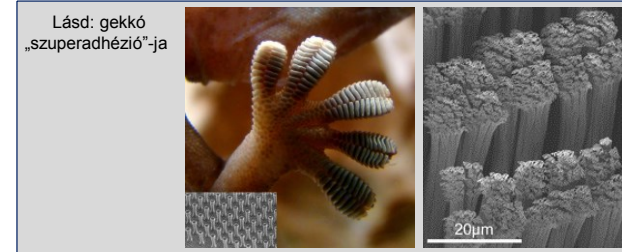
További típusok:

- mechanikai
- elektrosztatikus (feltöltődött felületek)

makroszkopikus

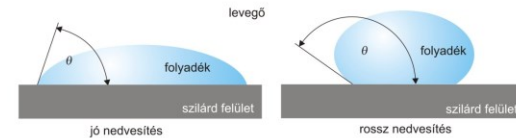
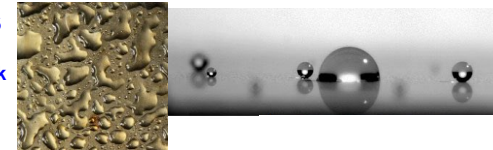


Általában érvényes: **adhézió erőssége ~ érintkező felületek nagysága ~ közelség**



6

Nedvesítés (adhézió szilárd anyag és folyadék között)



θ : peremszög (illeszkedési szög)

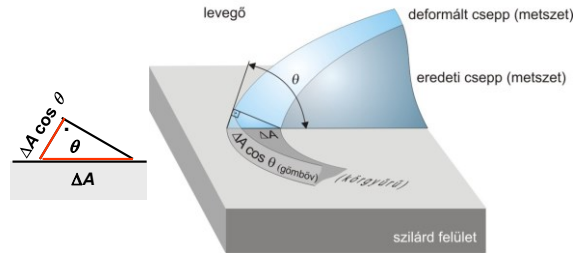
Young-egyenlet:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{sz} - \sigma_{sz, f}}{\sigma_f}$$

- σ_{sz} : szilárd test (–levegő)
- $\sigma_{sz, f}$: szilárd test–folyadék
- σ_f : folyadék (–levegő)

8

A Young-egyenlet levezetése:

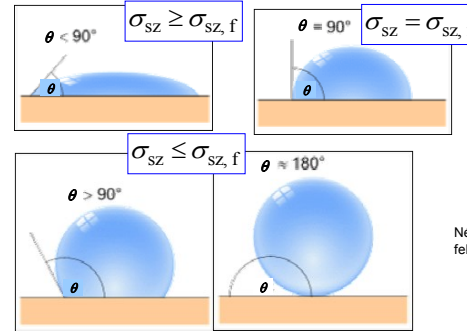


egyensúly = energiaminimum → kis változás az alakban (felületben) nem okoz változást az energiában

$$\Delta E = \Delta A \cdot \sigma_{sz, f} - \Delta A \cdot \sigma_{sz} + \Delta A \cos \theta \cdot \sigma_f = 0$$

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{sz} - \sigma_{sz, f}}{\sigma_f}$$

9



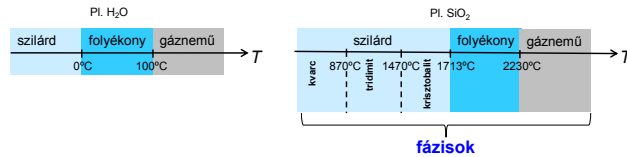
Néhány fogászati anyag fajlagos felületi energiája:

anyag	σ (mJ/m ²)
víz	73 (25 ° C)
nyál	53 (37 ° C)
dentin	92
zománc	87
PMMA	37
paraffin	25

10

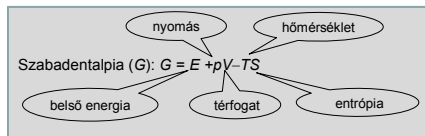
Fázis

Halmazállapotok:



Fázis: fizikailag és kémiai homogén anyagtartomány.

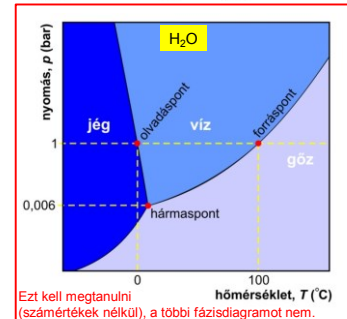
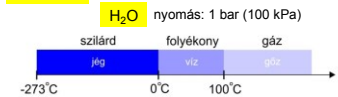
Stabil fázis: adott körülmények között a termodinamikailag legkedvezőbb — legkisebb energiájú, pontosabban legkisebb szabadentalpiájú fázis.



