

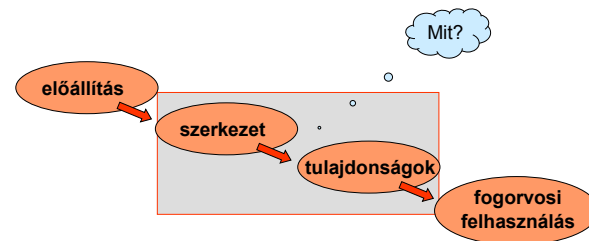


Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

Bevezető

Miért?

1



Például:



mind: Al_2O_3 !

2

okt. hét	dátum	téma
1	09.08.	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet
2	09.15.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.22.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	09.29.	Szerkezetvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek (vendégelőadó: Dr. Agócs Gergely)
5	10.06.	Anyagesaládok: fémek, ötvözetek
6	10.13.	Anyagesaládok: kerámiák, polimerek, kompozitok
7	10.20.	Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1.- A rugalmas viselkedés
8	10.27.	Mechanikai tulajdonságok 2.- A képlékeny viselkedés. A keménység
9	11.03.	Mechanikai tulajdonságok 3. - Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás
10	11.10.	Hőtani és elektromos tulajdonságok
11	11.17.	Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	11.24.	Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai (vendégelőadó: Dr. Mártonfalvi Zsolt)
13	12.01.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. docens)
14	12.08.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábrián Gábor egy. docens)

Hogyan?

3



The most exciting phrase to hear in science, the one that heralds new discoveries, is not 'Eureka!' (I found it!), but 'That's funny...'

(Isaac Asimov)

„Az életben, mint az irodalomban, minden a „hogyan”-on múlik. Végülis, nagy különbség, valaki megiszik egy csésze kamillateát, vagy beöntés alakjában juttatják el ugyanezt a folyadékot az emberi szervezetbe? A folyadék ugyanaz, az emberi szervezet is azonos, de az érzés a kétféle eljárás során merőben más.”



(Márai Sándor)



„Mondd, és én elfelejtem.
Mutasd meg, és én eszembe vésem.
Hadd, hogy tegyem, és én megérttem.”

(Kon-fu-ce)

4

Egyéb hasznos tudnivalók

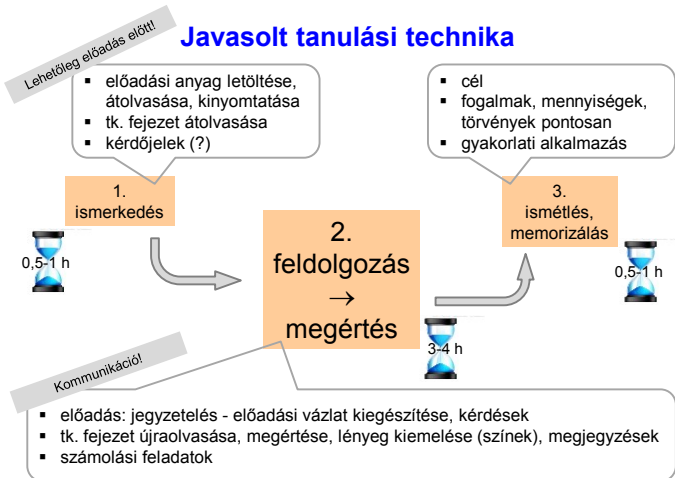
- Tölgyesi Ferenc egy. docens (tolgyesi.ferenc@med.semmelweis-univ.hu)
- Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet <http://biofiz.semmelweis.hu>
- Tölgyesi, Derka, Módos: *Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai* (e-tankönyv), letölthető az intézet honlapjáról vagy a www.tankonyvtar.hu oldalról (Adobe Reader X vagy későbbi verzióval a multimédiás tartalom is használható)
- Egyéb ajánlott irodalom:
 - W.D. Callister: *Materials Science and Engineering. An Introduction* (7th ed.), Wiley&Sons, 2007
 - K.J. Anusavice: *Phillips' Science of Dental Materials* (11th ed.), Saunders, 2003
 - Damjanovich, Fidy, Szöllősi: *Orvosi biofizika, Medicina* 2006
- 2 félévközi teszt:
 - 7. oktatási hét október 19. (szerda) 17:40-18:10, EOK Szent-Györgyi előadóterem
 - 13. oktatási hét november 30. (szerda) 17:40-18:10, EOK Szent-Györgyi előadóterem
- 2 konzultáció:
 - 7. oktatási hét október 17. (hétfő) 12:30-14:00, EOK Hári előadóterem
 - 13. oktatási hét november 28. (hétfő) 12:30-14:00, EOK Hári előadóterem
- vizsga: kollokvium (szóbeli); vizsgaanyag: előadási anyag + a tankönyv anyaga
vizsgajegy:

$$\begin{array}{c} \text{1. teszt} \\ \text{20 pont} \end{array} + \begin{array}{c} \text{2. teszt} \\ \text{20 pont} \end{array} + \begin{array}{c} \text{szóbeli} \\ \text{50 pont} \end{array} = \begin{array}{c} \text{összesen} \\ \text{90 pont} \end{array}$$

minimum: 20 pont!!

