Az atomok szerkezete II.; A kémiai jelrendszer; A periódusos rendszer

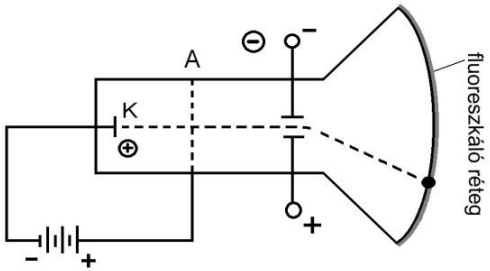
Anyagtan; Környezeti elemek védelmének alkalmazott kémiája 1.

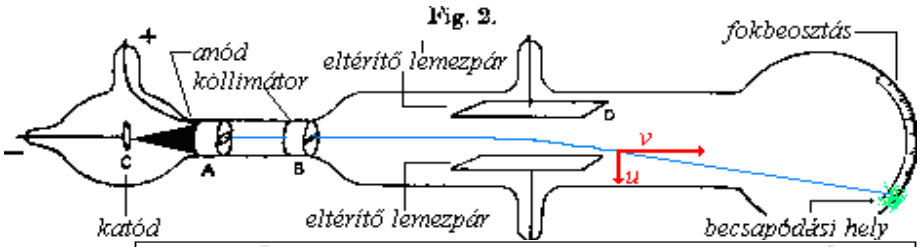
3-4. előadás

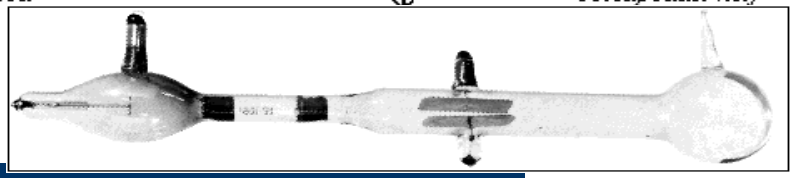
Elektronszerkezet

Az elektron felfedezése:

- **1821.** az elektromosság útján;
  kis nyomású gázok vezetik az elektromos áramot
- **1833. Faraday**;
  a kémiailag egyenértékű anyagmennyiségek leválasztásához azonos „mennyiségű” elektromosságra van szükség
  (egy mól elektron töltésének abszolút értéke, azaz ***F*** = 96485,3399 C/mol)
- **1859.** A katódsugárzás felfedezése;
  - két elektród között;
  - kis nyomású gázt tartalmazó térben;
  - az elektródokra néhány 1000 V feszültséget kapcsolva;
  - a katódról sugárzás indul ki; amely a gázmolekulákkal ütközve gerjeszti azokat
  - **fényt ad**



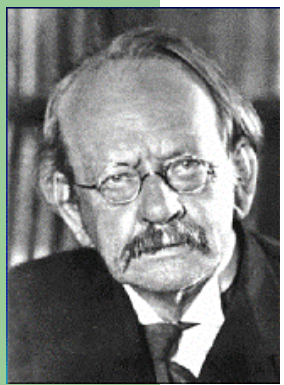




Elektronszerkezet

- **1869.** A katód felületéről a katódsugarakat az elektromos és a mágneses tér is eltéríti a POZITÍV vég felé
  - a sugárzás negatív töltésű
- **1897. Thomson**; a katódsugárzás
  - a töltőgáz típusától és
  - a katód anyagi minőségétől **független**
  - mindig azonos tulajdonságot mutat
  - a katódsugárzás olyan negatív töltésű részecskékből áll, amelyek minden anyagban megtalálhatók

    ez az ELEKTRON
  - Az elhajlás mértékéből meghatározta :



$$\frac{m_e}{e} = \frac{e^- \text{tömege}}{e^- \text{töltése}} = 6{,}686 \cdot 10^{-12} kg / C$$

Elektronszerkezet

Kondenzátorlemezek közé 10^{-7} – 10^{-8} m átmérőjű olajcseppeket porlasztott, amelyek a dörzsölődéstől feltöltődtek.

A feltöltött olajcseppekre már hatott a kondenzátorlemezek közötti elektromos mező.

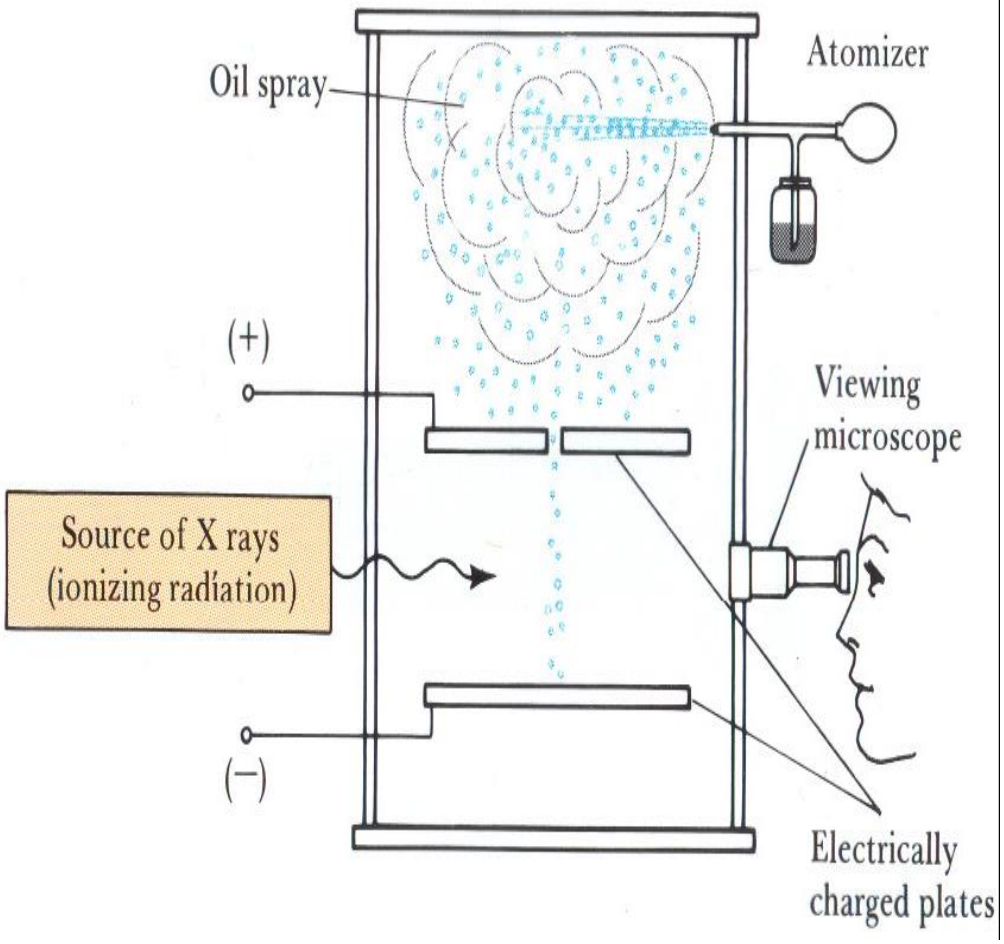
A lemezek közötti U feszültséget beállítva elérte, hogy a cseppekre ható erők kiegyenlítsék egymást.

