

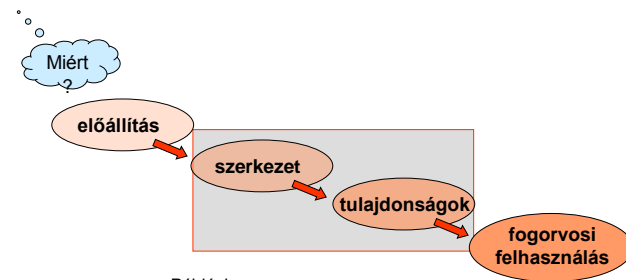


## Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

### 1.

#### Bevezető

1



Például:



mind:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  !

2

okt. hét	dátum	téma
1	09.15.	<b>Anyagszerkezeti alapok.</b> Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet értelmezése. Boltzmann-eloszlás
2	09.22.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.29.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	10.06.	Szerkeztvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek
5	10.13.	Fémek, ötvözetek
6	10.20.	Kerámiák, polimerek, kompozitok
7	10.27.	<b>Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai.</b> Mechanikai tulajdonságok 1. – A rugalmas viselkedés
8	11.03.	Mechanikai tulajdonságok 2. – A képlékeny viselkedés, keménység
9	11.10.	Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás
10	11.17.	Hőtani és elektromos tulajdonságok
11	11.24.	Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	12.01.	<b>Biomechanikai alapok</b> Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai
13	12.08.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. adj.)
14	12.15.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábán Gábor egy. docens)

Hogyan?

3

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

(Kon-fu-ce)



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)

4

## Egyéb hasznos tudnivalók

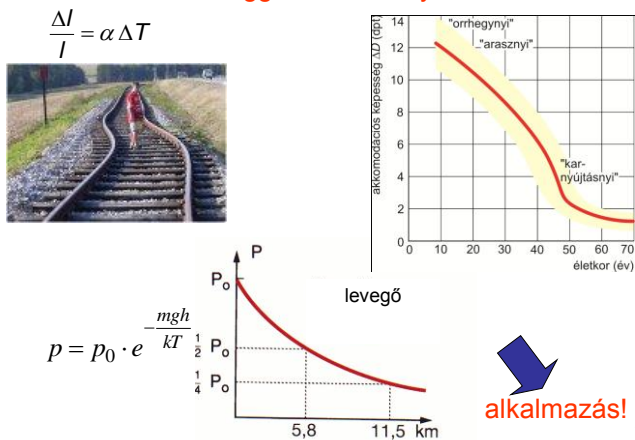
- Tölgyesi Ferenc egy. docens ([ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu](mailto:ferenc.tolgyesi@eok.sote.hu)) Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet
- honlap: <http://biofiz.sote.hu>
- max 3 hiányzás
- W.D. Callister: Materials Science and Engineering. An Introduction (7th ed.), Wiley&Sons, 2007
- K.J. Anusavice: Phillips' Science of Dental Materials (11th ed.), Saunders, 2003
- Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi biofizika, Medicina 2006
- 2 félévközi teszt: október 26. és december 7. szerda 17:00-18:00, Szent-Györgyi terem
- 2 konzultáció: október 25. és december 6. kedd 17.30-18.30, Hevesy terem
- vizsga: kollokvium (szóbeli)
- 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** 😊

