

Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai 10.

Hőtani, elektromos, kémiai és optikai tulajdonságok



1

Hőtani tulajdonságok

- hőmérséklet
- hőfelvétel/leadás



Néhány fogászati anyag fajhője:

| anyag | c (J/(kg·K)) |
|-------------|-----------------|
| fogzománc | 750 |
| dentin | 1260 |
| víz | 4190 |
| amalgám | 210 |
| arany | 126 |
| porcelán | 1100 |
| üveg | 800 |
| PMMA | 1460 |
| cinkfoszfát | 500 |

$$\text{hőkapacitás (C): } C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$\text{moláris hőkapacitás (c}_v\text{): } c_v = \frac{C}{\nu}$$

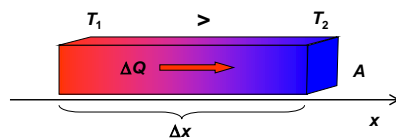
$$\text{fajlagos hőkapacitás — fajhő (c): } c = \frac{C}{m}$$



2

• hővezetés

- rácsrezgések
- szabad elektronok



$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -\lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \text{Fourier-törvény}$$

λ — hővezető képesség
hővezetési együttható
 $\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{m}) = \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Stacionárius esetre jó jellemző!

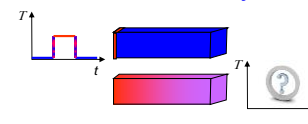
Néhány fogászati anyag hővezetési együtthatója:

| anyag | λ (W/(mK)) |
|-------------|-----------------------|
| fogzománc | 0,9 |
| dentin | 0,6 |
| víz | 0,44 |
| amalgám | 23 |
| arany | 300 |
| porcelán | 1 |
| üveg | 0,6-1,4 |
| akrilát | 0,2 |
| PMMA | 0,2-0,3 |
| cinkfoszfát | 1,2 |



3

Nemstacionárius körülmények között:



$$D = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$$

D — hőmérséklet-vezetési
együttható
(hődiffuzivitás)
(m^2/s)



Néhány fogászati anyag hődiffuzivitása:

| anyag | λ (W/(mK)) | D ($10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) |
|-------------|-----------------------|---|
| fogzománc | 0,9 | 0,5 |
| dentin | 0,6 | 0,2 |
| víz | 0,44 | 0,14 |
| amalgám | 23 | 9,6 |
| arany | 300 | 118 |
| porcelán | 1 | 0,4 |
| üveg | 0,6-1,4 | 0,3-0,7 |
| akrilát | 0,2 | 0,1 |
| PMMA | 0,2-0,3 | 0,12 |
| cinkfoszfát | 1,2 | 0,3 |

4

• hőtágulás

Lineáris hőtágulás:

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \Delta T$$

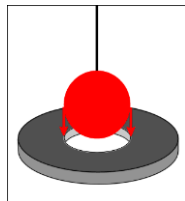
α — lineáris hőtágulási együttható (1/K)

Térfogati hőtágulás:

$$\frac{\Delta V}{V} = \beta \Delta T$$

β — térfogati hőtágulási együttható (1/K)

$$\beta = 3\alpha$$

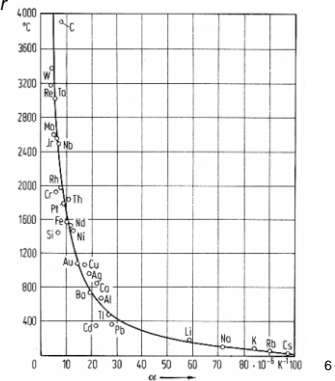
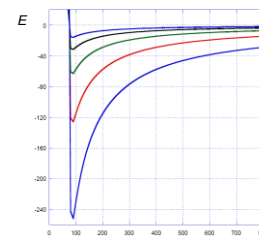
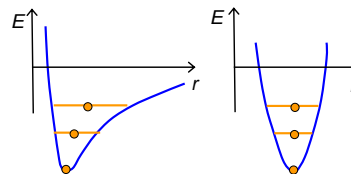


Néhány fogászati anyag lineáris hőtágulási együtthatója:

| anyag | α (10^{-6} 1/K) |
|----------------|---------------------------|
| fogzománc | 11,4 |
| dentin | 8,3 |
| arany | 14,2 |
| aranyötvezetek | 11-16 |
| amalgám | ≈ 25 |
| porcelán | 4-16 |
| akrilát | 90 |
| üveg | 8 |
| PMMA | 90-160 |
| szilikon | 100-200 |
| gipsz | 15-20 |
| viasz | 300-500 |

5

A hőtágulás háttere:



6

A hőtágulás (esetleges) következménye:

Különböző hőtágulás \Rightarrow feszültségek!