45 ponttól **2** 55 ponttól **3** 65 ponttól **4** 75 ponttól **5** 😊

Javasolt tanulási technika



7

okt. hét	dátum	téma
1	09.08.	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet
2	09.15.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.22.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	09.29.	Szerkeztívizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek (vendégelőadó: Dr. Agócs Gergely)
5	10.06.	Anyagesaládok: fémek, ötvözetek
6	10.13.	Anyagesaládok: kerámiák, polimerek, kompozitok
7	10.20.	Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1.- A rugalmas viselkedés
8	10.27.	Mechanikai tulajdonságok 2.- A képlekeny viselkedés. A keménység
9	11.03.	Mechanikai tulajdonságok 3. - Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás
10	11.10.	Hőtüni és elektromos tulajdonságok
11	11.17.	Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	11.24.	Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai (vendégelőadó: Dr. Mártonfalvi Zsolt)
13	12.01.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Áttila egy. docens)
14	12.08.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábrián Gábor egy. docens)

6



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

1.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Atomi kölcsönhatások, sokatomos rendszerek - gázok

Kiemelt témák:

- ❖ Kölcsönhatások
- ❖ Atomi, molekuláris kölcsönhatások energiagörbéje
- ❖ A hőmérséklet értelmezése
- ❖ Boltzmann-eloszlás

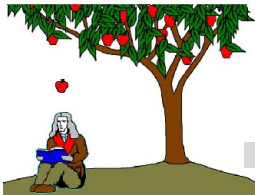
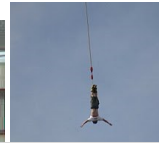
Tankönyv fejezetei:
1, 2, 3

Feladatok:
1. fejl.:
1, 3, 9, 10, 13, 17, 19

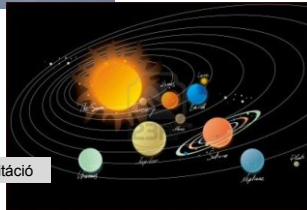
Kölcsönhatások, szerepük és kvantitatív leírásuk



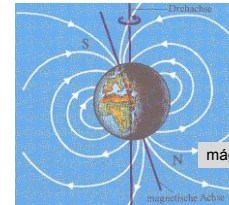
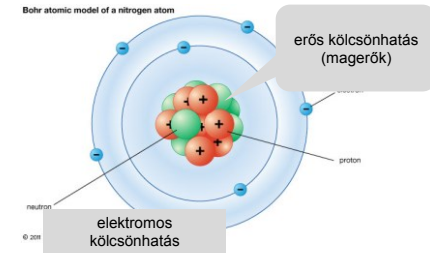
„kontaktus” (a háttérben molekuláris kölcsönhatások)



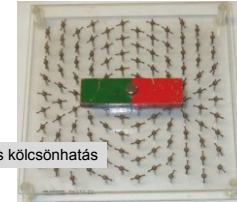
gravitáció



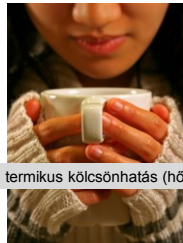
9



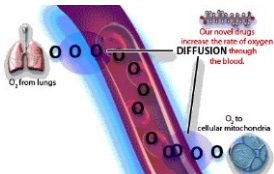
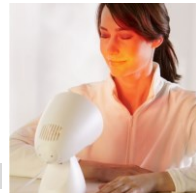
mágneses kölcsönhatás



10



termikus kölcsönhatás (hő)

