

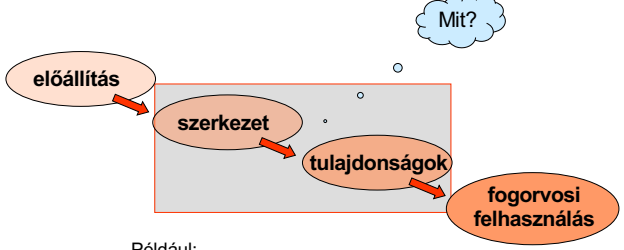


Fogorvosi anyagtudomány fizikai alapjai

Bevezető

Mit?

1



Például:

mind: Al_2O_3 !

2

1	Anyagszerkezeti alapok. Atomi kölcsönhatások, kötések. Sokatomos rendszerek. Gázok. A hőmérséklet értelmezése. Boltzmann-eloszlás	2020.09.10.
Az előadás követhető az alábbi zoom linken: https://semmelweis.zoom.us/j/8674652263 (Dr. Mártonfalvi Zsolt)		
2	Folyadékok, szilárd anyagok, folyadékkristályok (Dr. Agócs Gergely)	2020.09.17.
3	Kohézió, adhézió, határfelületi jelenségek. Fázis, fázisdiagram, fázisátalakulások (Dr. Agócs Gergely)	2020.09.24.
4	Szerkeztvizsgálati (diffrakciós, mikroszkópiai, spektroszkópiai) módszerek (Dr. Agócs Gergely)	2020.10.01.
5	Anyagsaládok: fémek, kerámiák (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.10.08.
6	Anyagsaládok: polimerek és kompozitok (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.10.15.
7	Mechanikai tulajdonságok 1. – A rugalmas viselkedés (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.10.22.
8	Mechanikai tulajdonságok 2. – A képlékeny viselkedés, törés. Keménység (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.10.29.
9	Mechanikai tulajdonságok 3. – Reológiai tulajdonságok, viskoelasztitás (Dr. Agócs Gergely)	2020.11.05.
10	Hőtani, elektromos és optikai tulajdonságok (Dr. Agócs Gergely)	2020.11.12.
11	Szövetek mechanikai tulajdonságai, Biomolekulák nanomechanikája, A biomolekuláris rugalmasság alapjai (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.11.19.
12	Fogászati anyagok tulajdonságainak összehasonlítása, értelmezése a szerkezet alapján Biomechanika: A rágás biomechanikája (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.11.26.
13	Implantológia fizikai alapjai (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.12.03.
14	Fogszabályozás fizikai alapjai (Dr. Mártonfalvi Zsolt)	2020.12.10.

Hogyan?

3

Javasolt tanulási technika

Lehetőleg előadás előtt!

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

1. ismerkedés (0,5-1 h)

2. feldolgozás → megértés (3-4 h)

Kommunikáció!

- előadás: jegyzetelés - előadási vázlat kiegészítése, kérdések
- tk. fejezet újraolvasása, megértése, lényeg kiemelése (színek), megjegyzések
- számolási feladatok

3. ismétlés, memorizálás (0,5-1 h)

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

4

Egyéb hasznos tudnivalók

- Tantárgy felelős: Dr. Mártonfalvi Zsolt egy. docens (martonfalvi.zsolt@med.semmelweis-univ.hu)
Előadók: Dr. Mártonfalvi Zsolt egy. docens
Dr. Agógy Gergely egy. adjunktus
Dr. Kiss Balázs egy. docens
- 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
- vizsga: kollokvium; vizsgaanyag: előadási anyag + a tankönyv anyaga

5

5



Fogorvosi anyagtudomány fizikai alapjai

1.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

Atomi kölcsönhatások, sokatomos rendszerek - gázok

Tankönyv fejezetei:
1, 2, 3

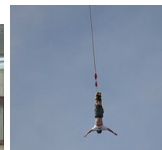
Feladatok:
1. fej.:
1, 3, 9, 10, 13, 17, 19

Kiemelt témák:

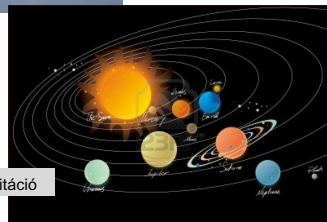
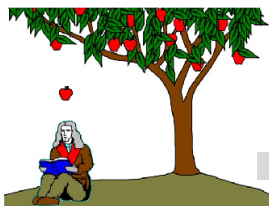
- ❖ Kölcsönhatások
- ❖ Atomi, molekuláris kölcsönhatások energiagörbéje
- ❖ A hőmérséklet értelmezése
- ❖ Boltzmann-eloszlás

6

Kölcsönhatások, szerepük és kvantitatív leírásuk




„kontaktus” (a háttérben molekuláris kölcsönhatások)



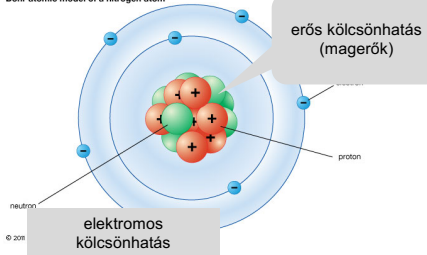
gravitáció

7

7



Bohr atomic model of a nitrogen atom

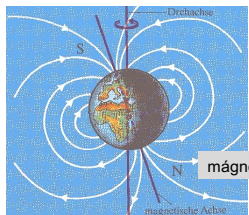


erős kölcsönhatás (magerők)

proton

neutron

elektromos kölcsönhatás



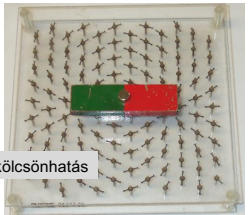
Drehachse

S

N


magnetische Achse

mágneses kölcsönhatás

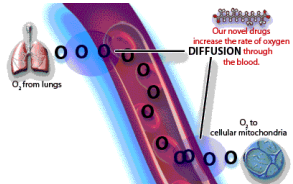


8

8



termikus kölcsönhatás (hő)

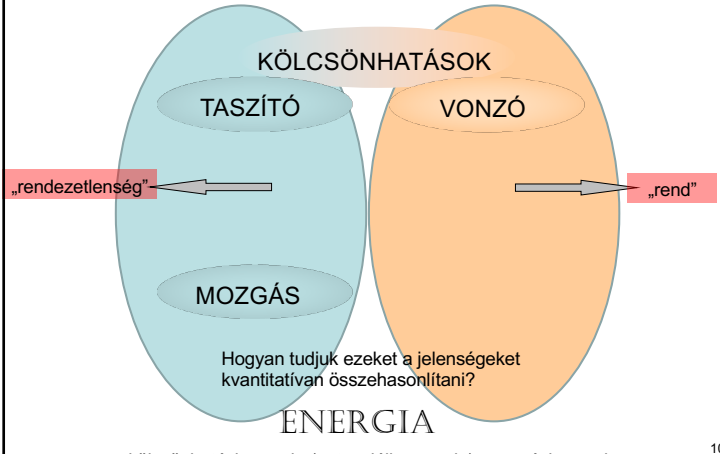


O₂ from lungs
Our novel drugs increase the rate of oxygen DIFFUSION through the blood.
O₂ to cellular mitochondria

kémiai, biológiai, ... kölcsönhatások

9

Testek felépülésének általános elvei



KÖLCSÖNHATÁSOK
TASZÍTÓ VONZÓ

„rendezetlenség” „rend”