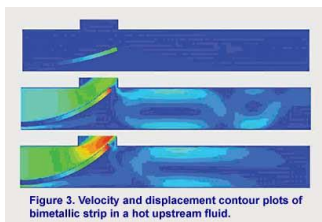
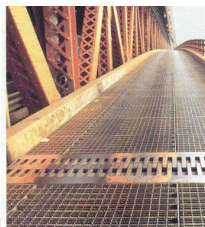
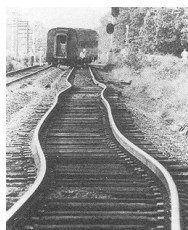


Figure 3. Velocity and displacement contour plots of bimetallic strip in a hot upstream fluid.

7

Egyéb tulajdonságok

• elektromos

Elektromos töltéshordozók: elektron, ionok.

Fajlagos ellenállás (ρ):

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad (\Omega m)$$

Fajlagos vezetőképesség (σ):

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad ((\Omega m)^{-1} = S/m)$$

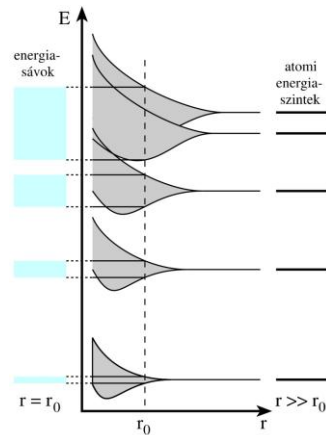
| anyag | σ (S/m) | |
|-----------|--------------------|------------|
| ezüst | $6,8 \cdot 10^7$ | vezetők |
| arany | $4,3 \cdot 10^7$ | |
| platina | $0,94 \cdot 10^7$ | |
| germánium | 2,2 | félvezetők |
| szilikium | $4 \cdot 10^{-4}$ | |
| cirkon | $\approx 10^{-10}$ | szigetelők |
| porcelán | $\approx 10^{-11}$ | |
| üveg | $\approx 10^{-13}$ | |
| PMMA | $\approx 10^{-12}$ | |
| PE | $\approx 10^{-16}$ | |

8

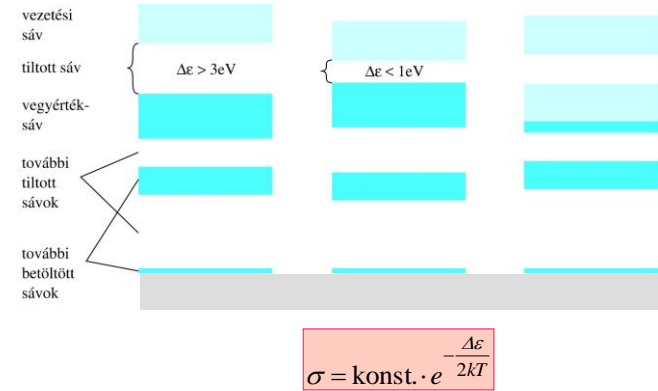
Elektronszerkezet - energiasávok

Sávok feltöltődése:

- energiaminimum
- elektronok száma
- Pauli-elv



9



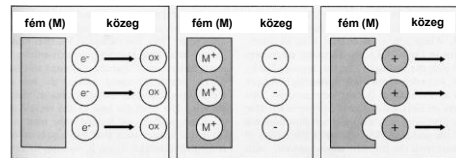
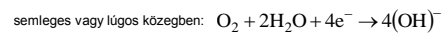
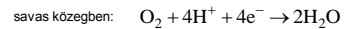
10

• kémiai

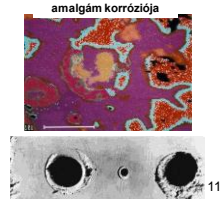
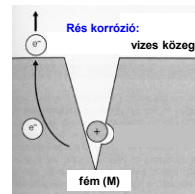
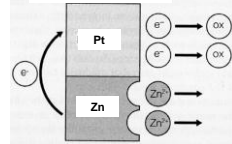
- Fémek oxidációja, korróziója $M \rightarrow M^{n+} + n \cdot e^-$

Elemek galván sora
(tengervízben):

Pt
Au
Ti
Ag
Cu
Ni
Sn
Pb
Al
Zn
↑ inert
↓ aktív



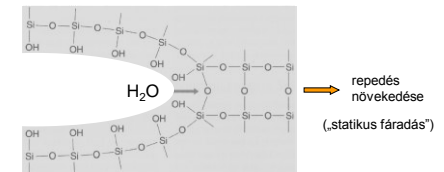
Galvanikus korrózió:



11

- Kerámiák kémiai korróziója

oldódás



- Polimerek degradációja

vízfelvétel (alkohol) → duzzadás, oldódás → kötőerők gyengülése → mechanikai, optikai tulajdonságok változása



UV besugárzás → ionizáció → kovalens kötés felszakadása → lánc szakadás, keresztkötés, ...

12

Optikai tulajdonságok

áttetszőség, szín, ...

