

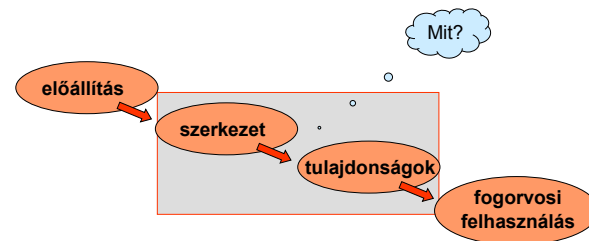


Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

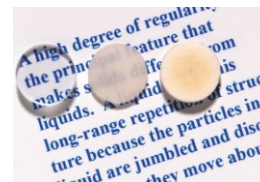
Bevezető

Miért?

1



Például:



mind: Al_2O_3 !

2

okt. hét	dátum	téma
1	09.10.	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet
2	09.17.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.24.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	10.01.	Szerkeztvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek (vendégelőadó: Dr. Ágocs Gergely)
5	10.08.	Anyagsaladok: fémek, ötvözetek, kerámiák, polimerek, kompozitok
6	10.15.	Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1.– A rugalmas viselkedés
7	10.22.	----- (oktatási szünet)
8	10.29.	Mechanikai tulajdonságok 2.– A képlékeny viselkedés. A keménység
9	11.05.	Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás
10	11.12.	Hőtani és elektromos tulajdonságok
11	11.19.	Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	11.26.	Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai (vendégelőadó: Mártonfalvi Zsolt)
13	12.03.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. docens)
14	12.10.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábán 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

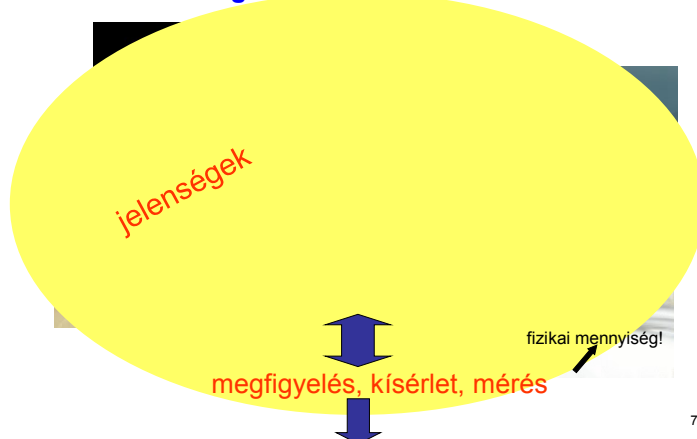
- Tölgyesi Ferenc egy. docens (tolgyesi.ferenc@med.semmelweis-univ.hu)
- Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet <http://biofiz.semmelweis.hu>
- Tölgyesi, Derka, Módos: *Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai* (e-tankönyv), letölthető az intézet honlapjáról vagy a www.tankonyvtar.hu oldalról (Adobe Reader X 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, Szöllösi: *Orvosi biofizika, Medicina* 2006
- 2 félévközi teszt:
 - 7. oktatási hét október 21. (szerda) 19:00-20:00, EOK Szent-Györgyi előadóterem
 - 13. oktatási hét december 02. (szerda) 19:00-20:00, EOK Szent-Györgyi előadóterem
- 2 konzultáció:
 - 7. oktatási hét október 19. (hétfő) 17:10-18:30, EOK Hevesy előadóterem
 - 13. oktatási hét november 30. (hétfő) 17:10-18:30, EOK Hevesy előadóterem
- vizsga: kollokvium (szóbeli); vizsgaanyag: előadási anyag + a tankönyv anyaga
- vizsgajegy:

1. teszt + 2. teszt + szóbeli = összesen
20 pont + 20 pont + 50 pont = 90 pont
minimum: 20 pont!!

