



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

10.

Hőtani, elektromos és kémiai tulajdonságok

Kiemelt témák:

- ❖ Elektromosságban alapfogalmak
- ❖ Szilárdtestek energiasáv modelljei
- ❖ Félvezetők és alkalmazásai

Tankönyv fej.:
19

Házi feladat:
5. fej.:
1, 2, 5, 6, 8, 9, 10,
32, 35

1

Hőtani tulajdonságok

- hőmérséklet
- hőfelvétel/leadás



hőkapacitás (C):

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

moláris hőkapacitás (c_v):

$$c_v = \frac{C}{\nu}$$

fajlagos hőkapacitás – fajhő (c):

$$c = \frac{C}{m}$$



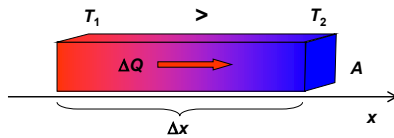
Néhány fogászati anyag fajhője:

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

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
J/(s·m²·K/m) = W/(m·K)

Stacionárius esetre jó jellemző!

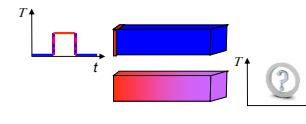
Néhány fogászati anyag hővezetési együtthatója:

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
(hődiffúziivitás)
(m²/s)

Néhány fogászati anyag hődiffúziivitása:

anyag	λ (W/(mK))	D (10 ⁻⁶ m ² /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:

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

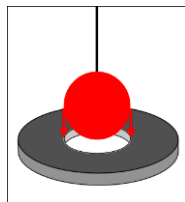
α — lineáris hőtágulási együttható (1/K)

Térfogati hőtágulás:

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

β — térfogati hőtágulási együttható (1/K)

$$\beta = 3\alpha$$

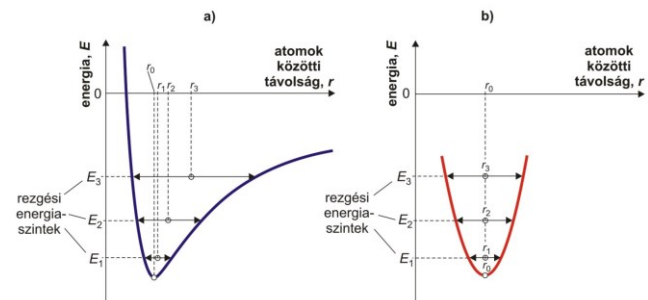


Néhány fogászati anyag lineáris hőtágulási együtthatója:

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

5

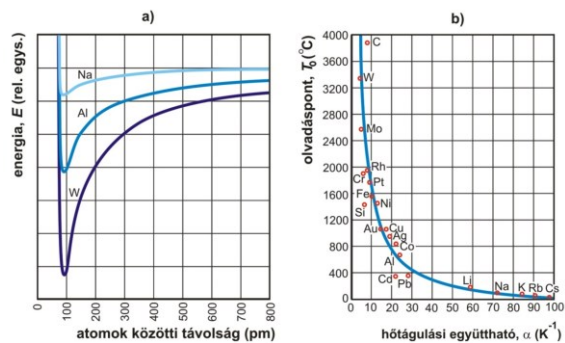
A hőtágulás háttere:



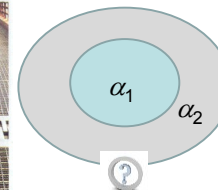
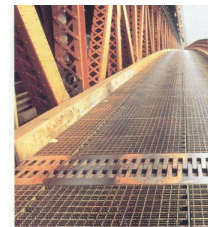
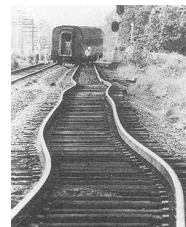
6

A hőtágulás (esetleges) következménye:

Különböző hőtágulás \Rightarrow feszültségek!



7



8

Egyéb tulajdonságok

• elektromos

Fajlagos ellenállás (ρ):

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

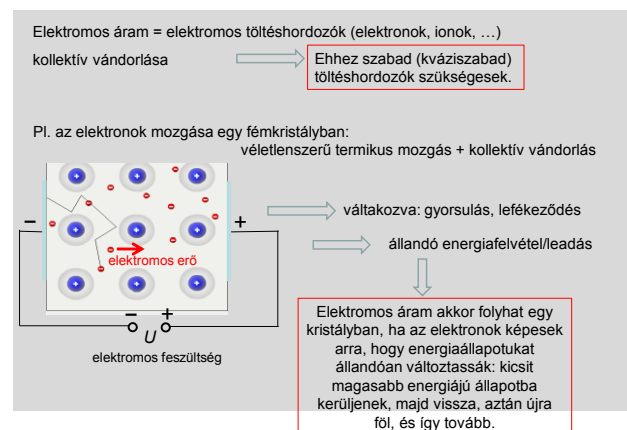
Fajlagos vezetés,
(fajlagos) vezetőképesség (σ):