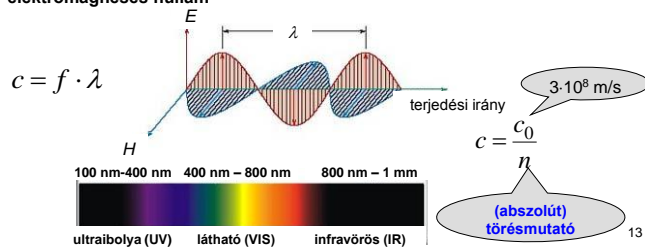


A fény

- elektromágneses hullám
- részecskesugárzás
- energiát szállít
- egyenes vonalban terjed
- kölcsönhat az anyaggal
- egyik keletkezési mechanizmusa: lumineszcencia



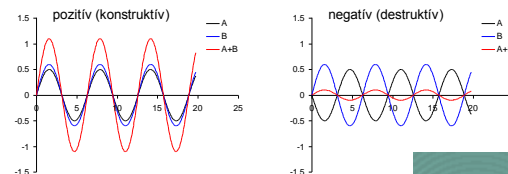
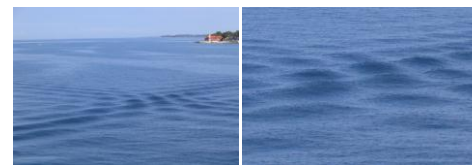
• elektromágneses hullám



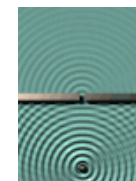
13

• elektromágneses hullám

interferencia



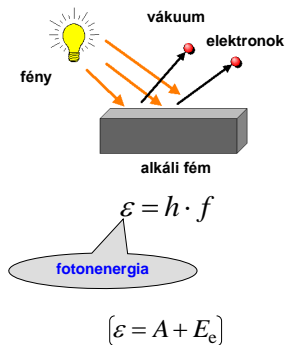
elhajlás (diffrakció)



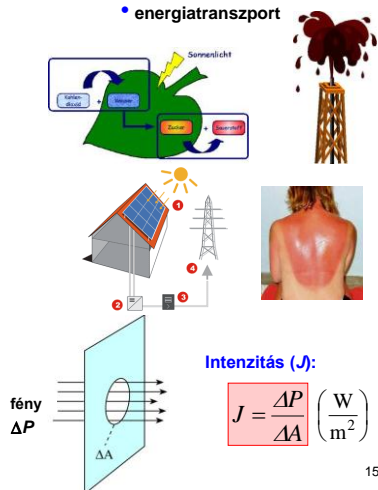
14

• részecskesugárzás

fényelektromos hatás



• energiatranszport



15

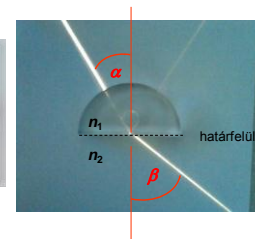
• egyenes vonalban terjed (geometriai optika)

visszaverődés $\alpha = \beta$

fénytörés

Snellius-Descartes tv.: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$

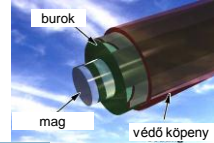
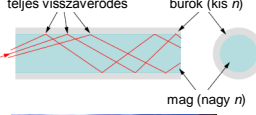
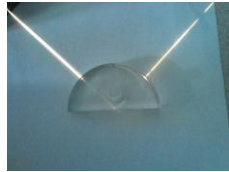
(relatív) törésmutató



határszög

16

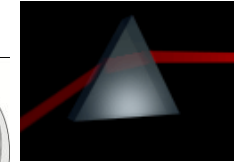
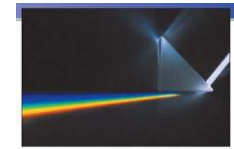
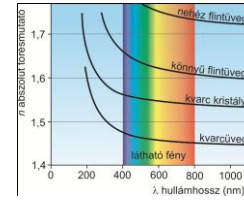
teljes visszaverődés → optikai kábel, endoszkóp



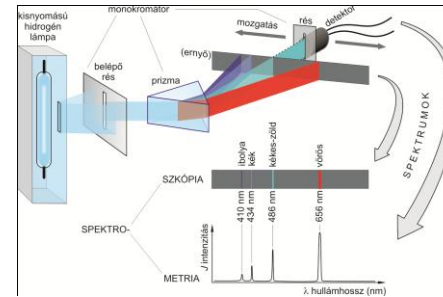
17

diszperzió

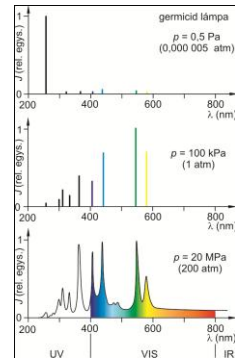
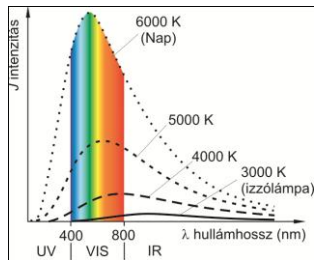
$$n = n(\lambda)$$



18



Emissziós spektrum



HF:
5. fejt.:
1, 2, 5, 6, 8,
9, 10, 32, 35

19