11

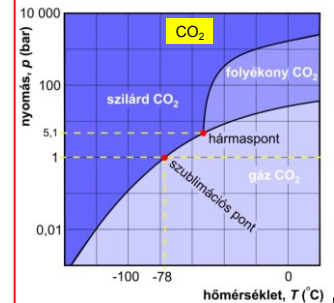
Fázisdiagram

Példák:

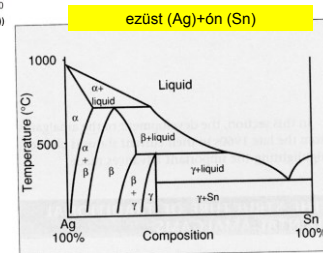
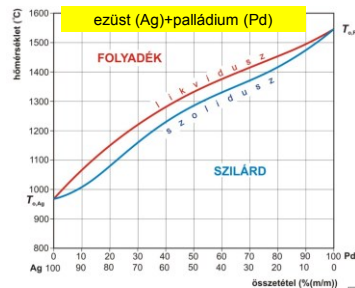
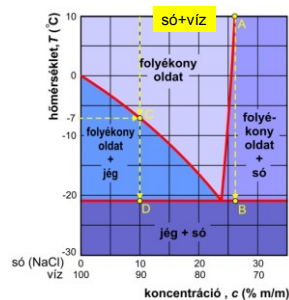
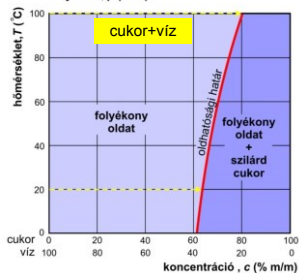
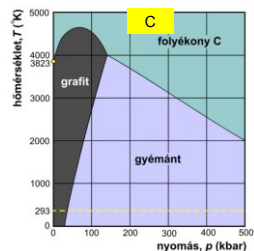


Ezt kell megtanulni (számértékek nélkül), a többi fázisdiagramot nem.

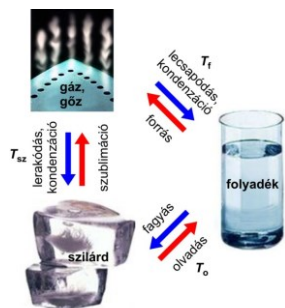
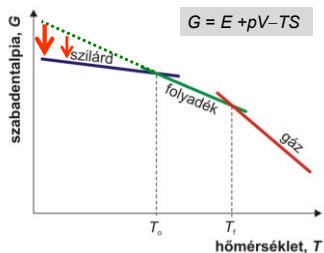
Fázisdiagram: stabil fázisok ábrázolása különböző paraméterek (p, T, c, ...) függvényében.



12



Fázisátalakulás



> **Hajtóerő:** szabadentalpia különbség

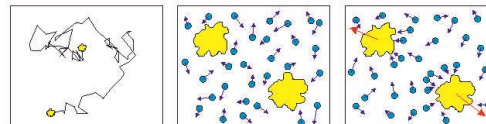
=> minél kisebb $T < T_0$, annál nagyobb a hajtóerő

> **Lehetőség, mód:** atomok, molekulák mozgása (lásd diffúzió)

=> minél kisebb $T < T_0$, annál gyengébbek a mozgások

Diffúzió

Brown mozgás:



Diffúzió: egyenletes eloszlásra való törekvés, koncentrációkiegyenlítés



a diffúzió „sebessége” ~ koncentráció különbség
diffúziós együttható

Fick-törvény:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = -D \cdot A \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

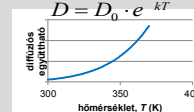
D : diffúziós együttható (m^2/s)

Einstein-Stokes összefüggés:
(gömb alakú részecskékre)

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r}$$

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{\Delta c}{kT}}$$

Diffundáló molekula	közeg	D (m^2/s)
O_2	levegő	$\approx 10^{-5}$
	víz	$\approx 10^{-9}$
	üveg	$\approx 10^{-20}$
He	üveg	$\approx 10^{-18}$



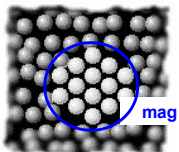
15

16

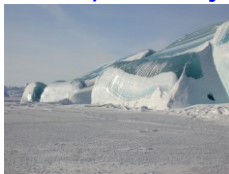
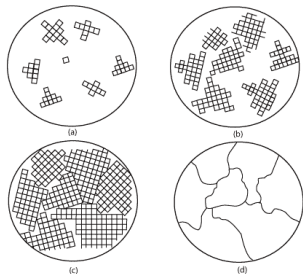
Fázisátalakulás (pl. kristályosodás) kinetikája