- **1909. Millikan**; „olajcsepp kísérlet”

  meghatározta az elektron töltését és tömegét

  – e^- töltése: $1{,}602*10^{-19}$ C

  – e^- tömege: $9{,}109*10^{-31}$ kg



Elektronszerkezet

Az elektronszerkezet vizsgálata; modellek:

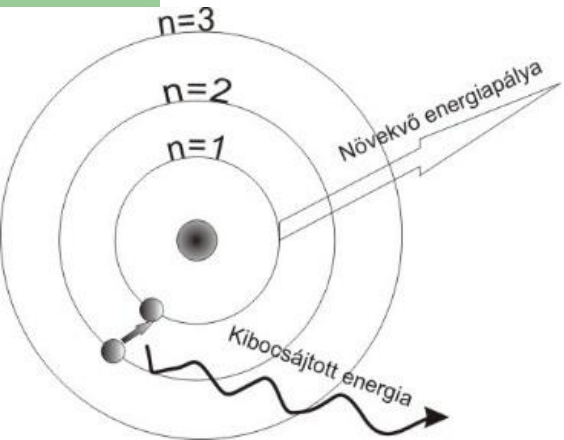
a.; Rutherford-féle atommodell:

- az elektronok az atommag pozitív előterében mozognak
- az elektronszerkezetet a köztük lévő vonzás és taszítás határozza meg
- de így, az elektron mint mozgó **–** töltés az atommag körüli pályán csak keringne, E-t veszítene és spirálisan a magba zuhanna
- Az elektronok miért csak adott hullámhosszúságú fényt bocsátanak ki?

b.; Bohr-féle atommodell:

- **Plank kvantumelméletét** használta fel:

Az atomok csak meghatározott kvantumokban vehetik fel és adhatják le az E-t!



$E=h*\nu$, (ahol $h=6{,}626*10^{-34}$ Js), a fény E hordozó, továbbíthat is E-t!

$\Delta E=h*\nu$ Einstein-féle ekvivalencia elv;

a korpuszkuláris rendszer és az adott ν -jú elektromágneses sugárzás kölcsönhatásakor a rendszer E változása: ΔE

Elektronszerkezet

Einstein a ($h*\nu$)-t fotonnak nevezte el

A fény elektromágneses sugárzás: **$E=h*\nu$ és $c=\lambda*\nu$**

- **Bohr modell:**
  - az atommag körül meghatározott pályákon keringenek az elektronok
  - attól függően, hogy melyik pályán; **különböző lehet a kvantumállapotuk**
  - ha az atom E-t vesz fel, az elektron gerjesztődik és nagyobb E-jú pályára kerül (a magtól távolabb)

Gerjesztett állapot (*)

  - a ***** állapot megszűnése után visszakerül **alapállapotba**
  - az ΔE-t fény formájában sugározza ki
  - az alapállapotba való visszajutás megfelel 1-1 **színképvonalnak**
  - annyi színképvonal van, ahány e^- átmenet lehetséges

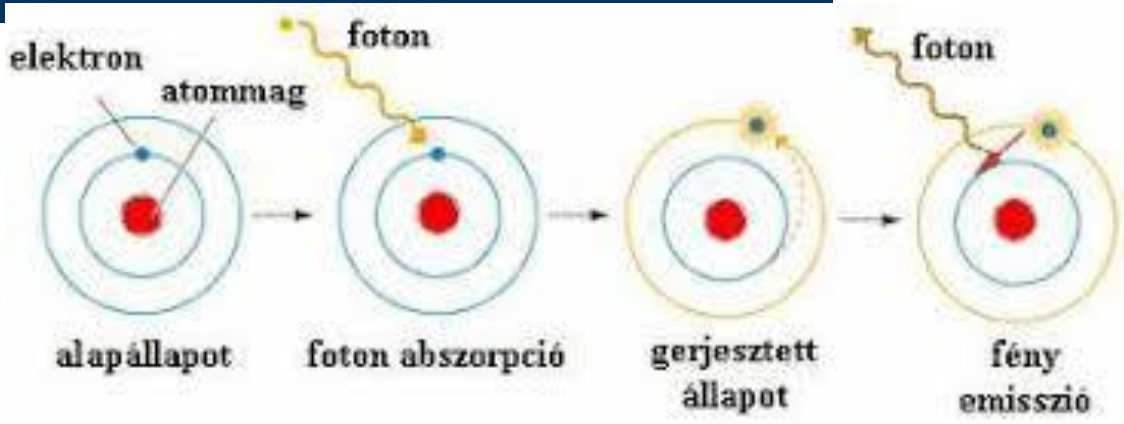
ezek összessége adja a **színképet**

az egyes pályákat (az atommagtól távolodva)

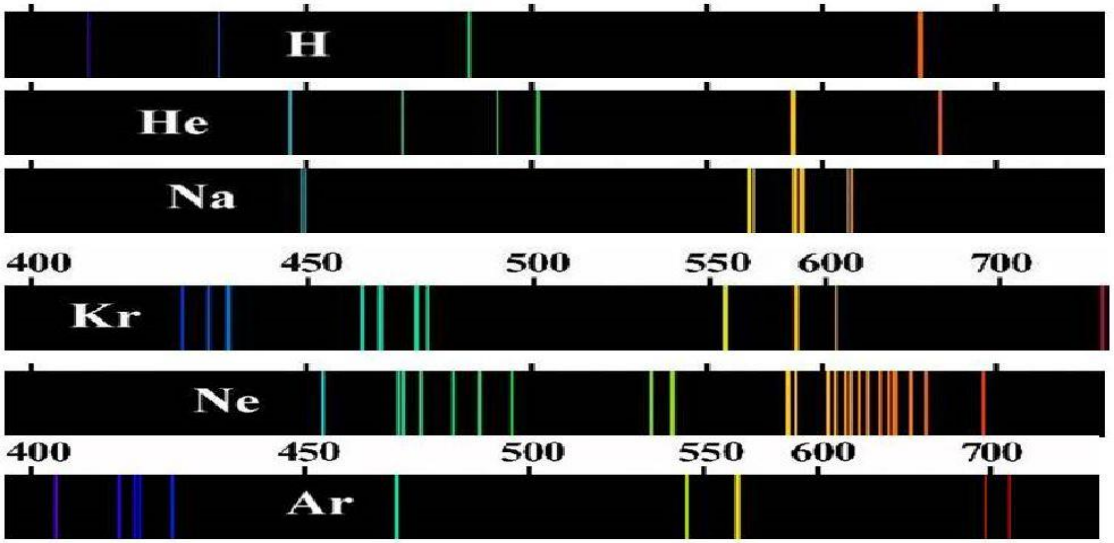
az ún. **főkvantumszámok**kal jellemezte: 1, 2, 3, 4, …(K, L, M, N, ..)