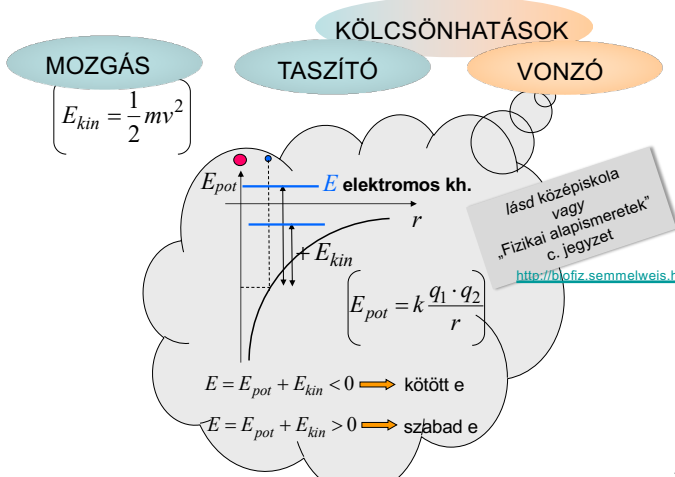
MOZGÁS

Hogyan tudjuk ezeket a jelenségeket kvantitatívan összehasonlítani?

ENERGIA

kölcsönhatási energia (potenciális energia), mozgási energia

10



KÖLCSÖNHATÁSOK
TASZÍTÓ VONZÓ

MOZGÁS
 $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$

E_{pot}
 E_{kin}
 E elektromos kh.
 $E_{pot} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$

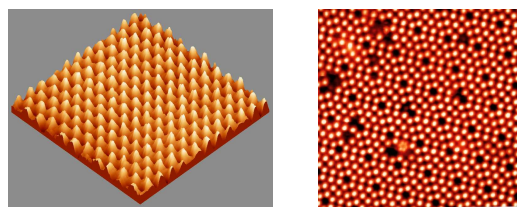
lásd középiskola vagy „Fizikai alapismeretek” c. jegyzet
<http://6lofiz.semmelweis.hu>

$E = E_{pot} + E_{kin} < 0 \rightarrow$ kötött e
 $E = E_{pot} + E_{kin} > 0 \rightarrow$ szabad e

11

Atomos felépítés

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



C atomok – hibátlan kristályrács

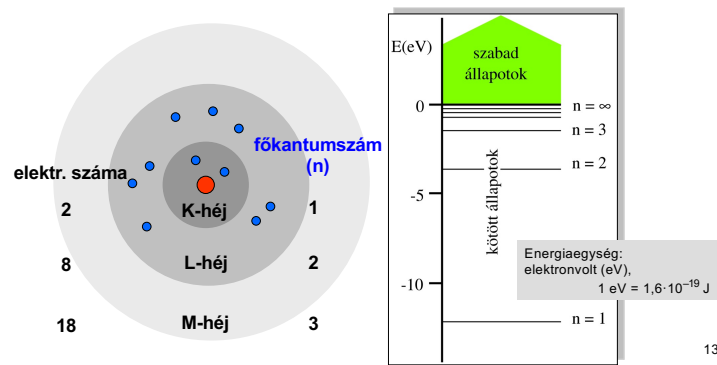
Si kristály - hibákkal

12

Atom felépítése

- Rutherford szórás kísérlete
- Spektroszkópiai megfigyelések

- Diszkrét energiaállapotok
- Energiaminimum
- Pauli-elv

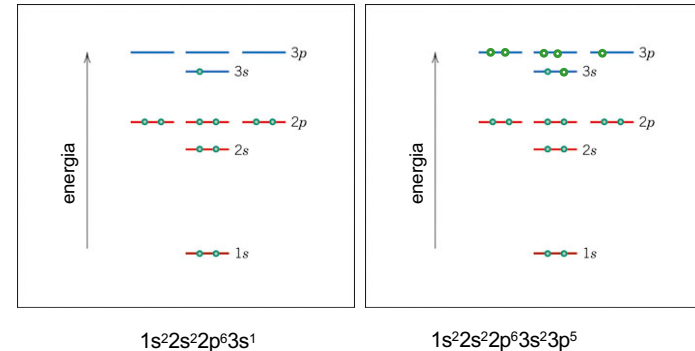


13

Elektron konfiguráció:

pl. ¹¹Na atom

pl. ¹⁷Cl atom



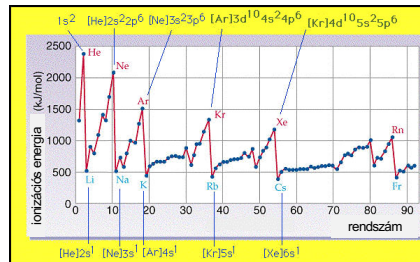
14

14

Elektronegativitás

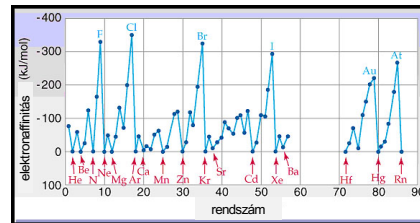
Ionizációs energia (I):

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



Elektronaffinitás (A):

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



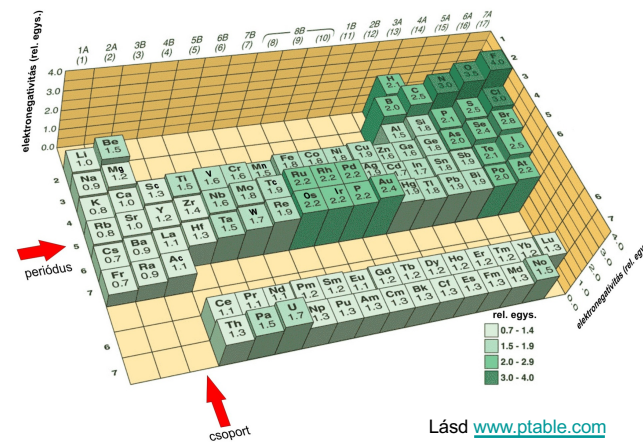
Elektronegativitás (EN):

$$EN = I + |A|$$

15

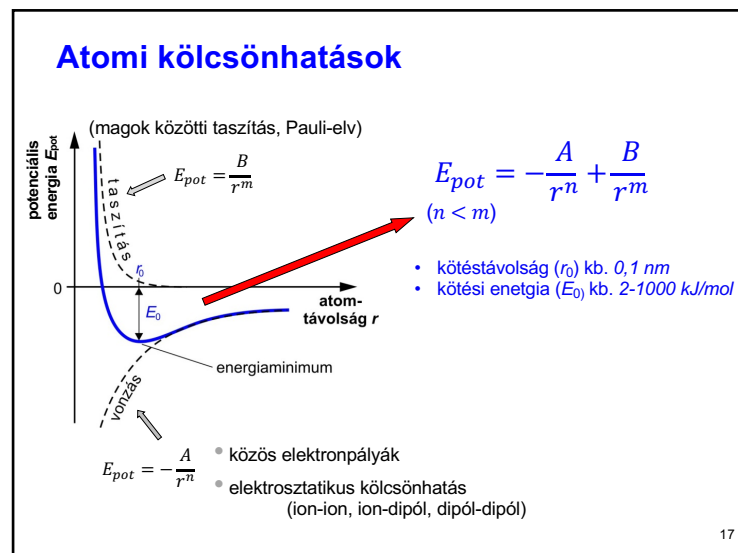
15

Pauling-skála:

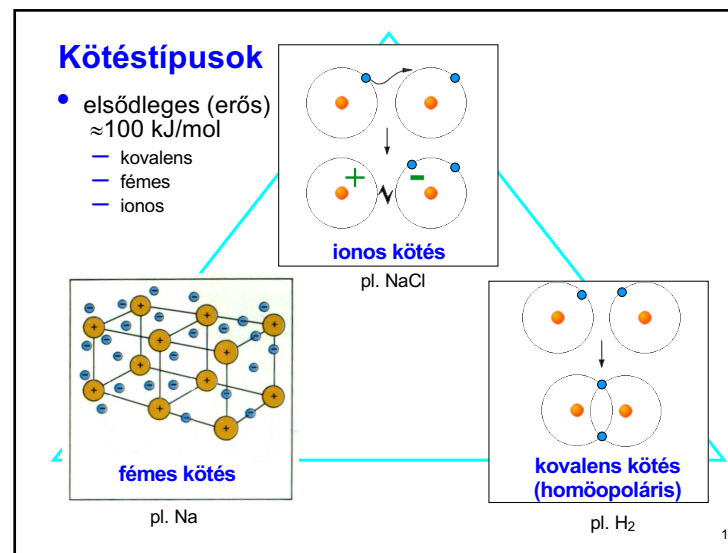


16

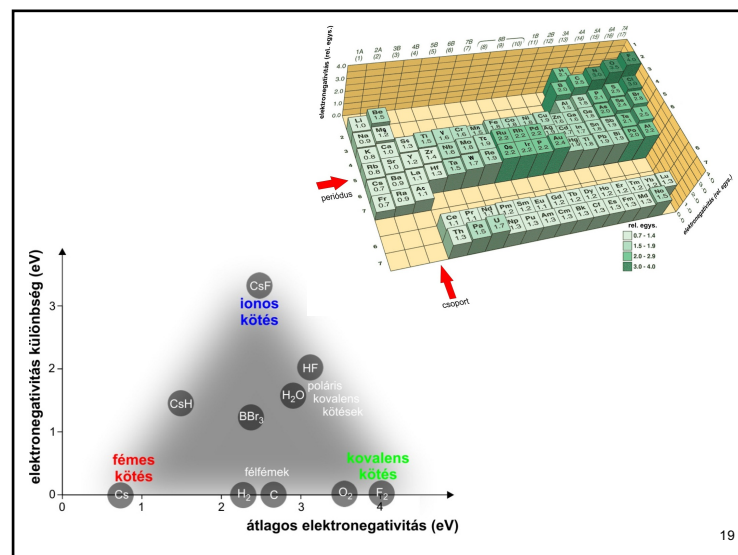
16



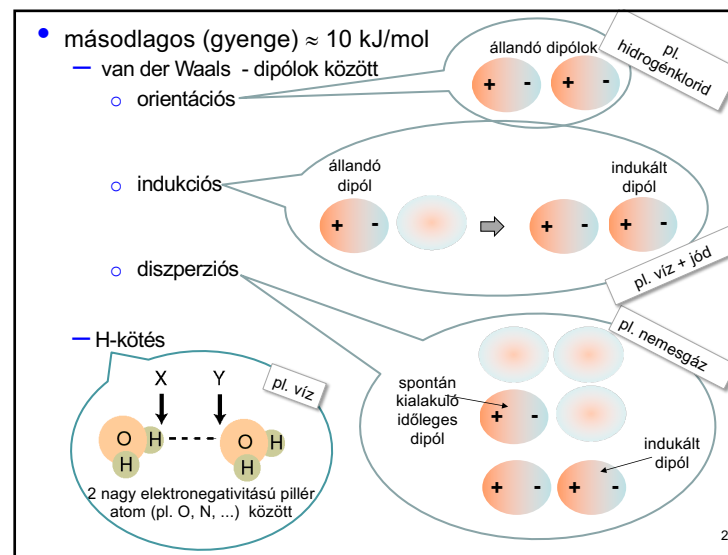
17



18



19



20

❖ (A tankönyvben nem található téma!)

Molekulák energiaállapotai

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

pl. vibráció

stretching

Mindegyik energia kvantált! \Rightarrow diszkrét energianívók

elektronállapotok (energianívók)

vibrációs nivók

(A rotációs nivók nincsenek feltüntetve!)