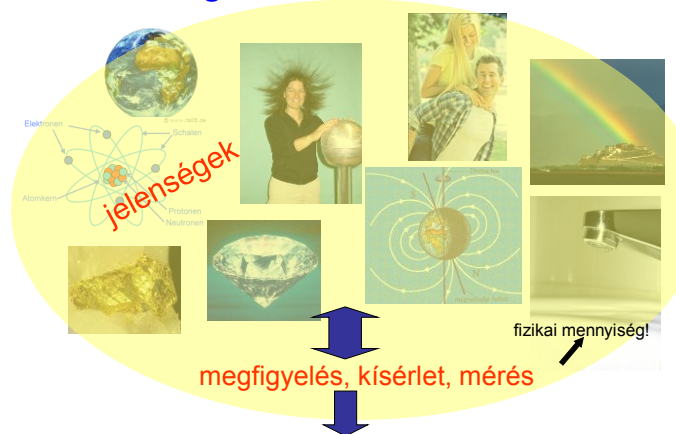
5

## összefüggések, törvények



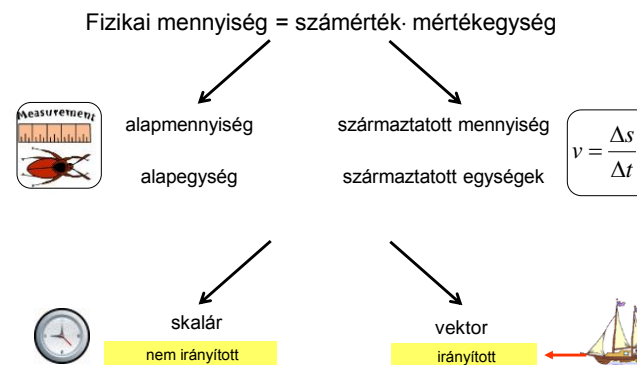
7

## Röviden a természettudományos gondolkodásról



6

## Fizikai mennyiség



8

## Systeme International

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

9

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	
<i>exa</i>	E	$10^{18}$
<i>peta</i>	P	$10^{15}$
<i>tera</i>	T	$10^{12}$
<i>giga</i>	G	$10^9$
<i>mega</i>	M	$10^6$
<i>kilo</i>	k	$10^3$
<i>hekto</i>	h	$10^2$
<i>deka</i>	da	$10$
<i>deci</i>	d	$10^{-1}$
<i>centi</i>	c	$10^{-2}$
<i>milli</i>	m	$10^{-3}$
<i>mikro</i>	$\mu$	$10^{-6}$
<i>nano</i>	n	$10^{-9}$
<i>piko</i>	p	$10^{-12}$
<i>femto</i>	f	$10^{-15}$
<i>atto</i>	a	$10^{-18}$

10



## Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

1.

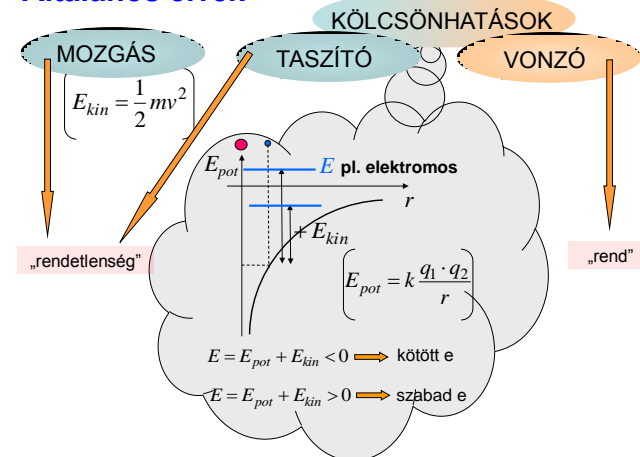
Általános anyagszerkezeti ismeretek

Atomi kölcsönhatások, sokatomos rendszerek - gázok



11

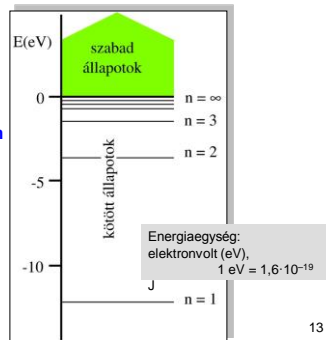
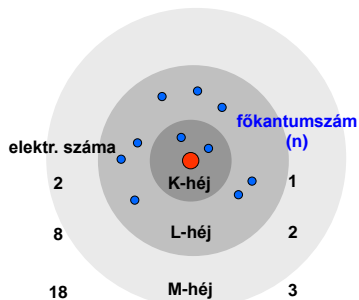
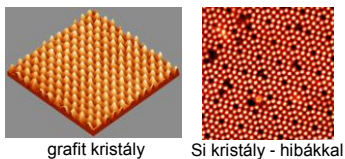
## Általános elvek



12

## Atomos felépítés

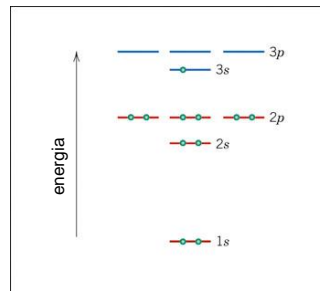
- Demokritos Kr.e 5.sz
- Dalton-féle atomelmélet 1803
- Modern mikroszkópok:



13

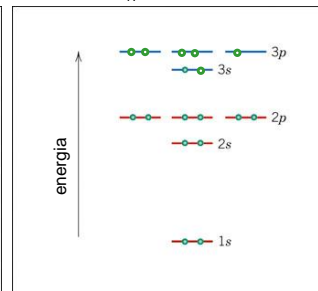
## Elektron konfiguráció:

pl.  $_{11}\text{Na}$  atom



$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

pl.  $_{17}\text{Cl}$  atom



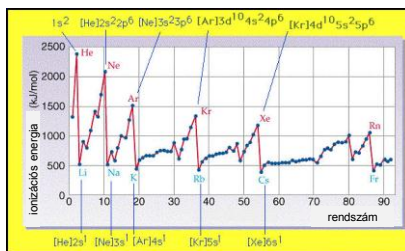
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