Elektronszerkezet

Gerjesztés



Színképvonalak



Elektronszerkezet

c.; Bohr-Sommerfeld-féle atommodell:

- az elektron nemcsak körpályán, hanem ellipszis alakú pályán is mozoghat
- nemcsak fő-, hanem **mellékkvantumszámok** is megadhatók

s, p, d, f: pályákat alhéjaknak nevezték el

d.; Hullámmechanikai modell:

- alapja: az elektromágneses sugárzás duális:

Hullám és részecske természetű (kétrés kísérlet)

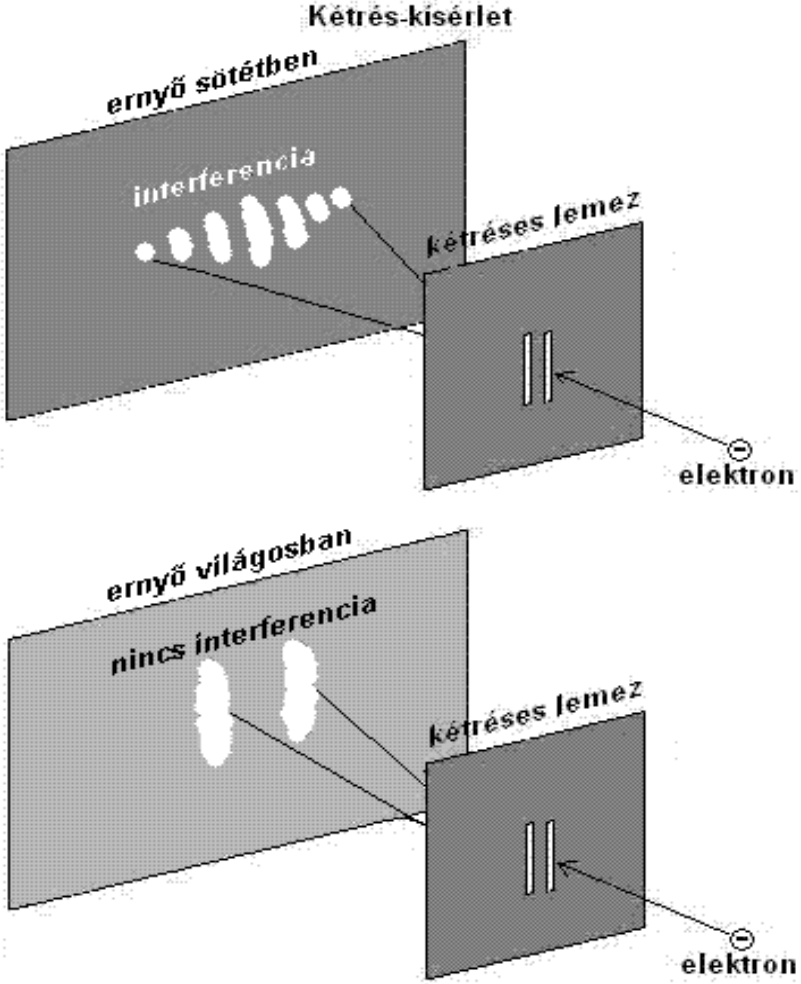
- az elektronok anyaghullámként is felfoghatók
- az elektronok körpályán mozognak, ami hullámos

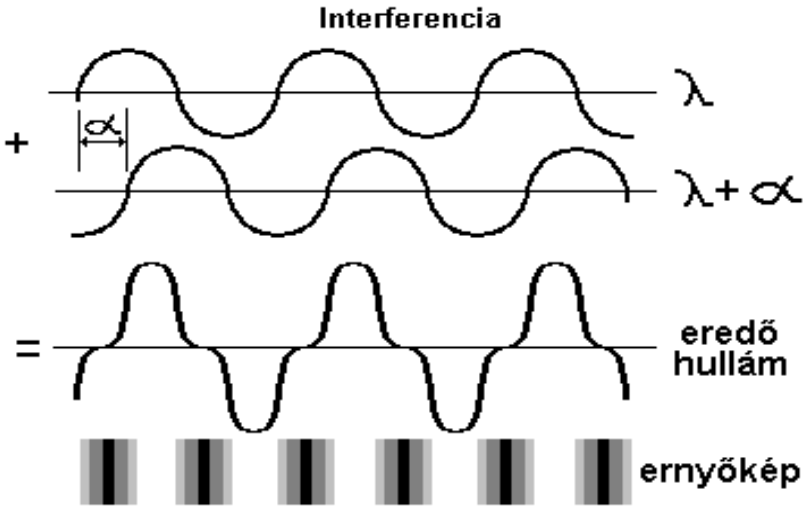
e.; Kvantummechanikai modell:

Schrödinger és Heisenberg

Alapja a Brögli-szemlélet: az elemi részecskéket statisztikai módszerekkel is lehet elemezni.

Kétrés-kísérlet





Fotonokkal végzett kísérlet hasonló eredménnyel jár

Még egy elektron is interferál önmagával, mintha egyszerre tudna átmenni mindkét résen

Sötétben kialakul az interferenciakép, de megvilágítva a képernyőn már csak a két rés vetülete látszik. Nincs interferencia. Ha detektorokkal figyelik a réseken egyenként átküldött elektronokat, akkor azok egyszerre sosem jeleznek. Mintha az elektronok "éreznék", hogy megfigyelik-e őket vagy nem és ennek megfelelően viselkednek. Ha nem figyelik hullámként, ha figyelik részecskeként

Elektronszerkezet

Schrödinger-egyenlet:

Az elektron a tér adott pontján mekkora valószínűséggel fordul elő.

Heisenberg-féle bizonytalansági elv:

- valamely részecske helye és impulzusa egyszerre és pontosan nem határozható meg
- az elektron helye a kvantumszámok alapján egy atompályára megadható, de ott a helye bizonytalan
- atompálya, ott, ahol 90%-os
- csomósík, ott, ahol 0%-os

A kvantum-állapot leírása

A kvantummechanika segítségével az anyaghullámok, az atomok energiájának kvantáltsága is helyesen írható le
(= a kiszámítható adatok megegyeznek a mérhetőekkel)

KVANTUMSZÁMOKKAL:

minden elektronhoz 4 kvantumszám tartozik

- főkvantumszám
- mellékkvantumszám
- mágneses kvantumszám
- spinkvantumszám

Meghatározzák az elektron

- energiáját
- térbeli orientációját
- a többi elektronnal lehetséges kapcsolatát.

A kvantum-állapot leírása

- Főkvantumszám:
  - jele: n
  - értéke: bármely + egész szám
  - az elektronnak az atommagtól való távolságára utal
  - elsősorban ez határozza meg az E-ját, az atompálya méterét
  - **Héj:** az azonos főkvantumszámú elektron-pályák alkotják

- Mellékkvantumszám:
  - jele: l
  - értéke: 0; n-1
  - megadja az elektron impulzusmomentumát és
  - az atom térbeli alakját: s: gömb; p: súlyzó; d, f: bonyolultabb
  - **Alhéj:** az azonos mellékkvantumszámú elektronok alkotják