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

okt. hét	dátum	téma
1	09.10.	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet
2	09.17.	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok
3	09.24.	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások
4	10.01.	Szerkezetvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek (vendégelőadó: Dr. Agócs Gergely)
5	10.08.	Anyagsaládok: fémek, ötvözetek, kerámiák, polimerek, kompozitok
6	10.15.	Anyagok mechanikai és egyéb tulajdonságai. Mechanikai tulajdonságok 1. – A rugalmas viselkedés
7	10.22.	----- (oktatási szünet)
8	10.29.	Mechanikai tulajdonságok 2. – A képlékeny viselkedés. A keménység
9	11.05.	Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viszkoelaszticitás
10	11.12.	Hőtani és elektromos tulajdonságok
11	11.19.	Optikai tulajdonságok. Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján
12	11.26.	Biomechanikai alapok Biológiai szövetek szerkezete, mechanikai és egyéb tulajdonságai (vendégelőadó: Mártonfalvi Zsolt)
13	12.03.	Implantológia fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Szűcs Attila egy. docens)
14	12.10.	Fogszabályozás fizikai alapjai (vendégelőadó: Dr. Fábrián Gábor egy. docens)

Röviden a természettudományos gondolkodásról



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!

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}

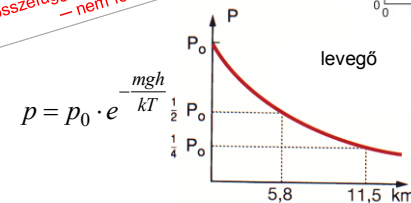
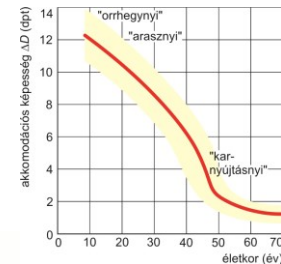
9

összefüggések, törvények

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



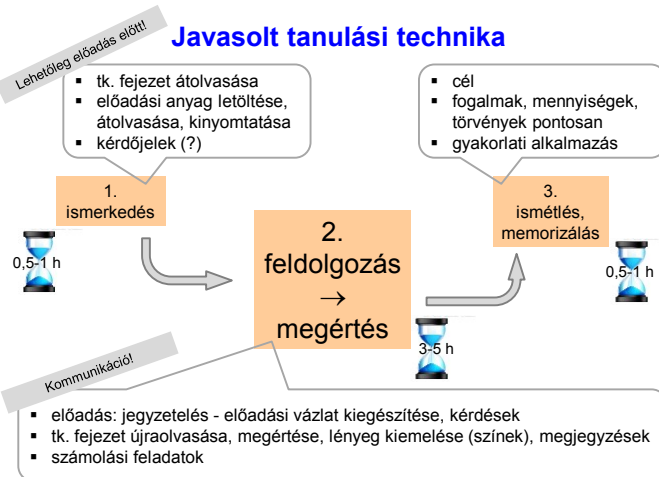
Az összefüggéseket kívülről kell megtanulni
 — nem formálisan!!!!



alkalmazás!

10

Javasolt tanulási technika



11



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

Kölcsönhatások, szerepük és kvantitatív leírásuk



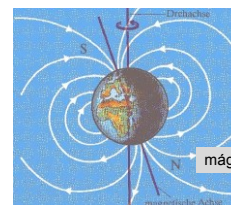
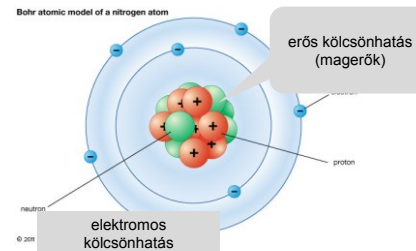
„kontaktus” (a háttérben molekuláris kölcsönhatások)



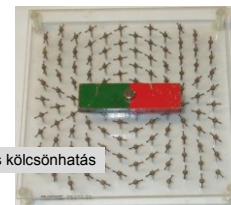
gravitáció



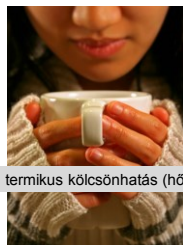
13



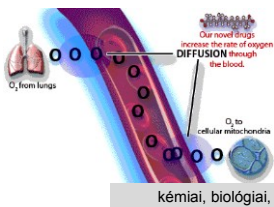
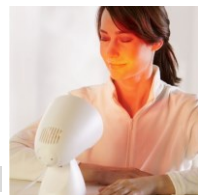
mágneses kölcsönhatás



14



termikus kölcsönhatás (hő)



kémiai, biológiai, ... kölcsönhatások



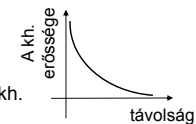
15

A kölcsönhatások jellemzése:

□ szimmetria!