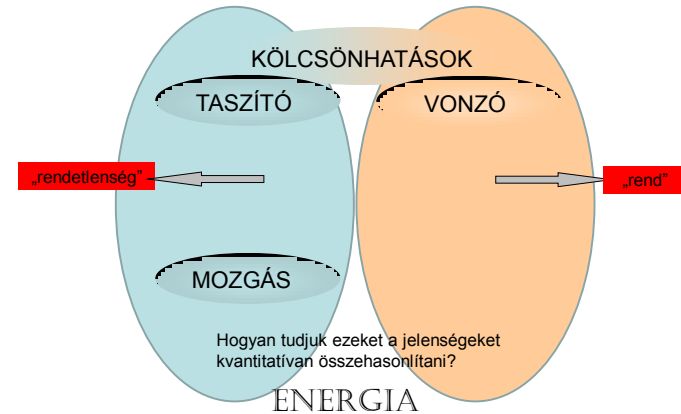


kémiai, biológiai, ... kölcsönhatások



11

Testek felépülésének általános elvei

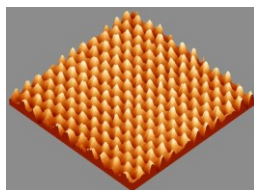


kölcsönhatási energia (potenciális energia), mozgási energia

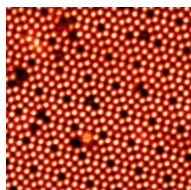
12

Atomos felépítés

- Demokritos Kr.e 5.sz
- Dalton-féle atomelmélet 1803
- Modern mikroszkópok:

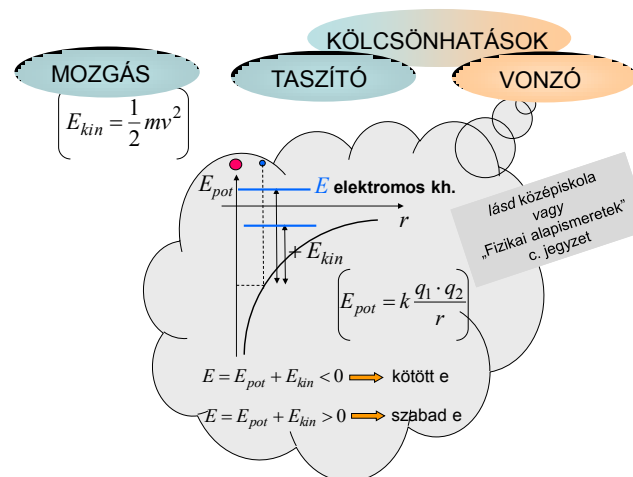


C atomok – hibátlan kristályrács



Si kristály - hibákkal

13

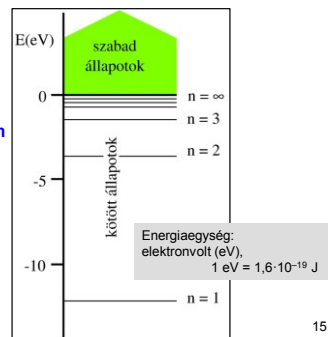
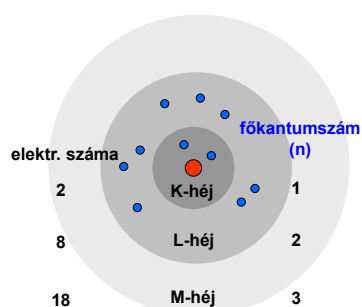


14

Atom felépítése

- Rutherford szórás kísérlete
- Spektroszkópiai megfigyelések

- Diszkrét energiaállapotok
- Energiaminimum
- Pauli-elv

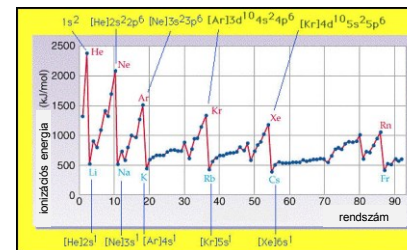


15

Elektronegativitás

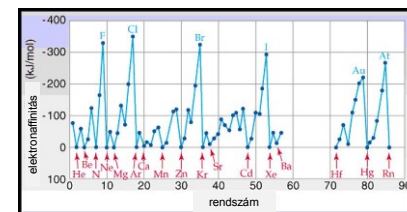
Ionizációs energia (I):

A legkülső elektron eltávolításához szükséges energia (eV/atom; kJ/mol)



Elektronaffinitás (A):

Egy elektron felvételekor felszabaduló energia (eV/atom; kJ/mol)

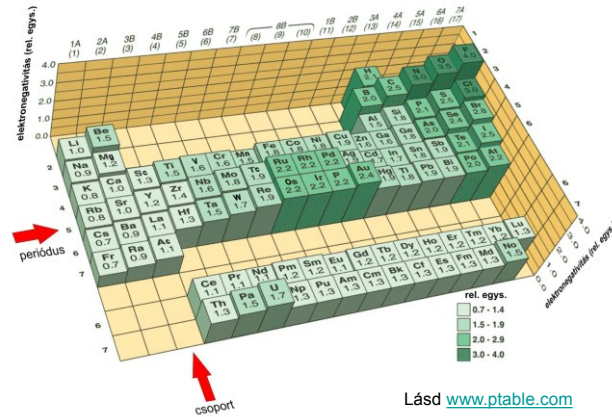


16

Elektronegativitás (EN):