A kvantum-állapot leírása

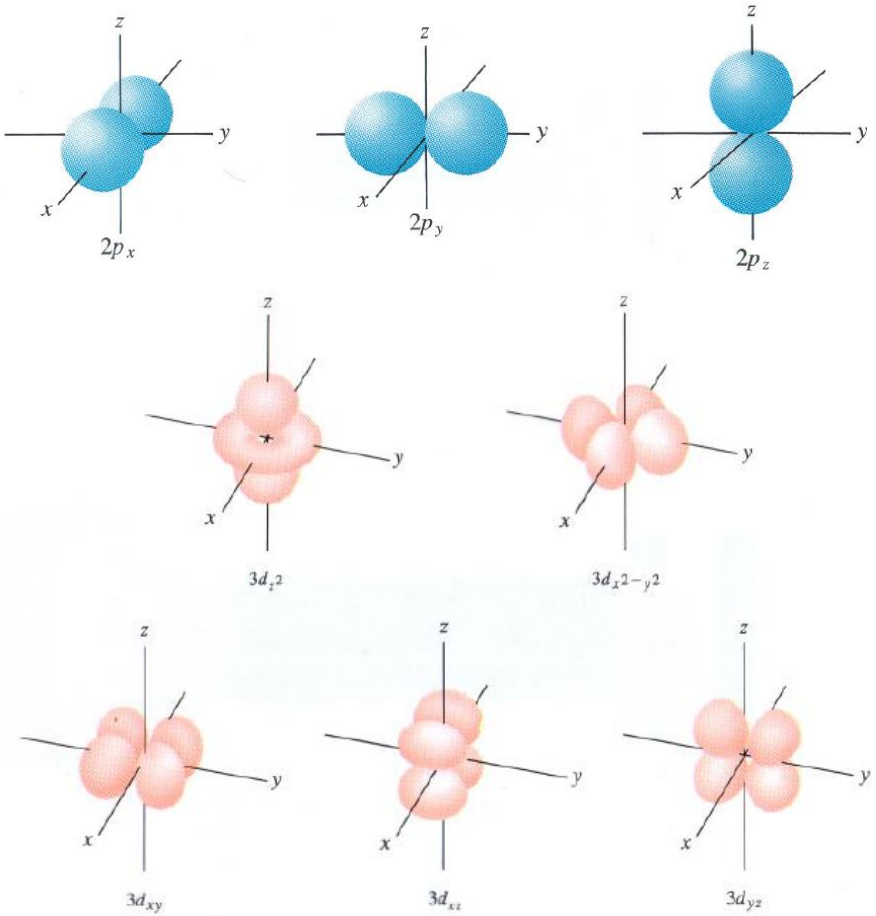
- Mágneses kvantumszám:
  - jele: m
  - értéke: -l;……0;…….+l
  - az elektron impulzusmomentumának térbeli orientációját határozza meg, így
  - az atompálya töltéseloszlásának térbeli irányultságát

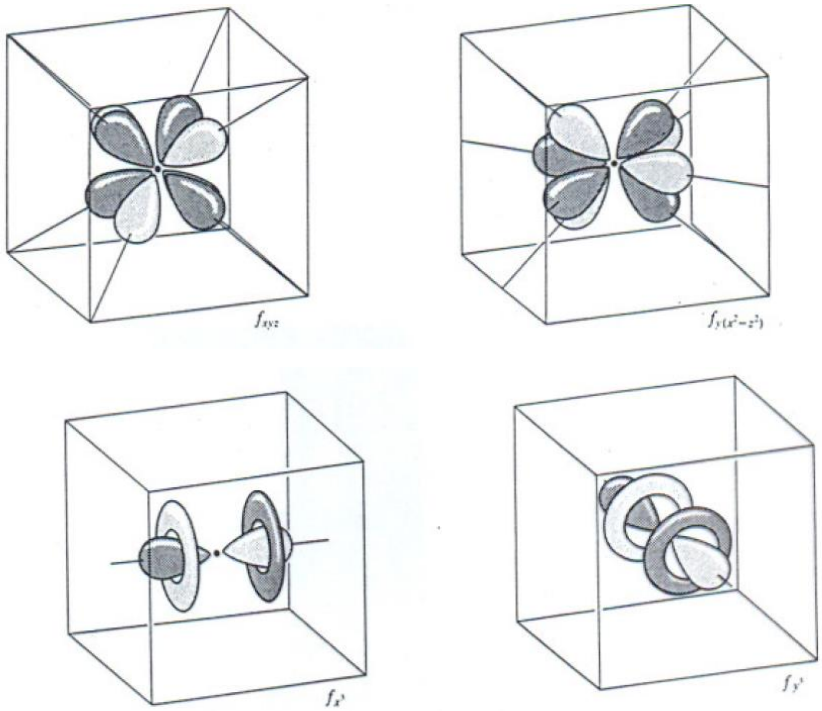
- Spinkvantumszám:
  - jele: m_e
  - értéke: +1/2; -1/2 (mágneses irányultsága)
  - az elektron saját impulzusmomentumát jellemzi, azaz
  - az elektron saját tengelye körüli perdületét veszi figyelembe

A kvantum-állapot leírása

Fő-	kv.m szám	Mellékkvantum -szám	Mágneses kvantumszám	Spin-kvantum-szám	Elektron	szám
	n	l	m	m_e	db	össz. db
K	1	0:1s	0	+1/2; -1/2	2	2
L	2	0: 2s 1: 2p	0 -1; 0; +1	+1/2; -1/2	2 6	8
M	3	0: 3s 1: 3p 2: 3d	0 -1; 0; +1 -2; -1; 0; +1; +2	+1/2; -1/2	2 6 10	18
N	4	0: 4s 1:4p 2: 4d 3: 4f	0 -1; 0; +1 -2; -1; 0; +1; +2 -3; -2; -1; 0; +1; +2; +3	+1/2; -1/2	2 6 10 14	32
	Héj	**Alhéj**	**Atompályák**			

Elektronpályák térbeli alakja





A kvantum-állapot leírása

Szabályok:

- Pauli-elv (tilalmi elv)
  - egy sok e^- -os atom szerkezetében nem fordulhat elő 2 db olyan e^-, amelyeknek mind a 4 kvantumszáma megegyezik
  - egy pályán max. 2 db e^- lehet
  - a pályákon az e^- lehet párosított vagy párosítatlan, a párosított elektronok spinje különböző!
- Hund-szabály
  - az adott alhéjhoz tartozó atompályákon az e^- -k úgy helyezkednek el, hogy közülük minél több legyen párosítatlan
  - a párosítatlan e^- -k spinje azonos irányú!

A kvantum-állapot leírása

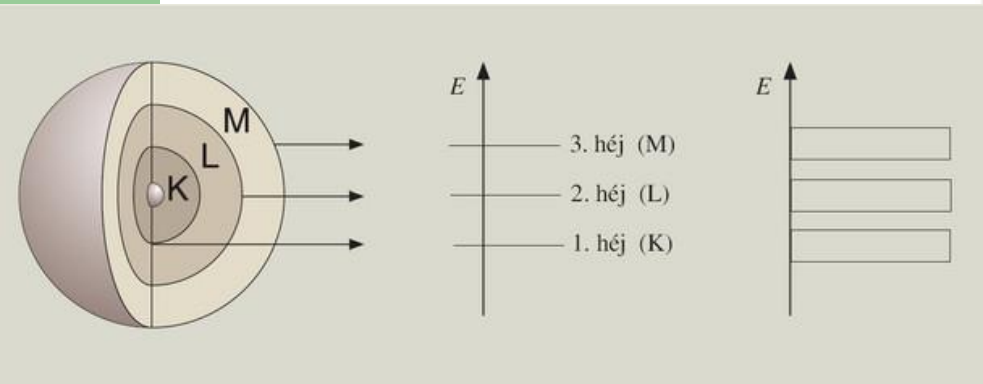
- Energiaminimum elve:
  - az atompályák feltöltésekor az elektronok úgy helyezkednek el, hogy a lehető legkisebb E-jú helyet foglalják el
  - először az atommaghoz közeli pályák töltődnek fel
- Vegyértékhéj, vegyértékelektronok:
  - a külső, lezáratlan héjak
  - az atom elektronszerkezetének megfelelő legnagyobb rendszámú nemesgáz elektronszerkezetén kívüli elektronok
- Atomtörzs:
  - ált. az atommag és a telített, lezárt héjak
  - kivéve: d-mező elemeinél: a vegyértékhéj a legkülső elektonhéj és az alatta lévő, még nem lezárt d-alhéj, a többi az atomtörzs

