



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

1.

Bevezető

1

Egyéb hasznos tudnivalók

- Tölgyesi Ferenc egy. docens (ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu) Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet
- Intézeti honlap: <http://biofiz.sote.hu>
- max 3 hiányzás!
- Tölgyesi, Derka, Módos: Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai, elektronikus tankönyv, www.tankonyvtar.hu
- 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, Szöllösi: Orvosi biofizika, Medicina 2006
- 2 félévközi teszt:
 - október 18. (csütörtök) 18:10-19:00, EOK Szent-Györgyi terem
 - december 7. (péntek) 18:00-19:00, EOK Szent-Györgyi terem
- Minden szerda 13.50-14.20, Hevesy terem
- vizsga: kollokvium (szóbeli); vizsgaanyag: előadási anyag + a tankönyv anyaga vizsgajegy:

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

40 ponttól **2** 55 ponttól **3** 70 ponttól **4** 80 ponttól **5** 😊

2

Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

elektronikus tankönyv



Szerzők:

Tölgyesi Ferenc, Derka István, Módos Károly



Semmelweis Egyetem, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet • Budapest, 2012

© Tölgyesi Ferenc, Derka István, Módos Károly, 2012

3

| okt. hét | dátum | téma |
|----------|--------|---|
| 1 | 09.13. | Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet értelmezése. Boltzmann-eloszlás |
| 2 | 09.20. | Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok |
| 3 | 09.27. | Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások |
| 4 | 10.04. | Szerkezetvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek |
| 5 | 10.11. | Fémek, ötvözetek, kerámiák, polimerek, kompozitok |
| 6 | 10.18. | Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1. – A rugalmas viselkedés |
| 7 | 10.25. | Mechanikai tulajdonságok 2. – A képlékeny viselkedés, keménység |
| 8 | 11.01. | ----- (munkaszüneti nap) |
| 9 | 11.08. | Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás |
| 10 | 11.15. | Hőtani és elektromos tulajdonságok |
| 11 | 11.22. | Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján |
| 12 | 11.29. | Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai |
| 13 | 12.06. | Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. adj.) |
| 14 | 12.13. | Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábüán Gábor egy. docens) |

1. teszt

2. teszt

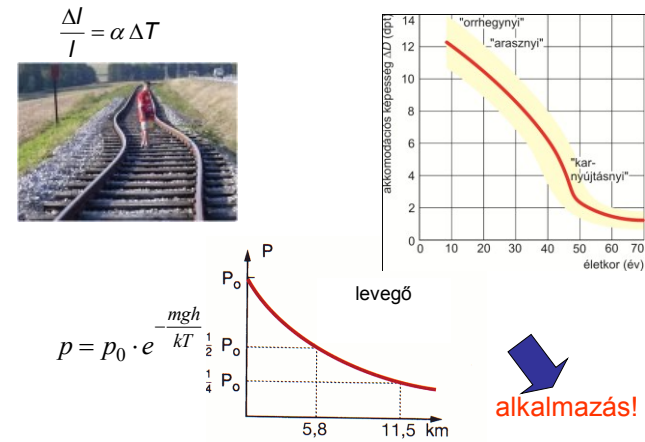
4

Röviden a természettudományos gondolkodásról



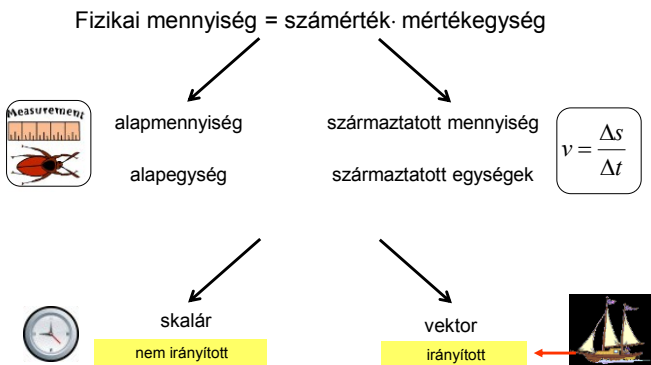
5

összefüggések, törvények



6

Fizikai mennyiség



7

Systeme International

| alapmennyiségek | alapegységek | |
|----------------------------|----------------------|------|
| | neve | jele |
| hosszúság | méter | m |
| tömeg | kilogramm | kg |
| idő | másodperc (secundum) | s |
| elektromos áramerősség | amper | A |
| termodinamikai hőmérséklet | kelvin | K |
| anyagmennyiség | mól | mol |
| fényerősség | candela | cd |