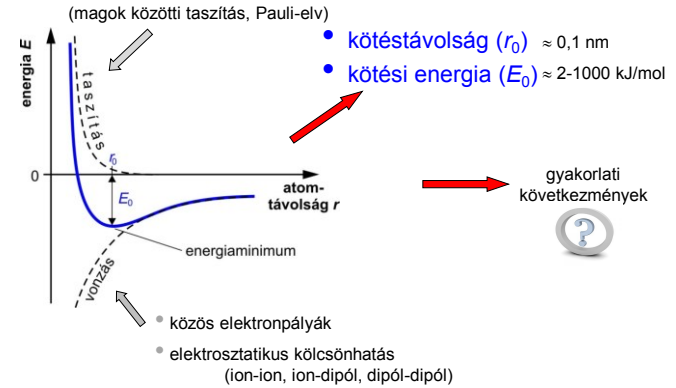
$$EN = I + |A|$$

Pauling-skála:



17

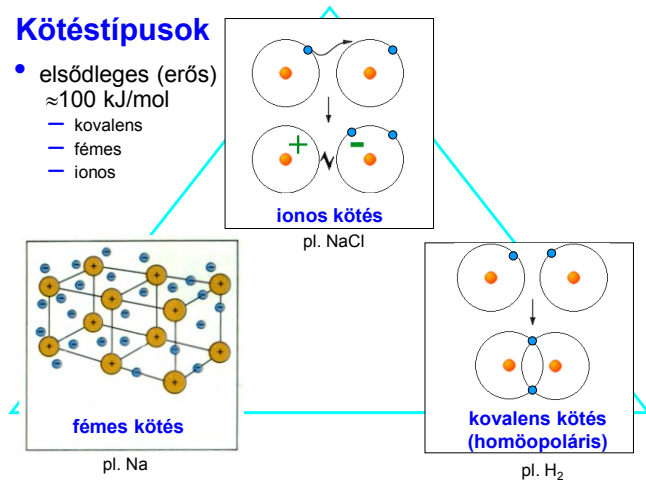
Atomi kölcsönhatások



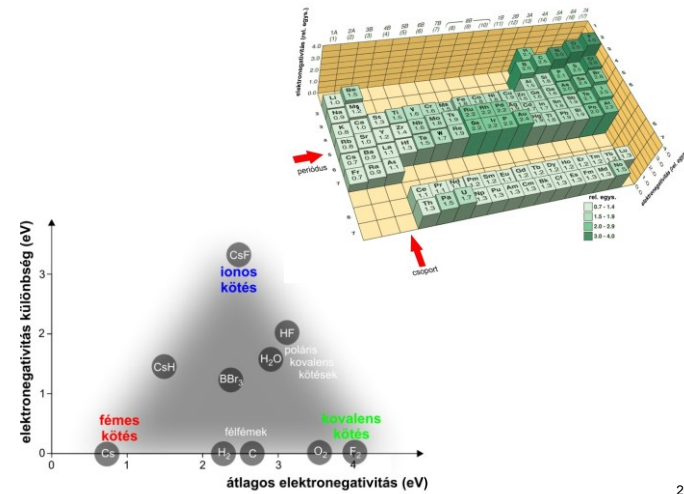
18

Kötéstípusok

- elsődleges (erős) ≈ 100 kJ/mol
- kovalens
- fémes
- ionos



19



20

- másodlagos (gyenge) $\approx 10 \text{ kJ/mol}$

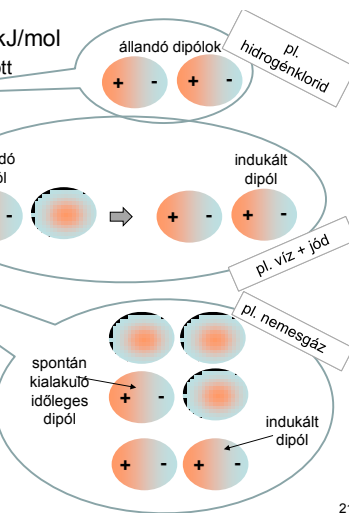
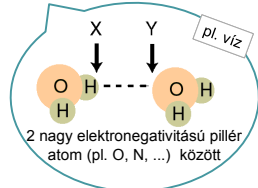
— van der Waals - dipólok között