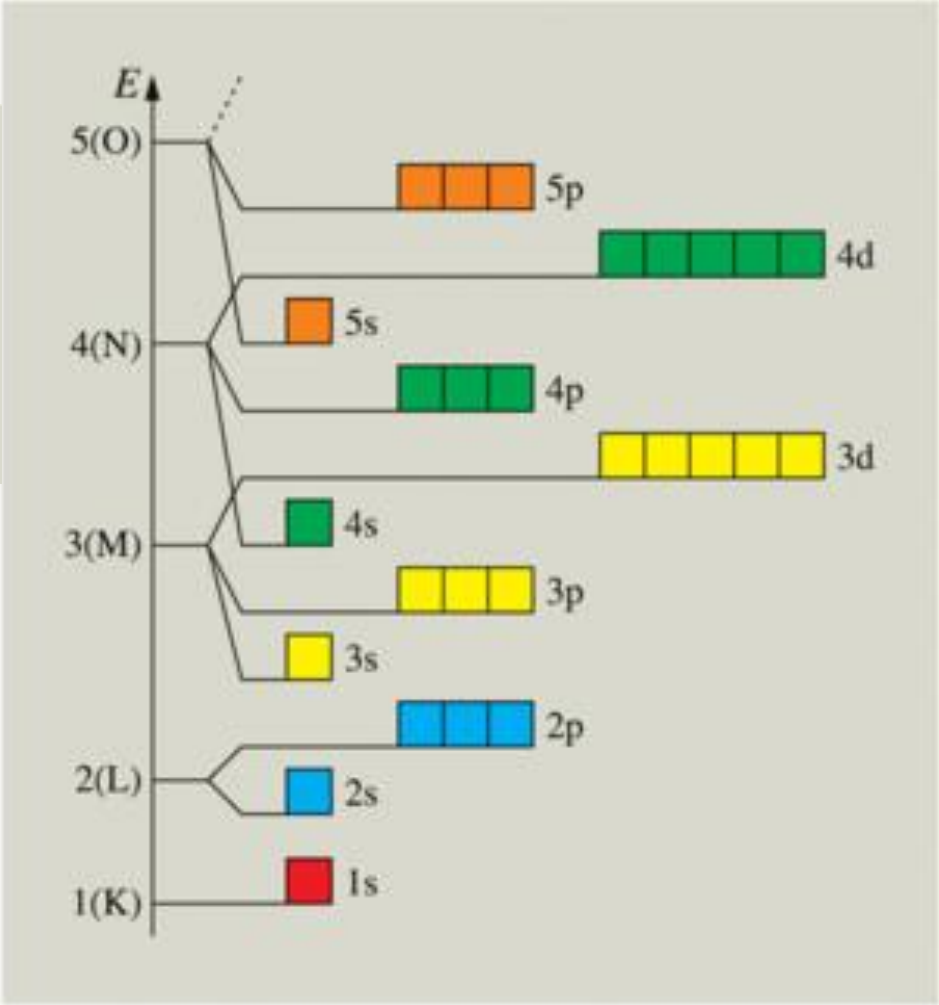
A kvantum-állapot leírása

- Pálya E:
  - az az E, amivel az elektron kötődik az atomban
  - az atommagtól távolodva az E szintje nő
- Nemesgáz-konfiguráció:
  - a legkülső héj oktett elrendezést mutat:

    $\mathbf{ns^2np^6}$
- Vegyérték (valencia):
  - római számmal; zárójelben
  - (a H-atomra vonatkoztatva adják meg (az 1 vegyértékű)
  - az egyes elemek atomjai hány H-atommal képesek kapcsolódni vagy a vegyületeiben helyettesíteni)
  - állandó v.é.: például: K(I)
  - változó v.é.: például: Cu(I); Cu(II)

Az elektronhéjak betöltési sorrendje





s-alhéj ↑↓

p-alhéj ↑↓ ↑↓ ↑↓

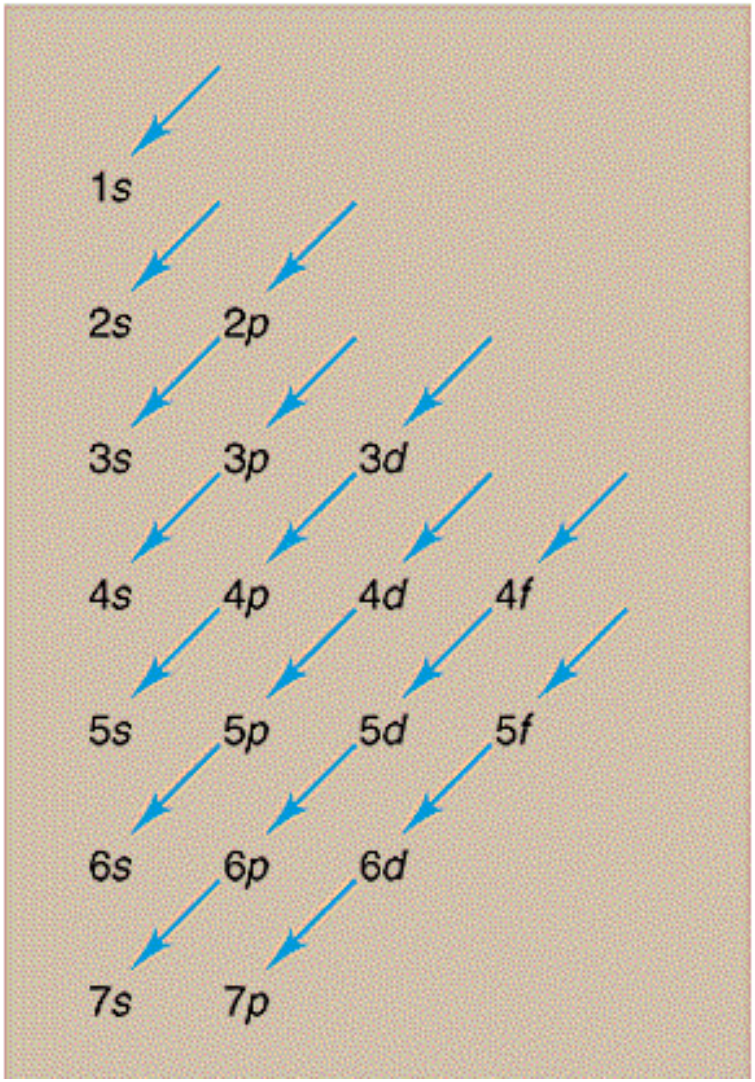
d-alhéj ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

f-alhéj ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

http://www.mozaweb.hu/

Példák az elektronszerkezet kiépülésére

- $_{7}N$
- $_{11}Na$
- $_{25}Mn$
- $_{33}As$
- Kiv. Például: $_{24}Cr$



Az atomok jellemző adatai

- **Atomméret**
  - A legkülső héj átmérője
  - Mért.egys.: pm (pikométer) (1pm=10^{-12}m)
- **Ion:** töltéssel rendelkező kémiai részecske
  - egyszerű
  - összetett
- **Ionok keletkezése az atomokból**
  - **kation**
    - Ionizációs E: az az E, amely 1 mol alapállapotú (gázáll.) szabad atomból a legkönnyebben leszakítható elektron eltávolításához szükséges (KJ/mol)

Pl.: $H \rightarrow H^+ + e^-$ E_i=+1310 KJ/mol

$Na \rightarrow Na^+ + e^-$ E_i =+502 KJ/mol

  - **anion**
    - Elektronaffinitás: a szabad atomból történő anion-képződést kísérő energiaváltozás. (KJ/mol) Képződésük egyes elemeknél energia-felszabadulással jár, másoknál energiát kell befektetni.

