

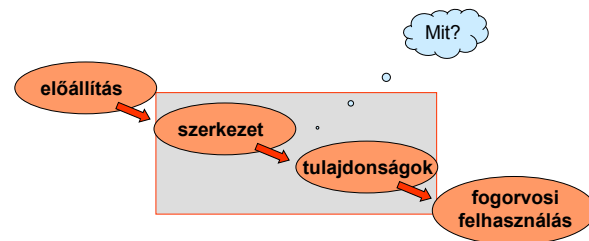


Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

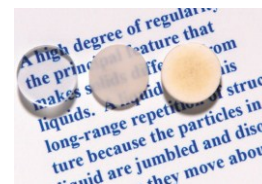
Bevezető

Miért?

1



Például:



mind: Al_2O_3 !

Hogyan?

2



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 kávéteát, 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 megértem.”

(Kon-fu-ce)

3

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 verzióival 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, Szöllösi: Orvosi biofizika, Medicina 2006
- 2 félévközi teszt:
 - 7. oktatási hét október 21. (kedd) 19:15-20:00, EOK Szent-Györgyi előadóterem
 - 13. oktatási hét december 02. (kedd) 19:15-20:00, EOK Szent-Györgyi előadóterem
- 2 konzultáció:
 - 7. oktatási hét október 20. (hétfő) 18:30-20:00, EOK Békésy előadóterem
 - 13. oktatási hét december 01. (hétfő) 18:30-20:00, EOK Békésy 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 😊

4

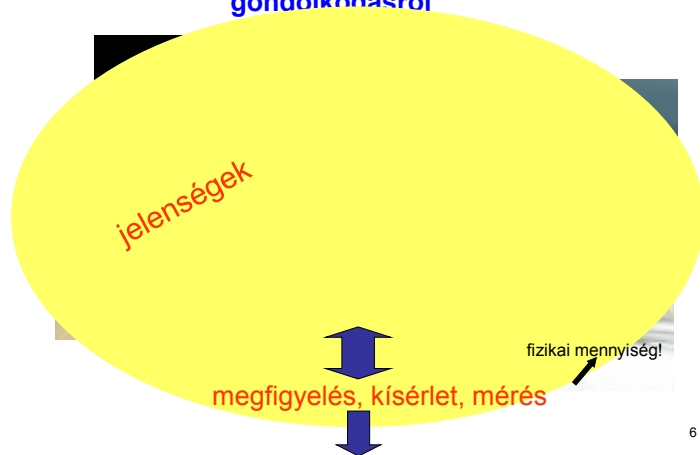
okt. hét	dátum	téma
1	09.11.	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet
2	09.18.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.25.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	10.02.	Szerkeztvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek
5	10.09.	Anyagsaládok: fémek, ötvözetek, kerámiák, polimerek, kompozitok
6	10.16.	Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1 – A rugalmas viselkedés
7	10.23.	----- (oktatási szünet)
8	10.30.	Mechanikai tulajdonságok 2 – A képlékeny viselkedés. A keménység
9	11.06.	Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viskoelaszticitás
10	11.13.	Hőtani és elektromos tulajdonságok
11	11.20.	Optikai tulajdonságok: Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	11.27.	Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai
13	12.04.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. docens)
14	12.11.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábrián Gábor egy. docens)

1. teszt

2. teszt

5

Röviden a természettudományos gondolkodásról



6

Fizikai mennyiség

Fizikai mennyiség = számérték · mértékegység



alpmennyiség

alapegység

származtatott mennyiség

származtatott egységek

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

A tananyagban előforduló fizikai mennyiségek definíciója alapkövetelmény!

7

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 m = $8 \cdot 10^{-6}$ m = 8 μm

Kerekítés:
három értékes jegyre!
pl.: 0,0019588 ≈ 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}

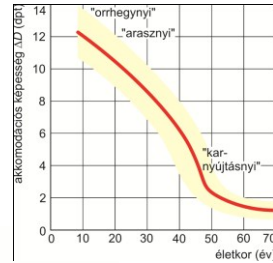
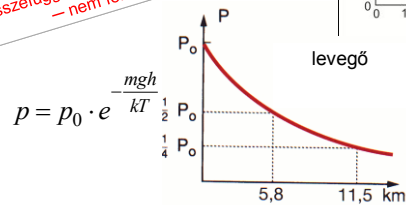
8

összefüggések, törvények

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



Az összefüggéseket kívülről kell megtanulni
— nem formálisan!!!!



alkalmazás!