8

Nagyon kicsi és nagyon nagy értékek kényelmes felírása.

prefixumok:

normál alak:

$$m \cdot 10^n \quad (1 \leq m < 10)$$

Például egy eritrocita átmérője
 $0,000008 \text{ m} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 8 \text{ } \mu\text{m}$

Kerekítés:
 három értékes jegyre!
 pl.: $0,0019588 \approx 0,00196$

| prefixum | | a megfelelő szorzó |
|----------|-------|--------------------|
| neve | jele | |
| exa | E | 10^{18} |
| peta | P | 10^{15} |
| tera | T | 10^{12} |
| giga | G | 10^9 |
| mega | M | 10^6 |
| kilo | k | 10^3 |
| hekto | h | 10^2 |
| deka | da | 10 |
| deci | d | 10^{-1} |
| centi | c | 10^{-2} |
| milli | m | 10^{-3} |
| mikro | μ | 10^{-6} |
| nano | n | 10^{-9} |
| piko | p | 10^{-12} |
| femto | f | 10^{-15} |
| atto | a | 10^{-18} |

9



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

1.

Általános anyagszerkezeti ismeretek
 Atomi kölcsönhatások, sokatomos rendszerek - gázok



Némi ismétlés a középiskolai fizikából



mechanikai kölcsönhatás!!

deformáció

mozgásállapot megváltozása

• erő (F): $F = m \cdot a \quad \left(\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N (Newton)} \right)$

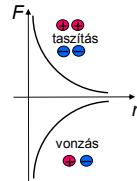
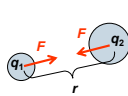
- Newton 2. törvénye (a mechanika alapegyenlete): $\sum F_i = m \cdot a$

$$F \Rightarrow a$$

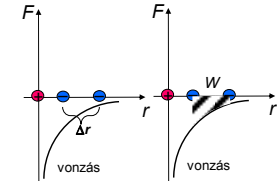
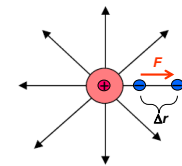
- erőtvények:

- gravitációs törvény $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

- Coulomb-törvény $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



11



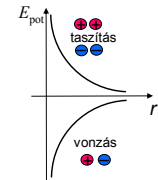
- munka (W): $W = F \cdot \Delta r \quad (\text{Nm} = \text{J (Joule)}) \quad \left(\text{De itt } F \text{ nem állandó, ezért: } W = \int F dr \right)$

- energia (E): a rendszerben tárolt munka (J)

- elektromos potenciális energia (E_{pot}): $E_{\text{pot}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$

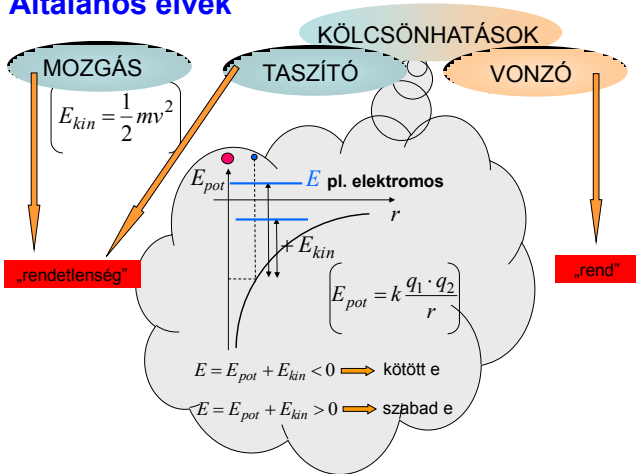
- mozgási (kinetikus) energia (E_{kin}): $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$