14

## Elektronegativitás

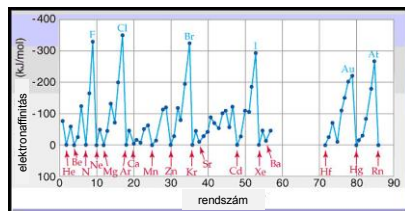
### Ionizációs energia (I):

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



### Elektronaffinitás (A):

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

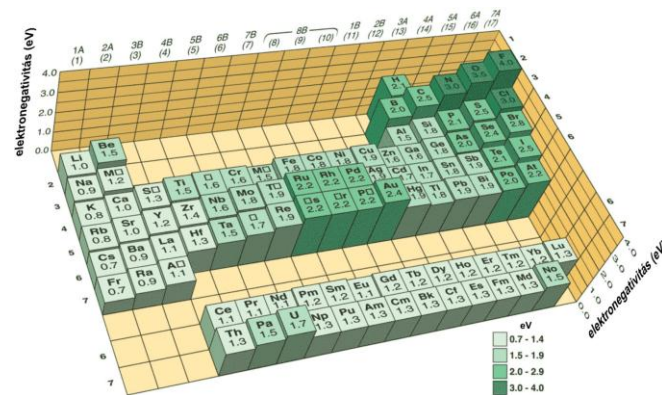


### Elektronegativitás (EN):

$$EN = I + |A|$$

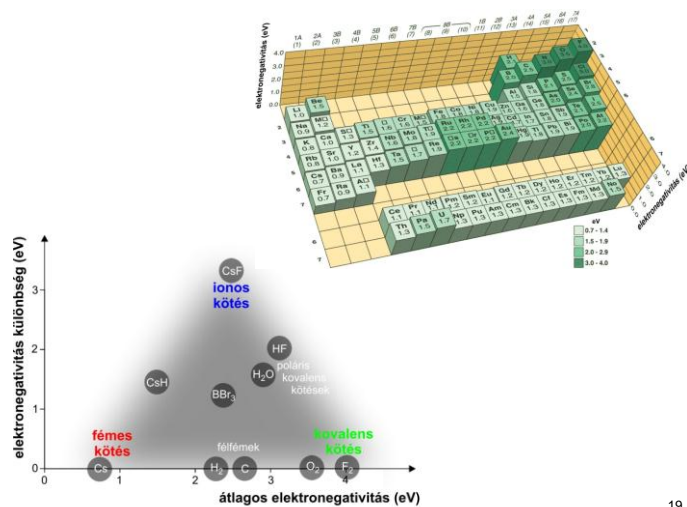
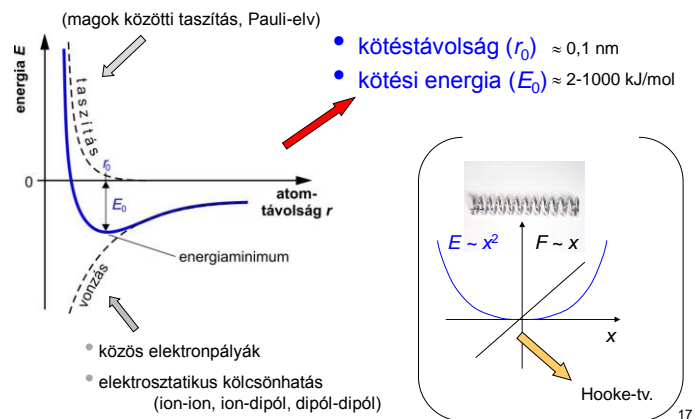
15