□ távolható kh-soknál: a távolsággal gyengül a kh.



□ mennyiségek:

- erő
- munka, energia
- teljesítmény
- nyomás

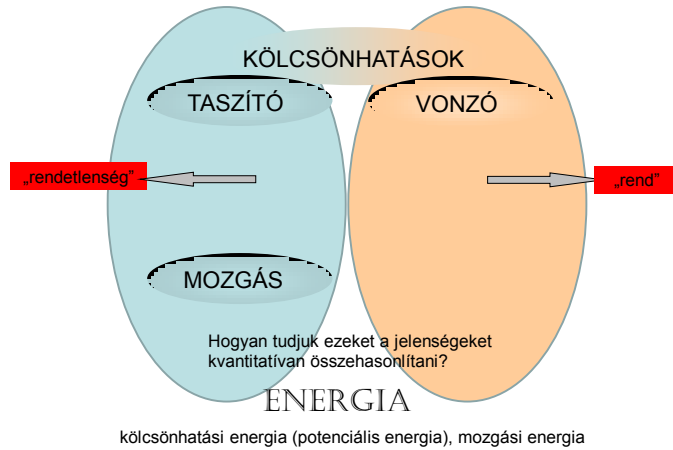
I. középiskola

ERŐ

ENERGIA

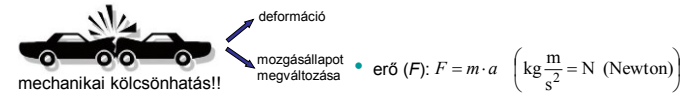
16

Testek felépülésének általános elvei



17

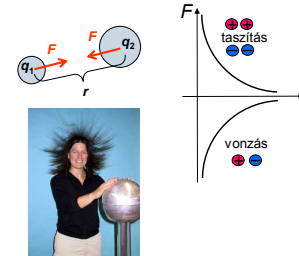
Némi ismételés a középiskolai fizikából



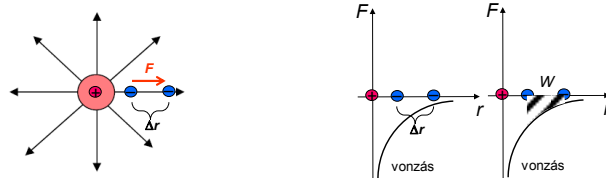
- Newton 2. törvénye (a mechanika alapegyenlete): $\sum F_i = m \cdot a$ $F \Rightarrow a$

- erőtörvények:

- gravitációs törvény $F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
- Coulomb-törvény $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



18



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

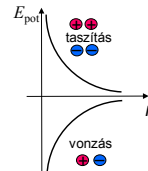
- energia (E): a rendszerben tárolt munka (J)

- 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}): $E_{\text{pot}} = mgh$

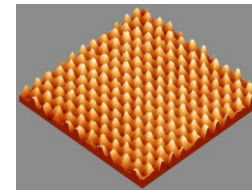
$$\left\{ \begin{array}{l} E_{\text{pot}} = mgh \\ E_{\text{pot}} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r} \end{array} \right.$$