- gravitációs helyzeti (potenciális) energia (E_{pot}): $E_{\text{pot}} = mgh$



12

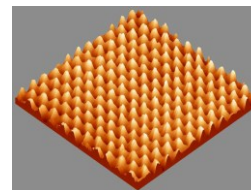
Általános elvek



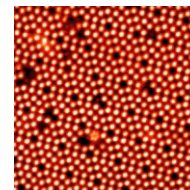
13

Atomos felépítés

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



C atomok – hibátlan kristályrács

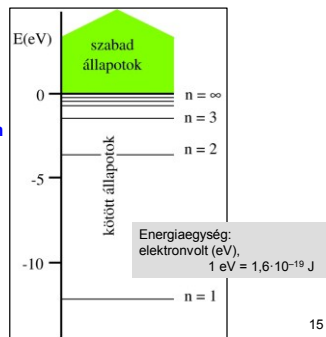
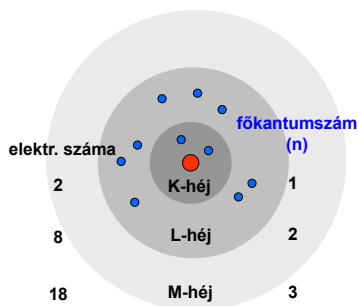


Si kristály - hibákkal

14

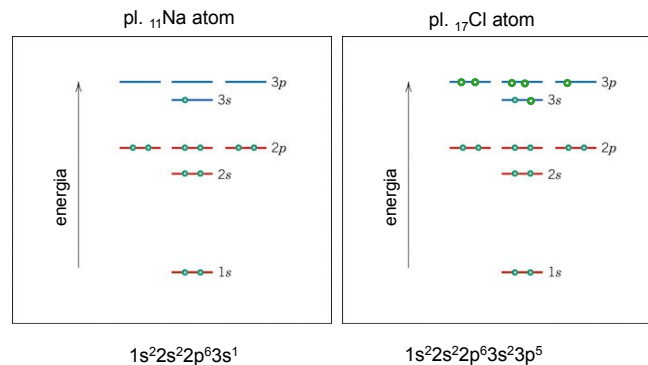
Atom felépítése

- Rutherford szórás kísérlete
- Spektroszkópiai megfigyelések
- Diszkrét energiaállapotok
- Energiaminimum
- Pauli-elv



15

Elektron konfiguráció:

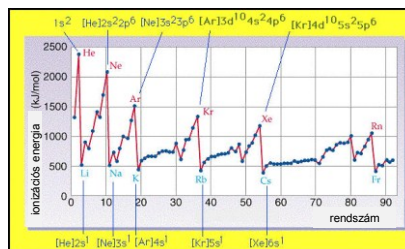


16

Elektronegativitás

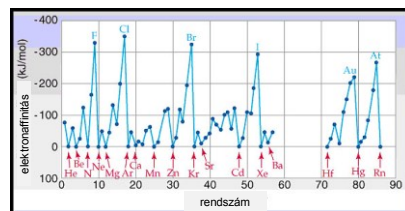
Ionizációs energia (I):

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



Elektronaffinitás (A):

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

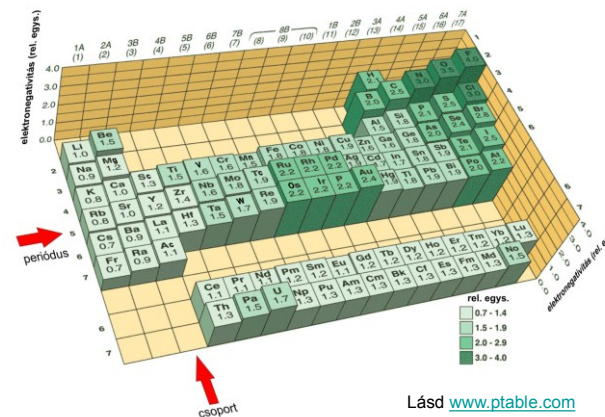


Elektronegativitás (EN):