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

Elektromos vezetőképesség tényezői:

- szabad töltéshordozók (elektron, ionok) mennyisége
- mozgékonyaságuk

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



9

10

Szilárdtestek elektronszerkezete – sávmodell

Sávok feltöltődése:

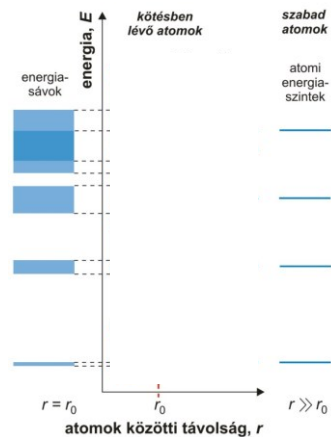
- energiaminimum
- Pauli-elv
- elektronok száma

• vezetési sáv

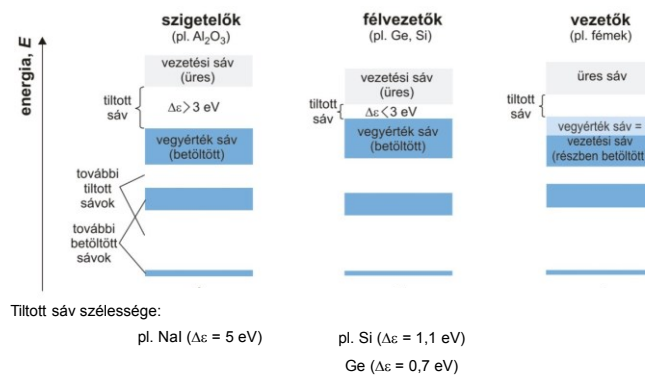
Az üres, ill. a részben betöltött sávok közül a legalsó.

• vegyértéksáv:

Azon sávok közül, amelyekben elektron található, a legfelső.

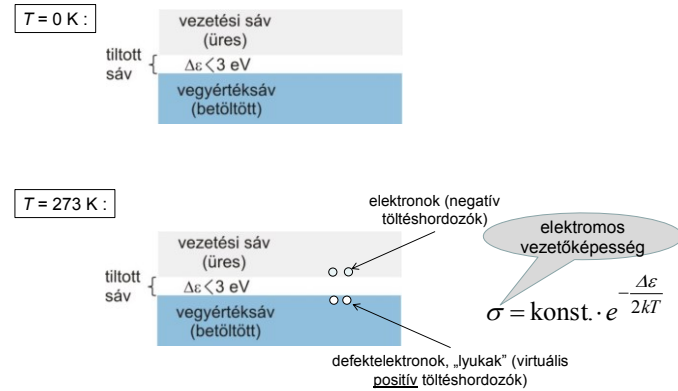


11



12

Tiszta félvezető (intrinsic vezetés)



13

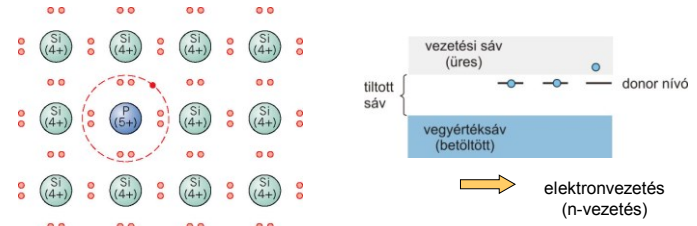
Szennyezett félvezető

alkristály pl. Si
 $_{14}\text{Si}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

n-félvezető

adalék pl. P

$_{15}\text{P}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$



14

Szennyezett félvezető

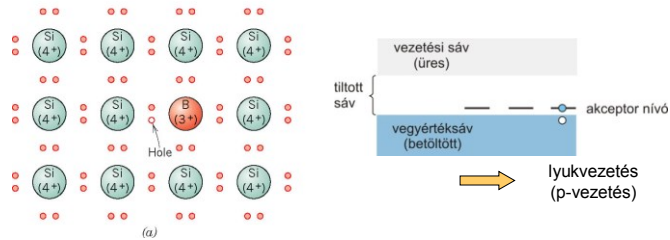
alkristály pl. Si

$_{14}\text{Si}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

p-félvezető

adalék pl. B

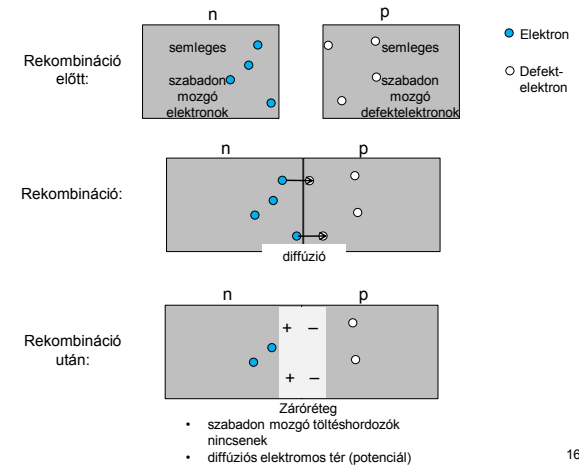
$_{5}\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^1$