- orientációs

- indukciós

- diszperziós

— H-kötés



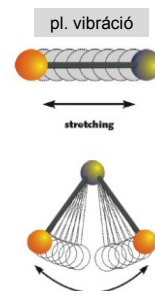
21

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

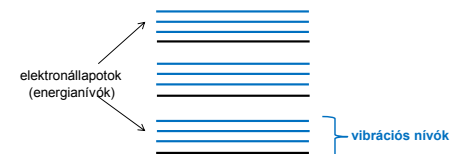
Molekulák energiaállapotai

$$E_{\text{molekula}} = E_{\text{elektron}} + E_{\text{vibráció}} + E_{\text{rotáció}}$$

$$\begin{matrix} \approx 1 \text{ eV} & \approx 0,1 \text{ eV} & \approx 0,01 \text{ eV} \end{matrix}$$



Mindegyik energia kvantált! \Rightarrow diszkrét energianívók



(A rotációs nívók nincsenek feltüntetve!)

22

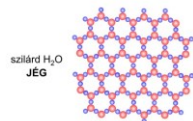
Halmazállapotok

	szilárd	folyékony	légnemű
saját térfogat	+	+	-
saját alak	+	-	-



sűrűség (ρ):

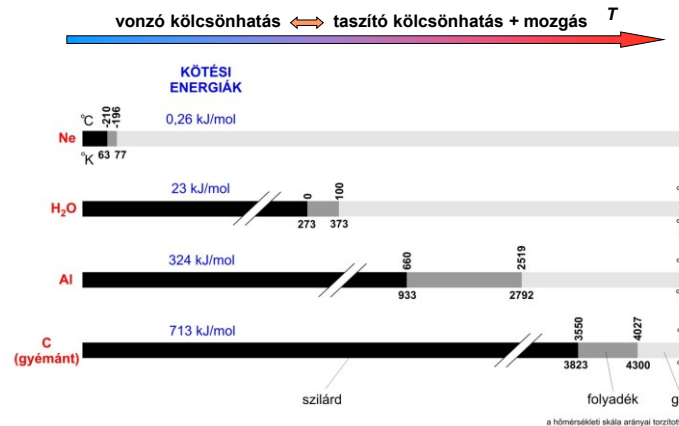
$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$



fajlagos térfogat (v):

$$v = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

23



24

Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

$$p, V, \nu, T$$

$$pV = \nu RT$$

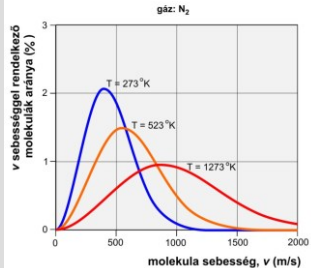
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

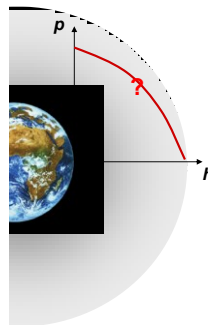
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann- eloszlás



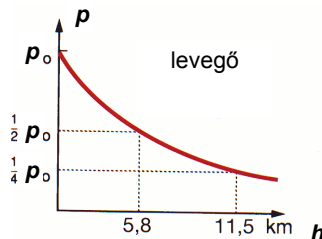
25

Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{mgh}{kT}}$$



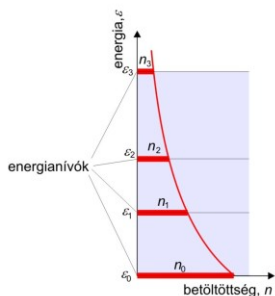
26

Boltzmann-eloszlás

Részecskék megoszlása energianívók között termikus egyensúlyban ($T = \text{konstans}$):

$$\left. \begin{array}{l} n_i \\ n_0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \varepsilon_i \\ \varepsilon_0 \end{array} \Delta \varepsilon$$

$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$



$$\left(\begin{array}{l} n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta \varepsilon}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{RT}} \\ \Delta E = \Delta \varepsilon \cdot N_A \\ R = k \cdot N_A \end{array} \right)$$

27

Boltzmann-eloszlás alkalmazásai:

- barometrikus magasságformula
- elektronok termikus emissziója fémekből
- koncentrációs elemek, Nernst-egyenlet
- kémiai reakciók egyensúlya, sebessége
- termikus ponthibák koncentrációja kristályokban, makromolekulákban
- félvezetők vezetőképessége
- ...

Következő előadás:
4,5

28