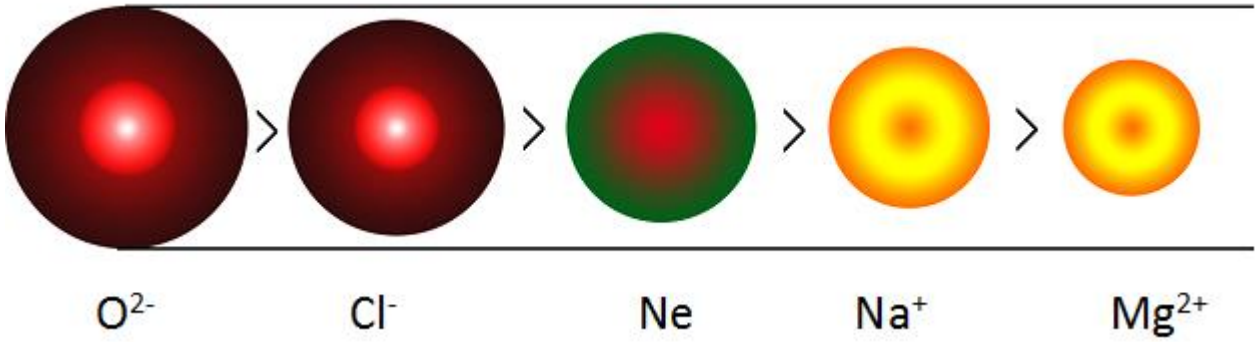
Pl.: $Cl + e^- \rightarrow Cl^-$ E_a=-368 KJ/mol

Az atomok jellemző adatai
A főcsoportbeli elemek E_a (KJ/mol)

	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1.periódus	H -73							He 21
2.periódus	Li -60	Be 240	B 27	C -122	N 0	O -141	F -328	Ne 29
3. periódus	Na -53	Mg 30	Al -44	Si -134	P -72	S -200	Cl -349	Ar 35
4. periódus	K -48	Ca 156	Ga -30	Ge 120	As -77	Se -195	Br -325	Kr 39
5. periódus	Rb -47	Sr 168	In -30	Sn -121	Sb -101	Te -190	I -295	Xe 41
6. periódus	Cs -45	Ba 52	Tl -30	Pb -110	Bi -110	Po -180	At -270	Rn 41

Az ionok jellemző adatai

- **Ionméret**
  - az anionok v. kationok sugara (pm)
  - a kationok sugara mindig kisebb, mint a neki megfelelő atom sugara
  - az anionok sugara mindig nagyobb, mint a nekik megfelelő atom sugara



Az atomok szerkezete II.

Köszönöm a figyelmet!

A kémiai jelrendszer;
A periódusos rendszer

A kémiai jelrendszer

Fogalmak ism.:

- **Kémiai anyag:**
  - minden anyagi tárgy; bármilyen tiszta elemre v. vegyületre alkalmazható
  - minden anyagfajta atomokból, ionokból, molekulákból épül fel
- **Kémiai elem:**
  - az azonos proton-számú atomok halmaza
  - minden elemnek megvannak a jellemző tulajdonságai
  - léteznek izotóp atomjai
  - a periódusos rendszer tartalmazza az elemek vegyjelét, növekvő rendszám szerint
- **Atom:**
  - az elemnek legkisebb része, amely kémiai módszerekkel tovább már nem bontható

A kémiai jelrendszer

- **Molekula:**
  - olyan meghatározott számú atomból felépülő részecske, amelyben az atomokat kovalens kötés kapcsolja össze
  - a megbontása v. továbbépítése a kémiai sajátságok megváltozását vonja maga után
- **Ion:**
  - ld.: előző
- **Vegyület:**
  - 2 v. több különböző minőségű atomból álló molekulák v. ionok halmaza, amelyben az alkotó elemekre jellemző tulajdonságok már nem figyelhetők meg
  - saját tulajdonságai vannak
- **Vegyjel:**
  - az elem szimbóluma
  - az elem egy atomját jelöli
  - ált. az elem latin nevének a rövidítése

A kémiai jelrendszer

- **Kémiai képlet:**
  - a molekulák, ionok, vegyületek jelölésére alkalmazzák
  - a molekulákat, ionokat, vegyületeket alkotó atomok vegyjeleit tartalmazza
  - az egyes vegyjelek utáni index:
    - az adott elem atomjainak arányát jelzi
- **Képlet:**
  - **Molekula-képlet**
    - önállóan is létező, több atomból álló részecskék képlete
  - **Sztöchiometriai képlet**
    - olyan anyagok leírására, amelyek halmazaikban nem különíthetők el diszkrét molekulák,
    - ált. az ionrácsot adott arányban képzik (például: $K_2Cr_2O_7$)
    - az indexek a legegyszerűbb arányt jelzik
  - **Atom vegyjele**
    - olyan elemek esetében, amelyek atomrácsot v. fémrácsot képeznek
    - az atom vegyjele az anyag „vegyjele” is (kiv.: nemesgázok)

A kémiai jelrendszer

Relatív atomtömeg

- 1961. óta a ^{12}C izotóp atom tömegének 1/12-ed része az ún. atomi tömegegység
- Ehhez viszonyítjuk a többi atom tömegét
- Az 1 mol természetes izotóp-összetételű elem tömegének viszonya az 1 mol ^{12}C izotóp tömegének 1/12-ed részéhez

Relatív móltömeg

- 1 mol természetes izotóp-összetételű anyag képlet szerinti átlagos tömegének viszonyát jelenti az 1 mol ^{12}C izotóp tömegének 1/12-ed részéhez

Mol

- 1 mol annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kg ^{12}C-ben
- Avogadro-szám: $N_A=6{,}02*10^{23}$ db elemi egys./mol

Moláris tömeg

- Az egyes elemeknek a „g”-ban kifejezett mennyisége

A periódusos rendszer

- Többféle per.rendszer ismert:
  - Berzelius
  - Döbereiner
  - Szabó-Lakatos féle
  - Mendelejev-féle (1869)
    - növekvő atomtömeg szerint felírta sorba az elemeket
    - a hasonló tulajdonságúakat egymás alá helyezte el
  - Napjainkban használatos alapja u.az
    - a kémiai elemeket tartalmazza a növekvő rendszámuk függvényében
    - vegyértékhéjuk szerint elrendezve

AZ ELEMEK PERIÓDUSOS RENDSZERE

A KÉMIAI JELLEMZŐK CSOPORTOSÍTÁSÁVAL

Az IUPAC (Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Kémiai Szövetség) által 2016-ban jóváhagyott 4 új elemmel!