9



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

1.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Atomi kölcsönhatások, sokatomos rendszerek - gázok

Kiemelt témák:

- ❖ Kölcsönhatások
- ❖ Kölcsönhatások leírása – középiskolai ismétlés
- ❖ Atomi, molekuláris kölcsönhatások energiagörbéje
- ❖ A hőmérséklet értelmezése
- ❖ Boltzmann-eloszlás

Tankönyv
fejezetei:
1, 2, 3

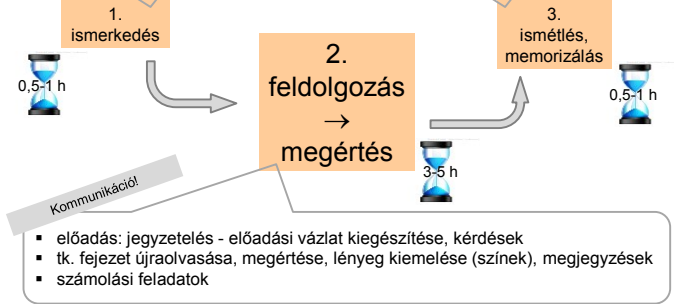
Feladatok:
1. fej.:
1, 3, 9, 10, 13, 17, 19

Javasolt tanulási technika

Lehetőleg előadás előtt!

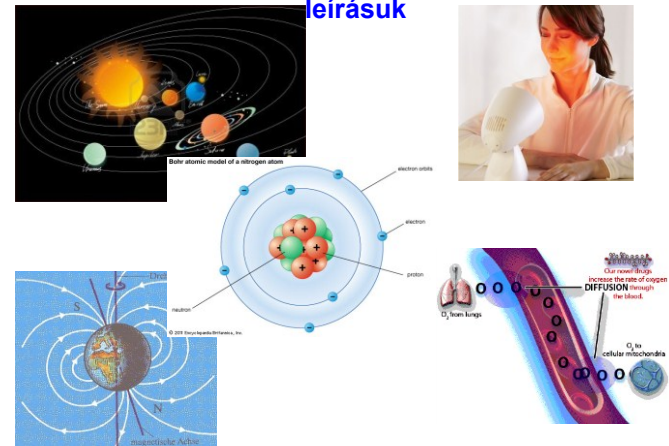
- tk. fejezet átolvasása
- előadási anyag letöltése, átolvasása, kinyomtatása
- kérdőjelek (?)

- cél
- fogalmak, mennyiségek, törvények pontosan
- gyakorlati alkalmazás



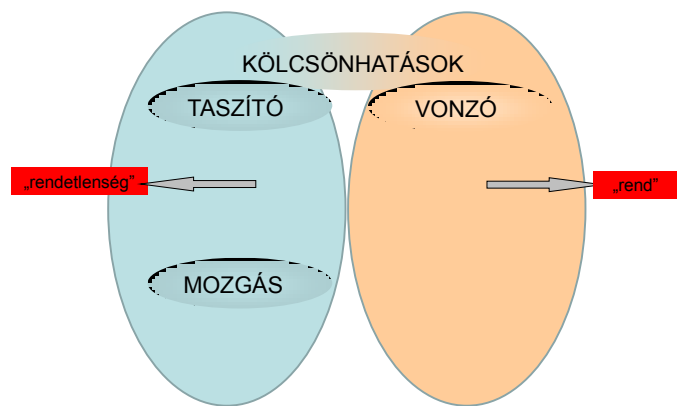
10

Kölcsönhatások, szerepük és kvantitatív leírásuk



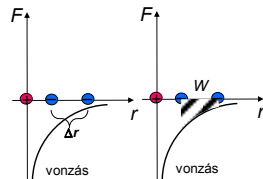
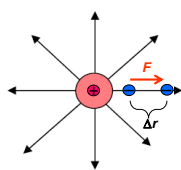
12

Testek felépülésének általános elvei



Hogyan tudjuk ezeket a jelenségeket kvantitatívan összehasonlítani?