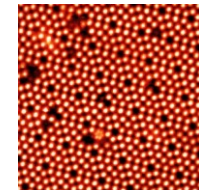
19

Atomos felépítés

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

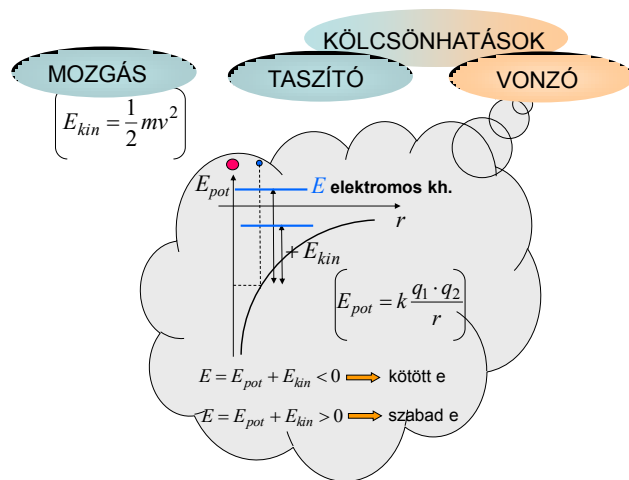


C atomok – hibátlan kristályrács



Si kristály - hibákkal

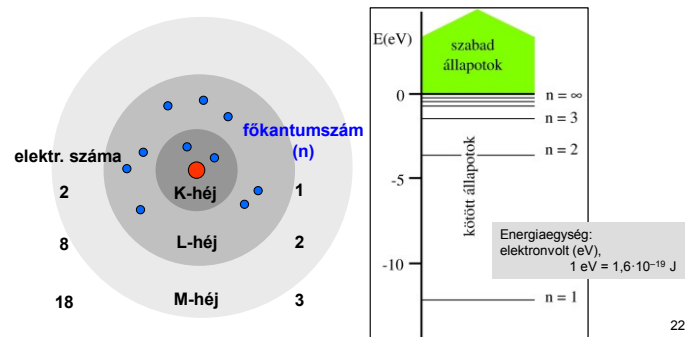
20



21

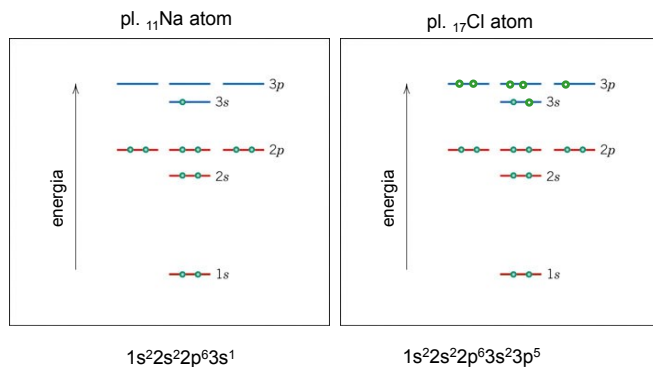
Atom felépítése

- Rutherford szórakísérlete
- Spektroszkópiai megfigyelések
- ❖ Diszkrét energiaállapotok
- ❖ Energiaminimum
- ❖ Pauli-elv



22

Elektron konfiguráció:

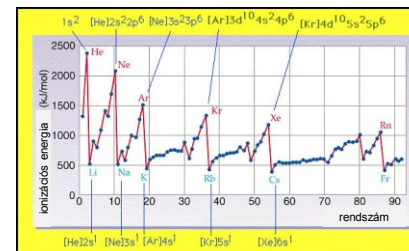


23

Elektronegativitás

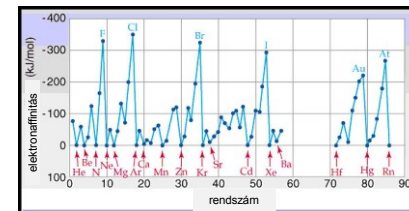
Ionizációs energia (I):

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



Elektronaffinitás (A):

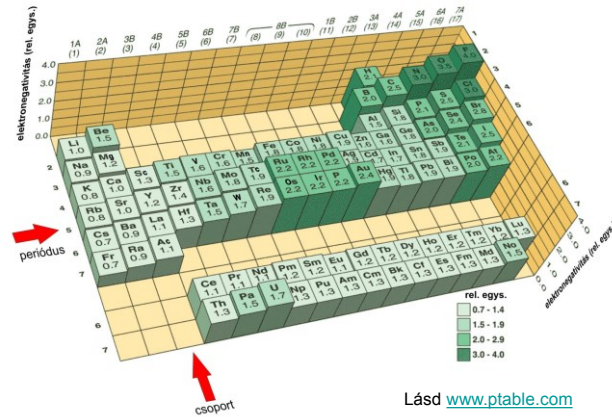
Egy elektron felvételekor felszabaduló energia (eV/atom; kJ/mol)