$$EN = I + |A|$$

17

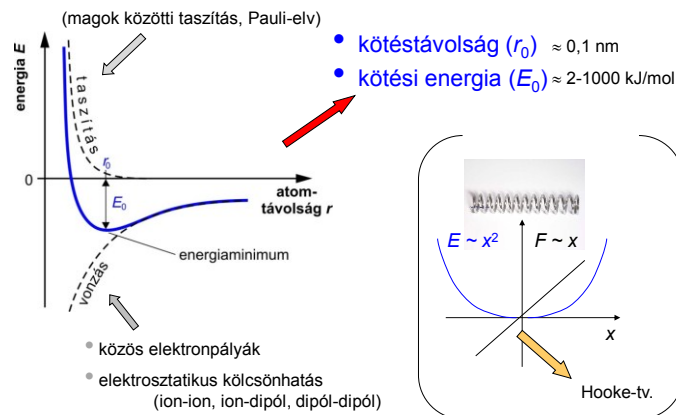
Pauling-skála:



Lásd www.ptable.com

18

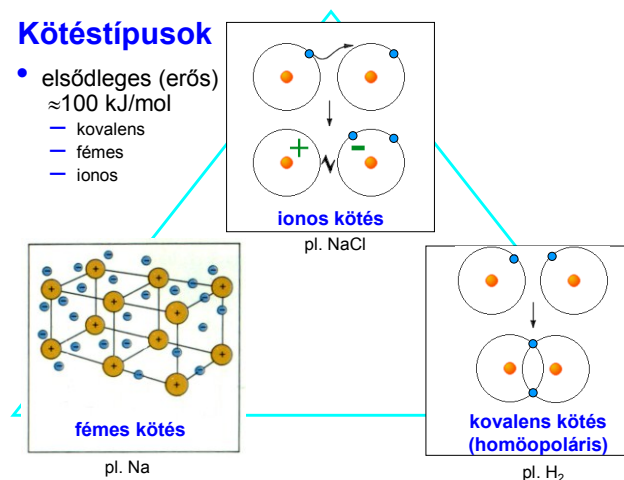
Atomi kölcsönhatások



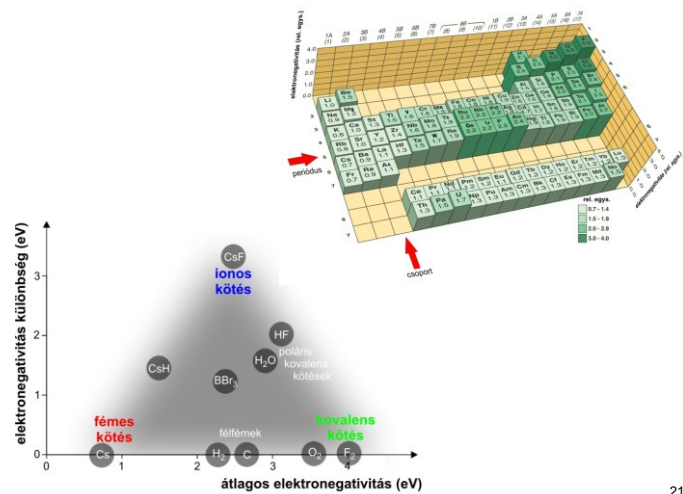
19

Kötéstípusok

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



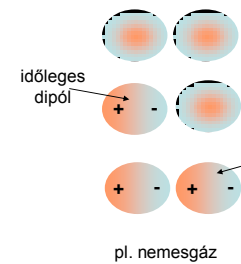
20



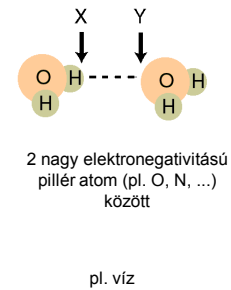
21

- másodlagos (gyenge) ≈ 10 kJ/mol
 - van der Waals (orientációs, indukciós, diszperziós)
 - H-kötés