Tűlhűtés! $T < T_0$

1. Magképződés (nukleáció)

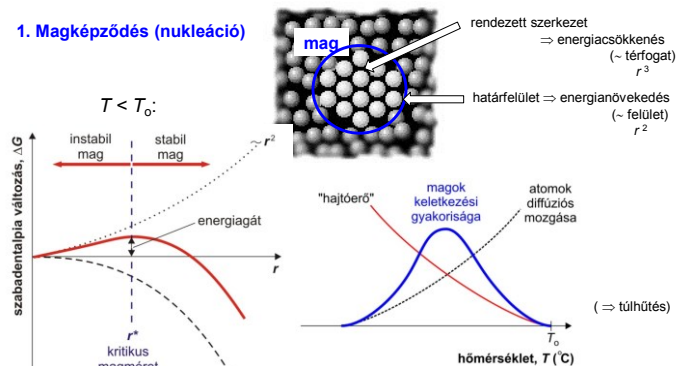


2. Növekedés



17

1. Magképződés (nukleáció)



- **homogén nukleáció:** saját anyagában
- **heterogén nukleáció:** már meglévő szilárd felületeken (pl. edény falán, szennyező szemcséken)

gyorsabb!

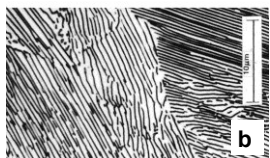
18

2. Növekedés

Szemcsealak és -méret \Rightarrow tulajdonságok!

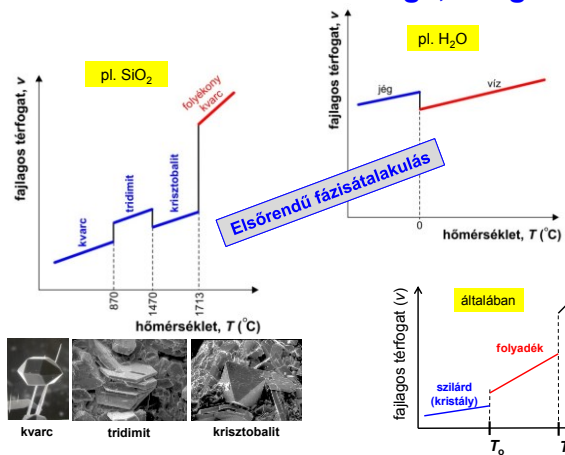


Például:

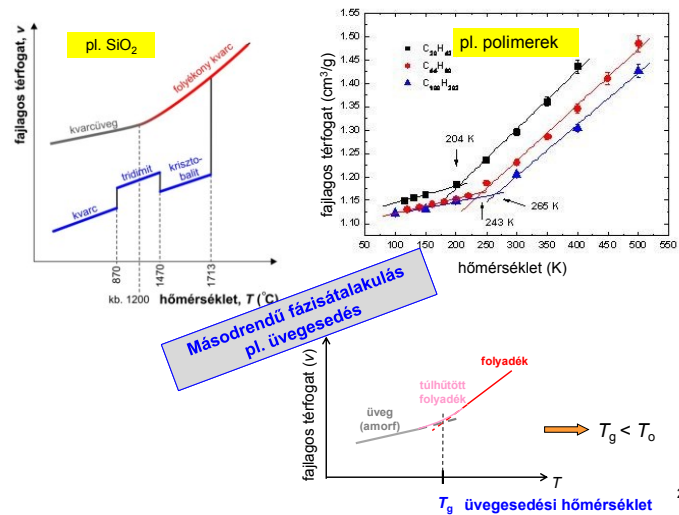


19

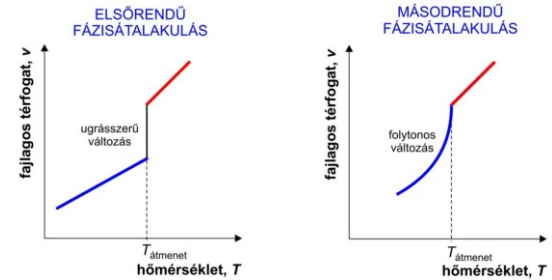
Fázisátalakulás rendűsége, üvegesedés



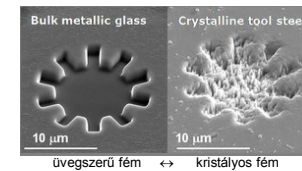
20



Összefoglalva:



Érdekesség:



Következő előadáshoz:
8. tankönyvi fejezet

22