24

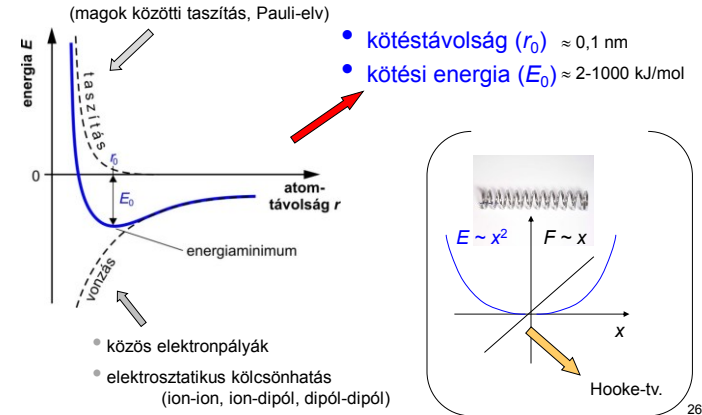
$$EN = I + |A|$$

Pauling-skála:



25

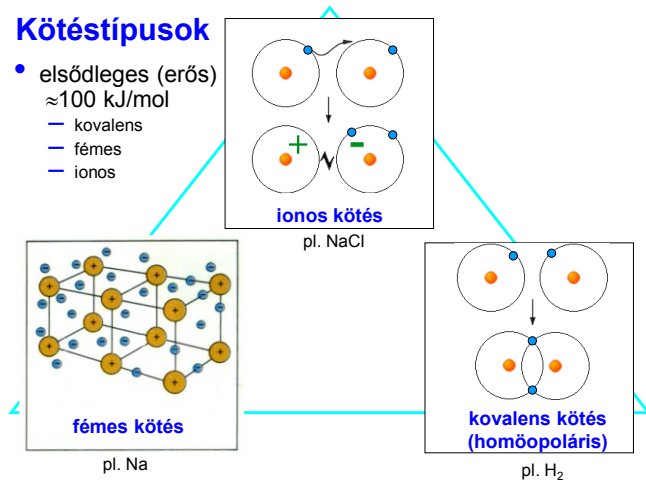
Atomi kölcsönhatások



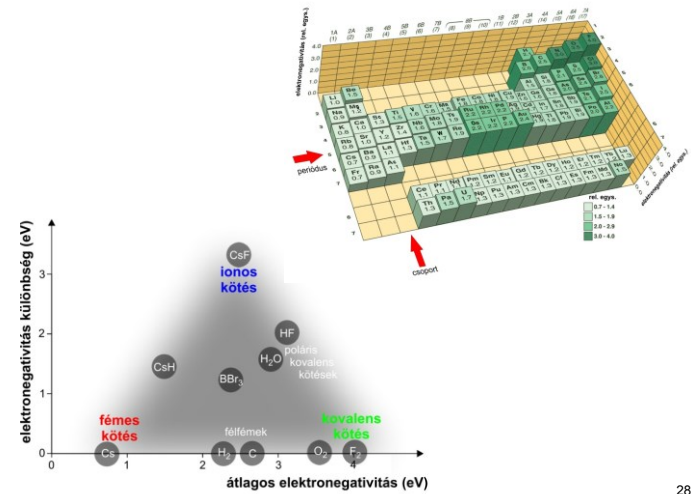
26

Kötéstípusok

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



27



28

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

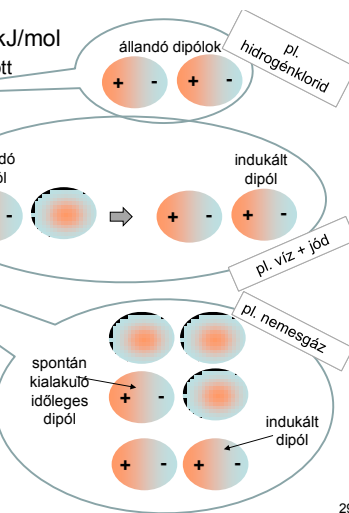
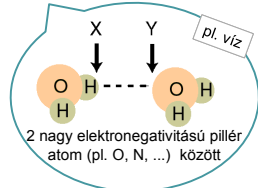
— van der Waals - dipólok között

- orientációs

- indukciós

- diszperziós

— H-kötés



29

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

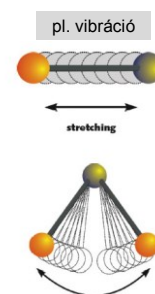
Molekulák energiaállapotai

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

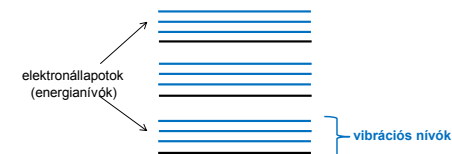
$\approx 1 \text{ eV}$

$\approx 0,1 \text{ eV}$

$\approx 0,01 \text{ eV}$



Mindegyik energia kvantált! \Rightarrow diszkrét energianívók

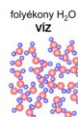


(A rotációs nivók nincsenek feltüntetve!)

30

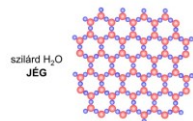
Halmazállapotok

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