## Pauling-skála:



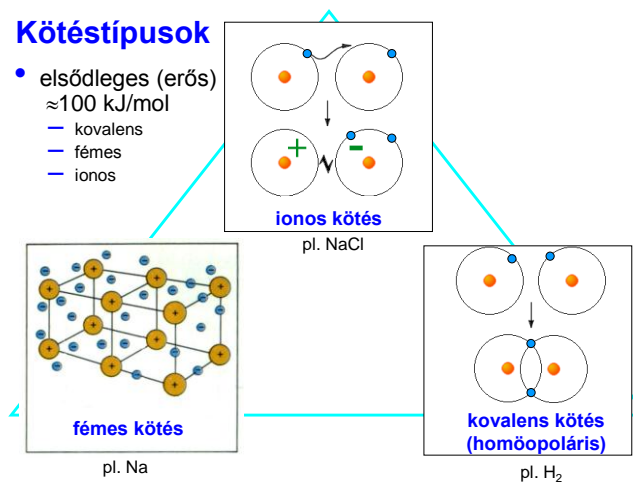
16

## Atomi kölcsönhatások

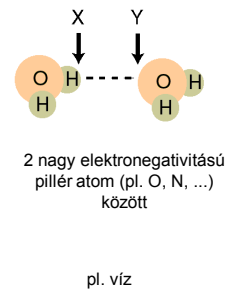
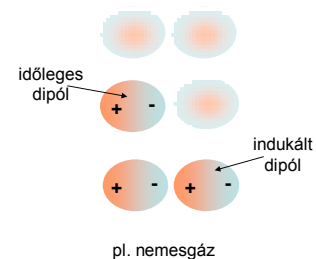


## Kötéstípusok

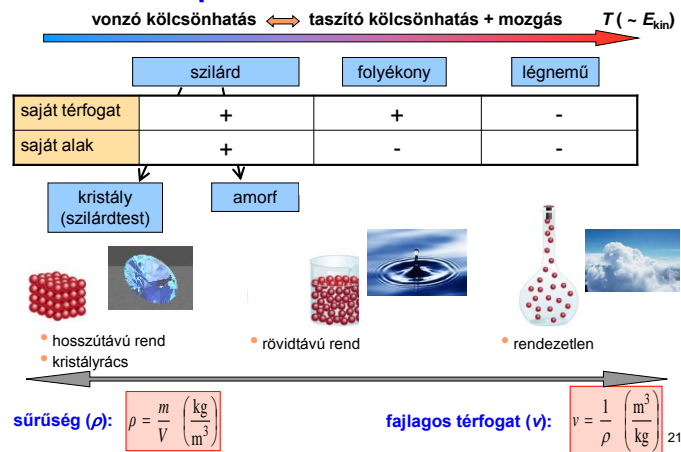
- elsődleges (erős)  
 $\approx 100 \text{ kJ/mol}$ 
  - kovalens
  - fémcs
  - ionos



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



## Halmazállapotok



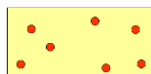
Néhány fogászati anyag sűrűsége:

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

anyag	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
fogzománc	2,2
dentin	1,9
víz	1
amalgám	≈ 12
arany	19,3
aranyötvözetek	12-17
Pd-Ag ötvözetek	10-12
Co-Cr ötvözetek	8-9
Ni-Cr ötvözetek	≈ 8
üveg	2,2-2,7
kerámiák	1,6-3,9
porcelán	2,2-2,4
gipsz	2,31-2,76
PMMA (polimetilmetakrilát)	≈ 1,2
szilikon	≈ 1,4

22

## Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

$$\rho, V, v, T$$

$$pV = \nu RT$$

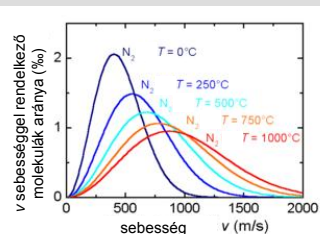
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

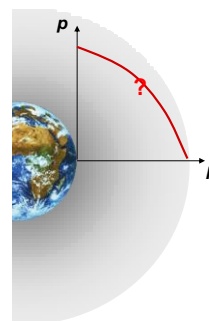
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann- eloszlás



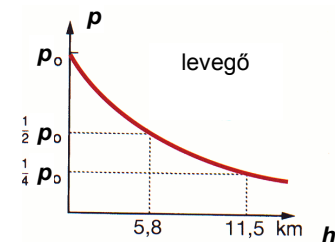
23

Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

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



24

## Boltzmann-eloszlás

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

$$\begin{array}{ccc} n_i & \text{=====} & \varepsilon_i \\ n_0 & \text{=====} & \varepsilon_0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{ccc} n_i & \text{=====} & \varepsilon_i \\ n_0 & \text{=====} & \varepsilon_0 \end{array}} \right\} \Delta\varepsilon$$

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

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

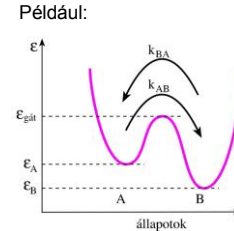
25

Alkalmazások:

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



Például:



$$K = \frac{n_A}{n_B} = e^{-\frac{\varepsilon_A - \varepsilon_B}{kT}}$$

$$k_{AB} = \text{konst.} \cdot e^{-\frac{\varepsilon_{\text{akt}} - \varepsilon_A}{kT}}$$