21

21

Halmazállapotok

T

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

folyékony H_2O
víz

gáznemű H_2O
gőz

szilárd H_2O
JÉG

sűrűség (ρ):

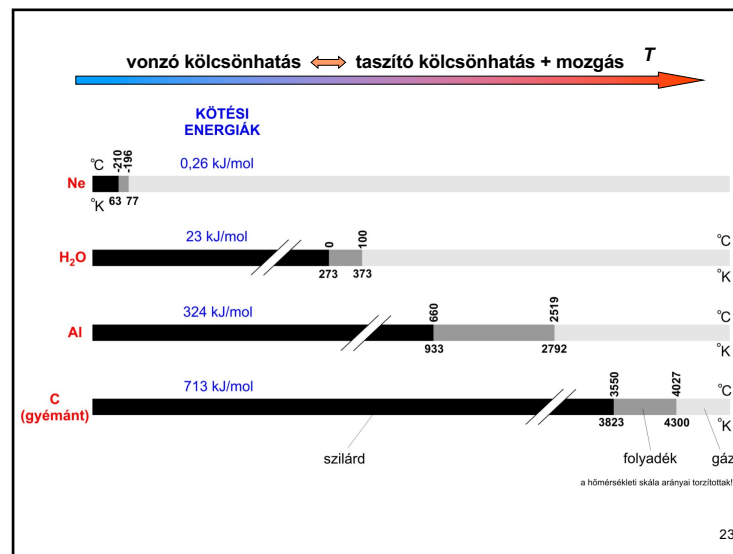
$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

fajlagos térfogat (v):

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

22

22



23

Gázok

Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

ρ, V, v, T

$pV = \nu RT$
(ideális gázra)

24

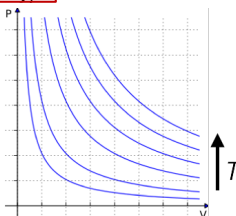
24

Gáztörvények

Boyle-Mariotte tv.	$pV = konstans_I$
Gay-Lussac I tv.	$\frac{V}{T} = konstans_{II}$
Gay-Lussac II tv.	$\frac{p}{T} = konstans_{III}$
Avogadro tétel	$\frac{V}{N} = konstans_{IV}$


$$\frac{p}{T} \cdot \frac{V}{N} = k_{III} \cdot k_{IV} \quad k_{III} \cdot k_{IV} = \boxed{k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}}$$

$$pV = Nk_B T \quad (k_B \cdot N_A = R) \quad \left(v = \frac{N}{N_A}\right)$$

$$pV = \nu RT$$


25

Gázok



Makroszkópikus leírás:

- nincs saját térfogat és alak
- izotróp

p, V, ν, T

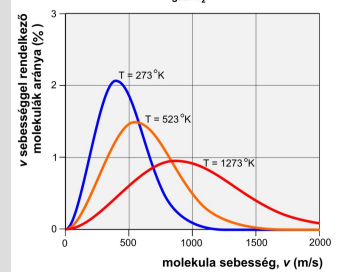
$pV = \nu RT$
(ideális gázra)

Mikroszkópikus leírás:

- rendezetlen
- erős, nagy szabadsági fokú mozgás

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

Maxwell-Boltzmann- eloszlás
gáz: N₂



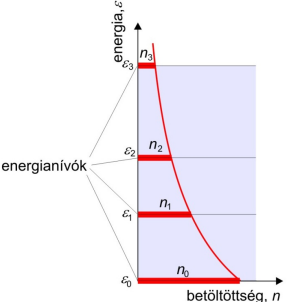
26

Boltzmann-eloszlás

Részecskék megoszlása energianívók között termikus egyensúlyban ($T = konstans$):

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

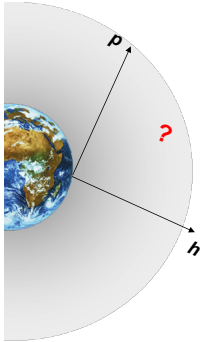
$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$



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

27

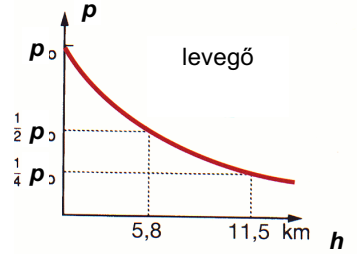
Gáz erőterben – barometrikus magasságformula:



Termikus egyensúlyban:

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

levegő



28

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

29