van der Waals (diszperziós) kötés

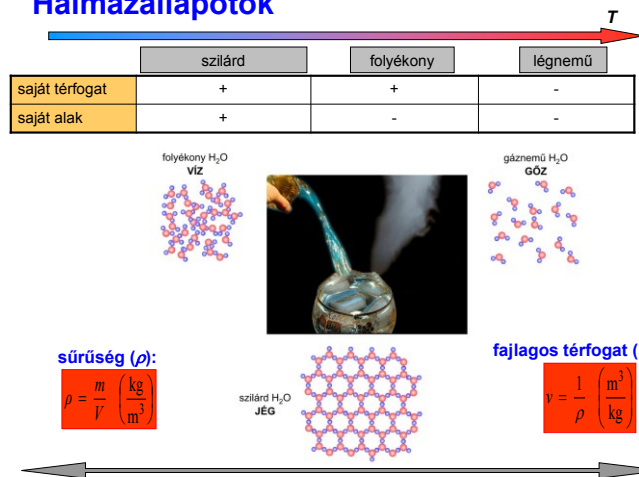


H-híd kötés

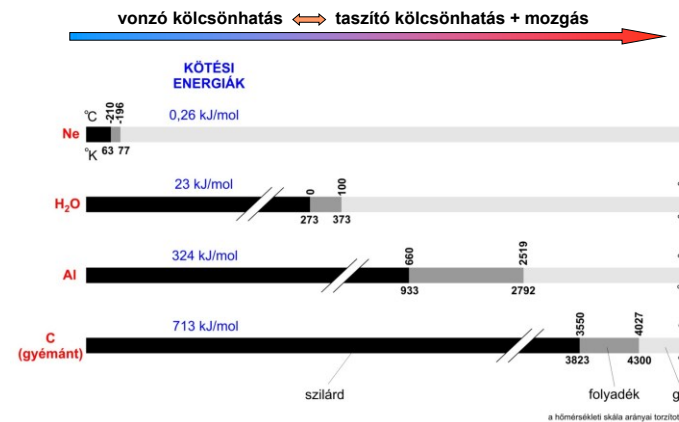


22

Halmazállapotok



23



24

Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

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

$$pV = \nu RT$$

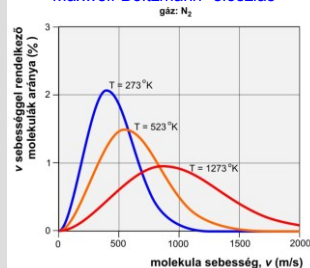
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

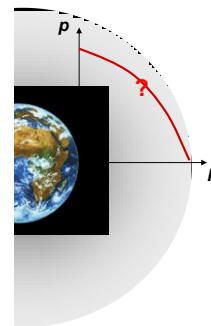


Maxwell-Boltzmann- eloszlás



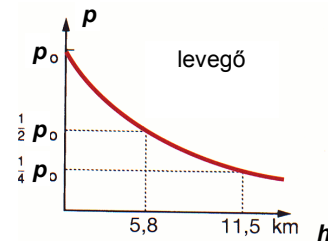
25

Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

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



26

Boltzmann-eloszlás

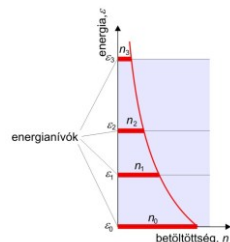
Részecskék megoszlása energianívók között termikus egyensúlyban ($T = \text{konstans}$):

$$\left. \begin{array}{l} n_1 \\ \vdots \\ n_0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_0 \end{array} \Bigg\} \Delta \varepsilon$$



$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta \varepsilon}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{RT}}$$

$$\left(\begin{array}{l} \Delta E = \Delta \varepsilon \cdot N_A \\ R = k \cdot N_A \end{array} \right)$$



27

Boltzmann-eloszlás alkalmazásai:

- barometrikus magasságformula
- fémek termikus emissziója
- koncentrációs elemek, Nernst-egyenlet
- kémiai reakciók egyensúlya, sebessége
- termikus pont hibák koncentrációja kristályokban, makromolekulákban
- félvezetők vezetőképessége
- ...



28