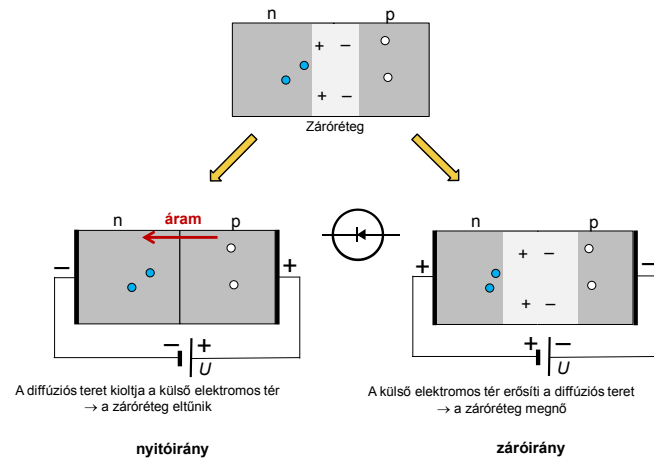
15

Szennyezett félvezetők alkalmazása

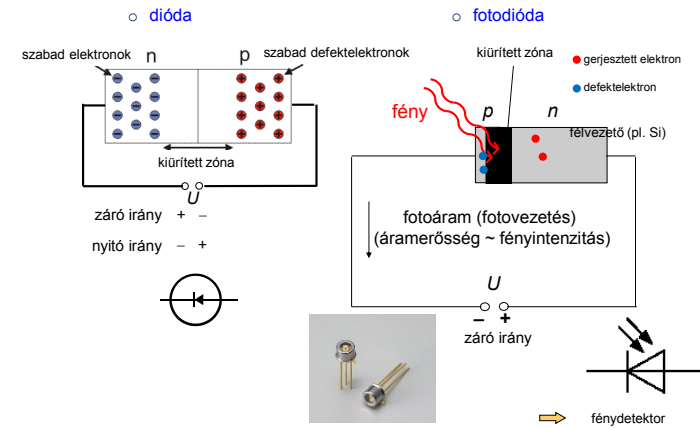
o dióda



16

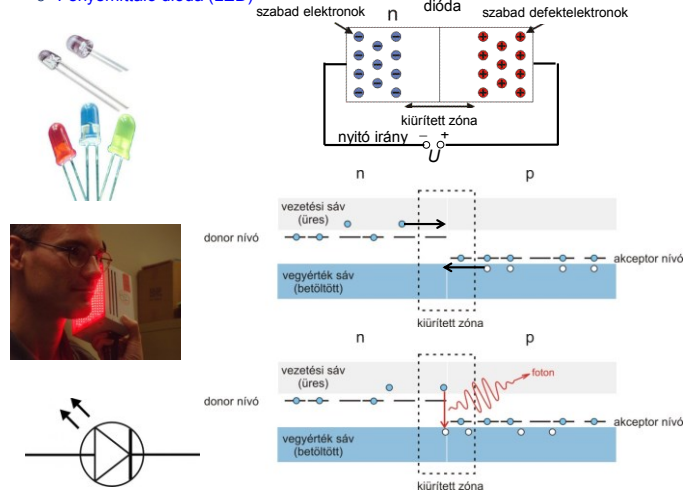


17



18

o Fényemittáló dióda (LED)



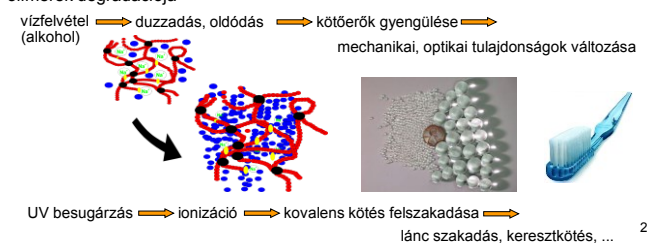
19

- kémiai
- Fémek oxidációja, korróziója

- Kerámiák kémiai korróziója



- Polimerek degradációja



20

Következő előadáshoz:
20. és 21. tankönyvi fejezet