Rendszám
Magyar név
Relativ atomtömeg
Elektronkonfiguráció
Vegyjel
Oxidációs szám(ok)
Elektronegativitás

	Ia 1	IIa 2	IIIb 3	IVb 4	Vb 5	VIb 6	VIIb 7	VIIIb 8	VIIIb 9	VIIIb 10	Ib 11	IIb 12	IIIa 13	IVa 14	Va 15	VIa 16	VIIa 17	VIIIa 18
1	1 Hidrogén H 1,00794 $1s^1$ -1,1 2,2																	2 Hélium He 4,0026 $1s^2$ 3,9
2	3 Lítium Li 6,941 [He]$2s^1$ 1 1,0	4 Berillium Be 9,0122 [He]$2s^2$ 2 1,6											5 Bór B 10,811 [He]$2s^2 2p^1$ -3,3 2,0	6 Szén C 12,011 [He]$2s^2 2p^2$ -4,2,4 2,6	7 Nitrogén N 14,0067 [He]$2s^2 2p^3$ -3,-2,-1,1,2,3,4,5 3,0	8 Oxigén O 15,9994 [He]$2s^2 2p^4$ -2,-1,1,2 4,0	9 Fluór F 18,9984 [He]$2s^2 2p^5$ -1 4,0	10 Neon Ne 20,1797 [He]$2s^2 2p^6$ 3,7
3	11 Nátrium Na 22,9898 [Ne]$3s^1$ 1 0,9	12 Magnézium Mg 24,3050 [Ne]$3s^2$ 2 1,3											13 Alumínium Al 26,9815 [Ne]$3s^2 3p^1$ 3 1,6	14 Szilícium Si 28,0855 [Ne]$3s^2 3p^2$ -4,4 1,9	15 Foszfor P 30,9738 [Ne]$3s^2 3p^3$ -3,-1,0,1,3,5 2,2	16 Kén S 32,066 [Ne]$3s^2 3p^4$ -2,-1,0,1,2,3,4,5,6 2,6	17 Klór Cl 35,4527 [Ne]$3s^2 3p^5$ -1,1,3,4,5,6,7 3,2	18 Argon Ar 39,948 [Ne]$3s^2 3p^6$ 3,3
4	19 Kálium K 39,0983 [Ar]$4s^1$ 1 0,8	20 Kalcium Ca 40,078 [Ar]$4s^2$ 2 1,0	21 Szkandium Sc 44,9559 [Ar]$3d^1 4s^2$ 3 1,4	22 Titán Ti 47,88 [Ar]$3d^2 4s^2$ 2,3,4 1,5	23 Vanádium V 50,9415 [Ar]$3d^3 4s^2$ 0,2,3,4,5 1,6	24 Krom Cr 51,9961 [Ar]$3d^5 4s^1$ 0,2,3,4,5,6 1,7	25 Mangán Mn 54,9381 [Ar]$3d^5 4s^2$ -1,0,2,3,4,6,7 1,6	26 Vas Fe 55,847 [Ar]$3d^6 4s^2$ -2,0,2,3,6 1,8	27 Kobalt Co 58,9332 [Ar]$3d^7 4s^2$ -1,0,2,3 1,9	28 Nikkel Ni 58,69 [Ar]$3d^8 4s^2$ 0,2,3 1,9	29 Réz Cu 63,546 [Ar]$3d^{10} 4s^1$ 1,2,(3) 1,9	30 Cink Zn 65,39 [Ar]$3d^{10} 4s^2$ 2 1,7	31 Gallium Ga 69,723 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^1$ 3 1,8	32 Germánium Ge 72,64 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^2$ -4,2 2	33 Arzén As 74,9216 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^3$ -3,3,5 2,2	34 Szelén Se 78,96 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^4$ -2,2,4,6 2,6	35 Bróm Br 79,904 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^5$ -1,1,3,4,5,7 3	36 Kripton Kr 83,79 [Ar]$3d^{10} 4s^2 4p^6$ 2,4,6 3
5	37 Rubídium Rb 85,4678 [Kr]$5s^1$ 1 0,8	38 Stroncium Sr 87,62 [Kr]$5s^2$ 2 1,0	39 Ittrium Y 88,9058 [Kr]$4d^1 5s^2$ 3 1,2	40 Cirkónium Zr 91,224 [Kr]$4d^2 5s^2$ 4 1,3	41 Nióbium Nb 92,9064 [Kr]$4d^4 5s^1$ 3,5 1,6	42 Molibdén Mo 95,94 [Kr]$4d^5 5s^1$ 0,2,3,4,5,6 2,2	43 Technécium Tc (98,9063) [Kr]$4d^5 5s^1$ 2,4,6,7 1,9	44 Ruténium Ru 101,07 [Kr]$4d^7 5s^1$ -2,0,2,3,4,6,8 2,2	45 Ródium Rh 102,9055 [Kr]$4d^8 5s^1$ 0,1,2,3,4,5 2,3	46 Palládium Pd 106,42 [Kr]$4d^{10} 5s^0$ 0,2,4,5 2,2	47 Ezüst Ag 107,8682 [Kr]$4d^{10} 5s^1$ 1,2 1,9	48 Kadmium Cd 112,411 [Kr]$4d^{10} 5s^2$ 2 1,7	49 Indium In 114,82 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^1$ 1,3 1,8	50 Ón Sn 118,710 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^2$ -4,2,4 2	51 Antimon Sb 121,75 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^3$ -3,3,5 2,1	52 Tellúr Te 127,60 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^4$ -2,2,4,6 2,1	53 Jód I 126,9045 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^5$ -1,1,3,5,7 2,7	54 Xenon Xe 131,29 [Kr]$4d^{10} 5s^2 5p^6$ 2,4,6,8 2,7
6	55 Cézium Cs 132,9054 [Xe]$6s^1$ 1 0,8	56 Bárium Ba 137,327 [Xe]$6s^2$ 2 0,9	57 Lantán La 138,9055 [Xe]$5d^1 6s^2$ 3 1,1	72 Hafnium Hf 178,49 [Xe]$4f^{14} 5d^2 6s^2$ 4 1,3	73 Tantál Ta 180,9479 [Xe]$4f^{14} 5d^3 6s^2$ 5 1,5	74 Volfrám W 183,85 [Xe]$4f^{14} 5d^4 6s^2$ 0,2,3,4,5,6 2,4	75 Rénium Re 186,207 [Xe]$4f^{14} 5d^5 6s^2$ -1,2,4,6,7 1,9	76 Ozmium Os 190,2 [Xe]$4f^{14} 5d^6 6s^2$ -2,0,2,3,4,6,8 2,2	77 Iridium Ir 192,22 [Xe]$4f^{14} 5d^7 6s^2$ -1,0,1,2,3,4,6 2,2	78 Platina Pt 195,08 [Xe]$4f^{14} 5d^9 6s^1$ 0,2,4,6 2,3	79 Arany Au 196,9665 [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^1$ 1,3 2,5	80 Higany Hg 200,59 [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2$ 1,2 2	81 Tallium Tl 204,3833 [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$ 1,3 1,6	82 Ólom Pb 207,2 [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$ 2,4 2,3	83 Bizmut Bi 208,9804 [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$ 3,5 2	84 Polónium Po (208,9824) [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$ 2,4 2,3	85 Asztácium At (209,9871) [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^5$ -1,1,3,5,7 2,2	86 Radon Rn (222,0176) [Xe]$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$ 2 2,2
7	87 Francium Fr (223,0197) [Rn]$7s^1$ 1 0,7	88 Rádium Ra (226,0254) [Rn]$7s^2$ 2 0,9	89 Aktínium Ac (227,0278) [Rn]$6d^1 7s^2$ 3 1,1	104 Rutherfordium (Kurcsatovium) Rf (Ku) (265) [Rn]$5f^{14} 6d^2 7s^2$ 4	105 Dubnium Db (268) [Rn]$5f^{14} 6d^3 7s^2$ 5	106 Szibórgium Sg (271) [Rn]$5f^{14} 6d^4 7s^2$ 6	107 Bórium Bh (270) [Rn]$5f^{14} 6d^5 7s^2$	108 Hasszium Hs (277) [Rn]$5f^{14} 6d^6 7s^2$	109 Meitnerium Mt (276) [Rn]$5f^{14} 6d^7 7s^2$	110 Darmstadtium Ds (281) [Rn]$5f^{14} 6d^8 7s^2$	111 Röntgenium Rg (280) [Rn]$5f^{14} 6d^9 7s^2$	112 Kopernicium Cn (285) [Rn]$5f^{14} 6d^{10} 7s^2$	113 Nihonium Nh (286) [Rn] $5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^1$*	114 Flerovium Fl (289) [Rn]$5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^2$	115 Moszkovium Mc (289) [Rn] $5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^3$*	116 Livermorium Lv (293) [Rn]$5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^4$	117 Tennesszin Ts (294) [Rn] $5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^5$*	118 Oganesszon Og (294) [Rn] $5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$*