13



• munka (W): $W = F \cdot \Delta r$ (Nm = J (Joule)) [De itt F nem állandó, ezért: $W = \int F dr$]

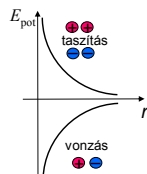
• energia (E): a rendszerben tárolt munka (J)

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

• mozgási (kinetikus) energia (E_{kin}): $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$

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

$$\left[E_{\text{pot}} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r} \right]$$



15

Némi ismételés a középiskolai fizikából



mechanikai kölcsönhatás!!

deformáció

mozgásállapot megváltozása

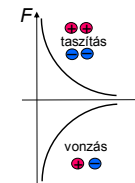
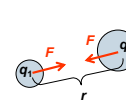
• erő (F): $F = m \cdot a$ $\left(\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N (Newton)} \right)$

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

• erőttörvények:

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

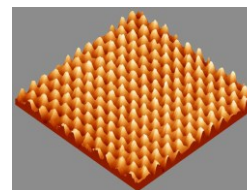
• Coulomb-törvény $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



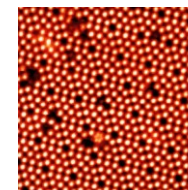
14

Atomos felépítés

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

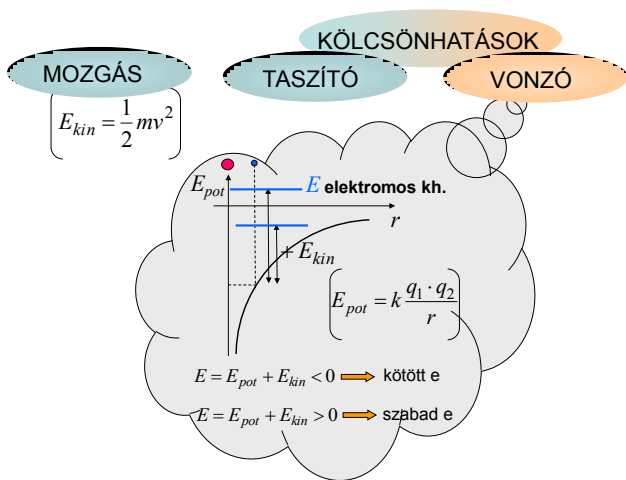


C atomok – hibátlan kristályrács



Si kristály - hibákkal

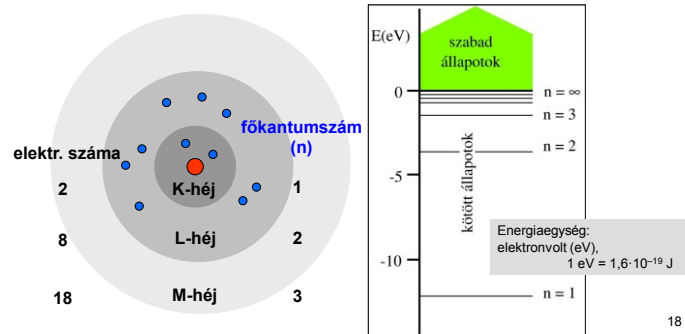
16



17

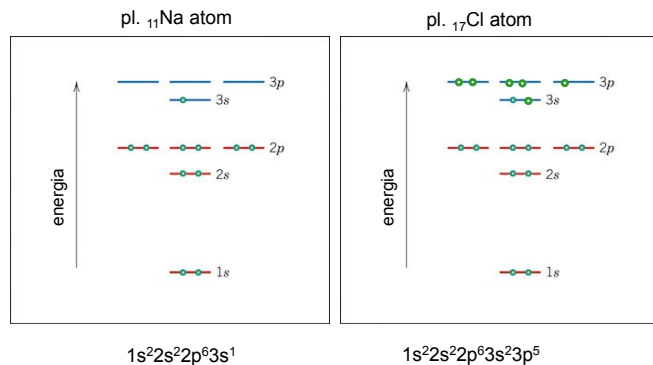
Atom felépítése

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



18

Elektron konfiguráció:

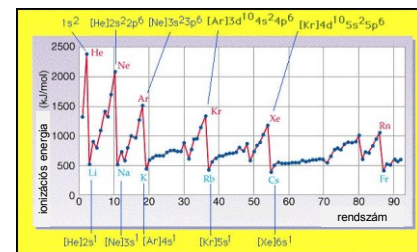


19

Elektronegativitás

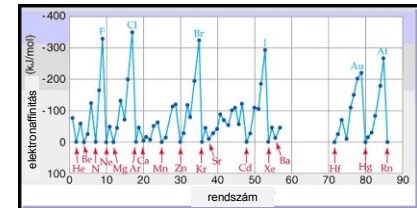
Ionizációs energia (I):