sűrűség (ρ):

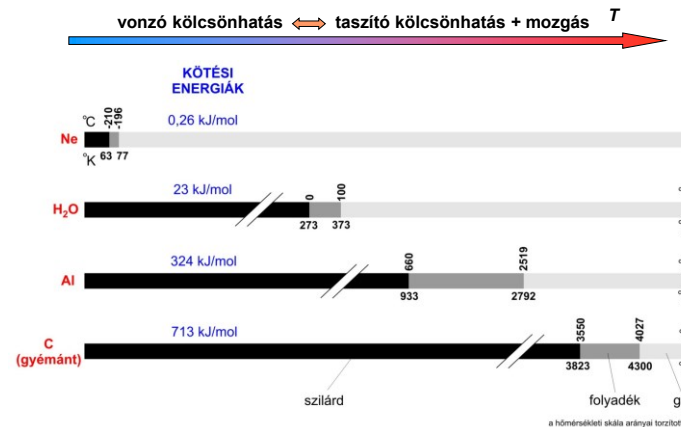
$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$



fajlagos térfogat (v):

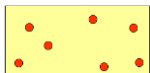
$$v = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

31



32

Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

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

$$pV = \nu RT$$

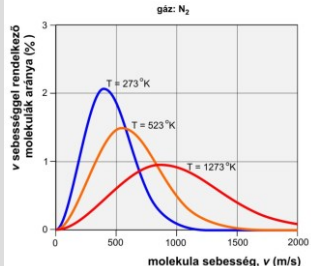
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

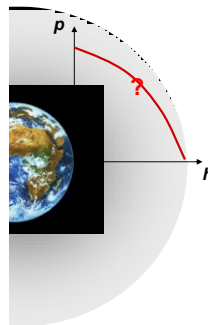
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann- eloszlás



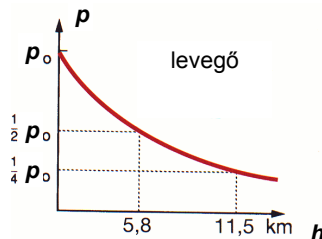
33

Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

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



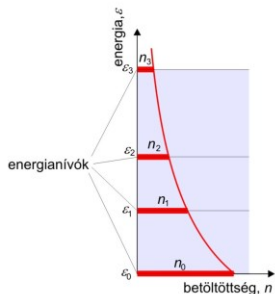
34

Boltzmann-eloszlás

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

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

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



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

35

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

36