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



Elektronaffinitás (A):

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

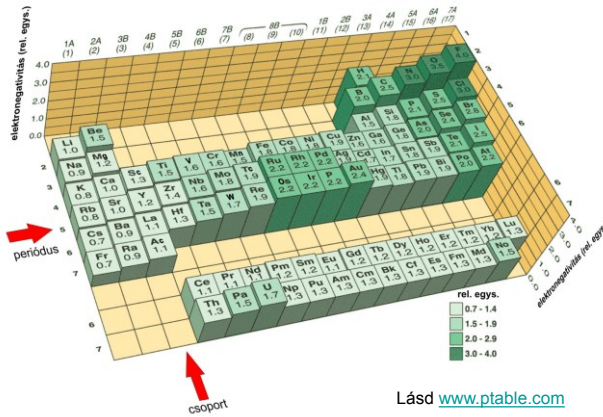


Elektronegativitás (EN):

$$EN = I + |A|$$

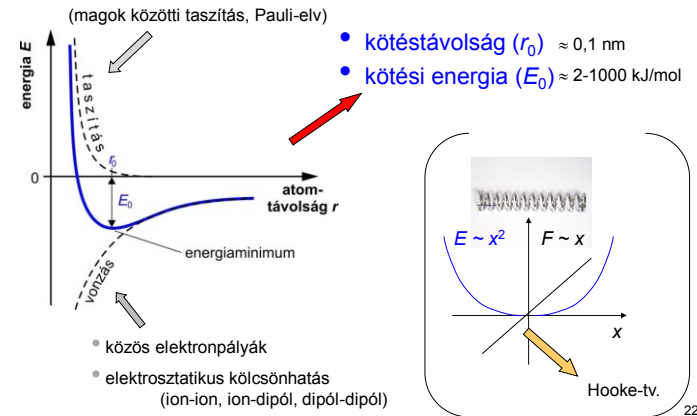
20

Pauling-skála:



21

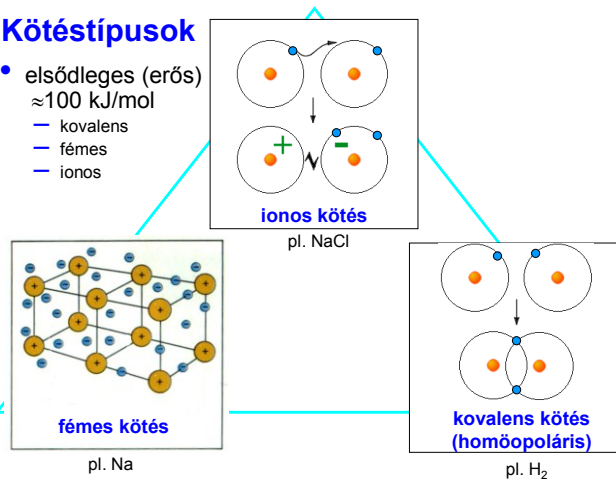
Atomi kölcsönhatások



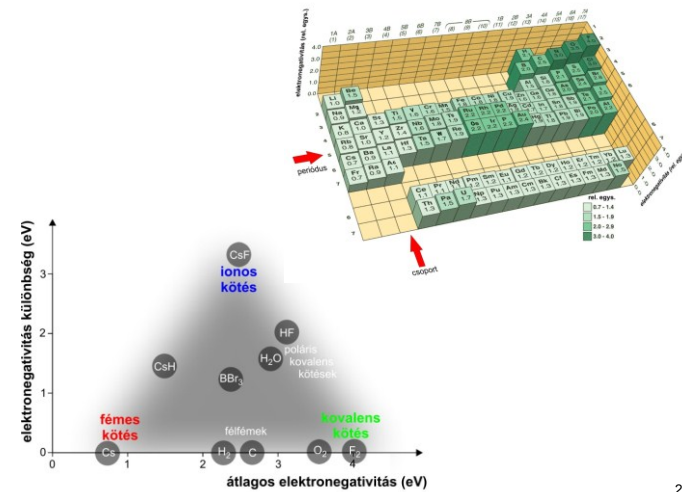
22

Kötéstípusok

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



23



24

- másodlagos (gyenge) ≈ 10 kJ/mol

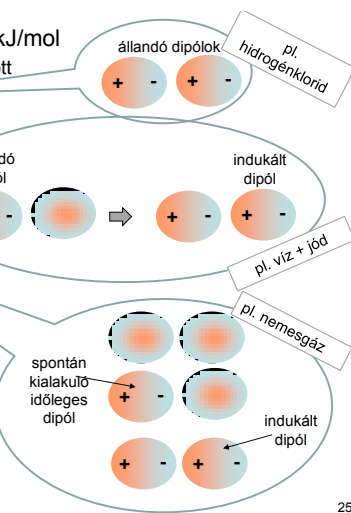
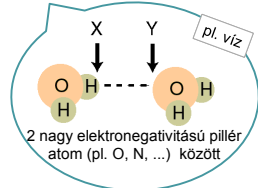
— van der Waals - dipólok között

- o orientációs

- o indukciós

- o diszperziós

— H-kötés



25

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

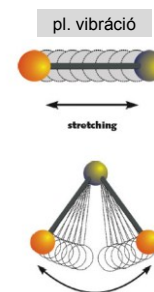
Molekulák energiaállapotai

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

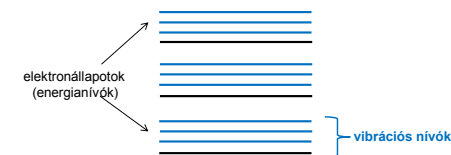
≈ 1 eV

$\approx 0,1$ eV

$\approx 0,01$ eV



Mindegyik energia kvantált! \Rightarrow diszkrét energianívók

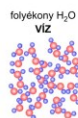


(A rotációs nivók nincsenek feltüntetve!)

26

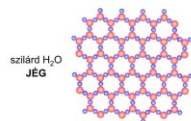
Halmazállapotok

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



sűrűség (ρ):

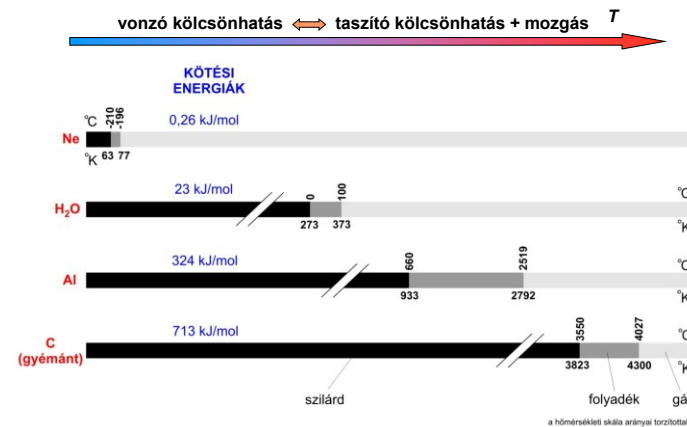
$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$



fajlagos térfogat (v):

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

27



28

Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

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

$$pV = \nu RT$$

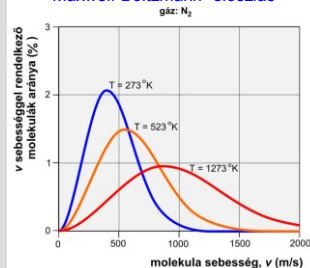
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

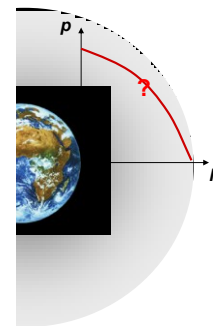
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann- eloszlás



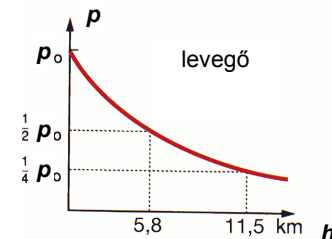
29

Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

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



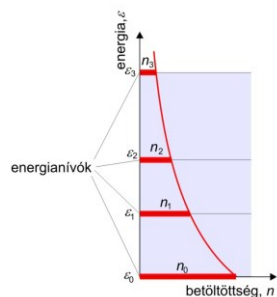
30

Boltzmann-eloszlás

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

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

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



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

31

Boltzmann-eloszlás alkalmazásai:

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

Következő előadás:
4,5

32