LANTANIDÁK 58–71

AKTINIDÁK 90–103

* folyamban

AZ ELEMNEK NINCS STABIL IZOTÓPJA

MESTERSÉGESEN ELŐÁLLÍTOTT ELEM

GÁZNEMŰ ELEM 20°C-ON

CSEPPFOLYÓS ELEM 20°C-ON

SZILÁRD ELEM 20°C-ON

ALKÁLI FÉMEK

ALKÁLI FÖLDFÉMEK

LANTANIDÁK

AKTINIDÁK

KALKOGÉNEK

HALOGÉNEK

NEMESGÁZOK

s mező elemei

p mező elemei

d mező elemei
ÁTMENETI FÉMEK
(ÁTMENETI ELEMEK)

f mező elemei
RITKA FÖLDFÉMEK
(BELSŐÁTMENETI ELEMEK)

58 Cérium Ce 140,115 [Xe]$4f^1 5d^1 6s^2$ 3,4 1,1	59 Praseodímium Pr 140,9077 [Xe]$4f^3 6s^2$ 3,4 1,1	60 Neodímium Nd 144,24 [Xe]$4f^4 6s^2$ 3 1,1	61 Prométhium Pm (145) [Xe]$4f^5 6s^2$ 3 1,1	62 Szamárium Sm 150,36 [Xe]$4f^6 6s^2$ 2,3 1,2	63 Európium Eu 151,965 [Xe]$4f^7 6s^2$ 2,3 1,2	64 Gadolínium Gd 157,25 [Xe]$4f^7 5d^1 6s^2$ 3 1,2	65 Terbium Tb 158,9253 [Xe]$4f^9 6s^2$ 3,4 1,1	66 Diszprózium Dy 162,50 [Xe]$4f^{10} 6s^2$ 3 1,2	67 Holmium Ho 164,9303 [Xe]$4f^{11} 6s^2$ 3 1,2	68 Erbium Er 167,26 [Xe]$4f^{12} 6s^2$ 3 1,2	69 Túlium Tm 168,9342 [Xe]$4f^{13} 6s^2$ 3,2 1,2	70 Itterbium Yb 173,04 [Xe]$4f^{14} 6s^2$ 2,3 1,1	71 Lutécium Lu 174,967 [Xe]$4f^{14} 5d^1 6s^2$ 3 1,1
90 Tórium Th 232,0381 [Rn]$5f^0 6d^2 7s^2$ 4 1,3	91 Protaktínium Pa (231,0359) [Rn]$5f^2 6d^1 7s^2$ 4,5 1,5	92 Urán U 238,0289 [Rn]$5f^3 6d^1 7s^2$ 3,4,5,6 1,4	93 Neptúnium Np (237,0482) [Rn]$5f^4 6d^1 7s^2$ 3,4,5,6,7 1,4	94 Plutónium Pu (244,0642) [Rn]$5f^6 7s^2$ 3,4,5,6 1,4	95 Amerícium Am (243,0614) [Rn]$5f^7 7s^2$ 3,4,5,6 1,3	96 Kűrium Cm (247,0704) [Rn]$5f^7 6d^1 7s^2$ 3,4 1,3	97 Berkélium Bk (247,0704) [Rn]$5f^9 7s^2$ 3,4 1,3	98 Kalifornium Cf (251,0796) [Rn]$5f^{10} 7s^2$ 3,4 1,3	99 Einsteinium Es (252,0829) [Rn]$5f^{11} 7s^2$ 3 1,3	100 Fermium Fm (257,0951) [Rn]$5f^{12} 7s^2$ 3 1,3	101 Mendelévium Md (258,0986) [Rn]$5f^{13} 7s^2$ 3 1,3	102 Nobélium No (259,1009) [Rn]$5f^{14} 7s^2$ 2,3 1,3	103 Lawrencium Lr (260,1053) [Rn]$5f^{14} 6d^1 7s^2$ 3 1,3

STIEFEL

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	[106]	[107]	[108]	[109]									

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lw

Metals

Semimetals

Nonmetals

A periódusos rendszer

A per.rendszer mezőkre bontható

- **s-mező elemei**
  - ns^1: alkálifémek, kiv. H
  - ns^2: alkáli földfémek
- **p-mező elemei**
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^1$: földfémek
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^2$: széncsoport elemei
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^3$: nitrogéncsoport elemei
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^4$: oxigéncsoport elemei
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^5$: halogének
  - $((n-1)d^{10})ns^2np^6$: nemesgázok
- **d-mező elemei**
  - $(n-1)d^{1-10}ns^2$ (kiv.: rézcsoport: ….ns^1): átmenetifémek
- **f-mező elemei**: lantanidák; aktinidák

A periódusos rendszer

- A per.rendszerben:
  - függőlegesen: oszlopok
  - vízszintesen: periódusok
    - 7 db: a héjakat jelzi
    - a periódusok elején kezd feltöltődni a következő héj
    - az elektronszerkezet egyszerűsítése!
    - ionok kialakulása…

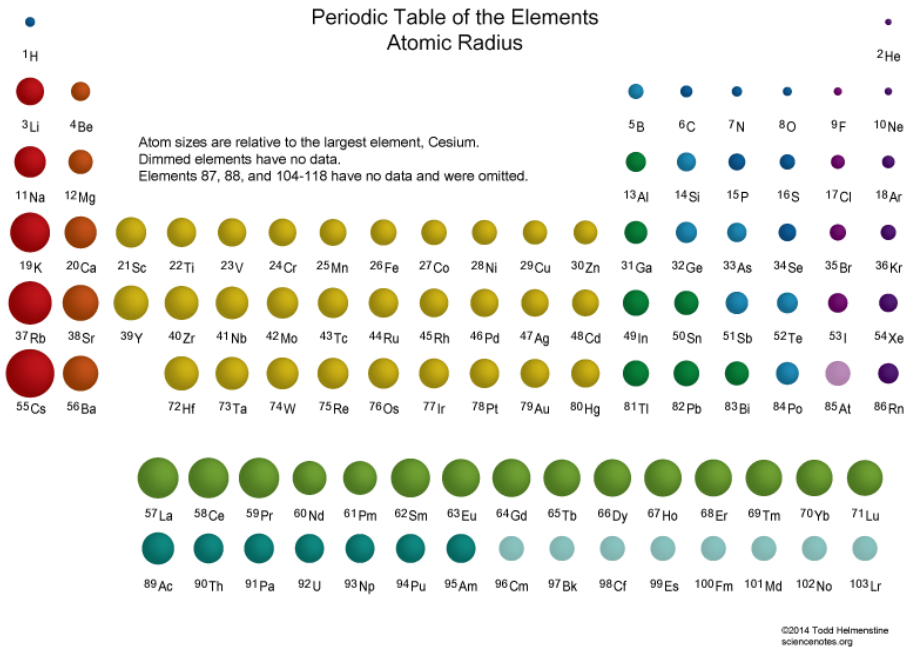
A periódusos rendszer

Tendenciák a per.rendszerben:

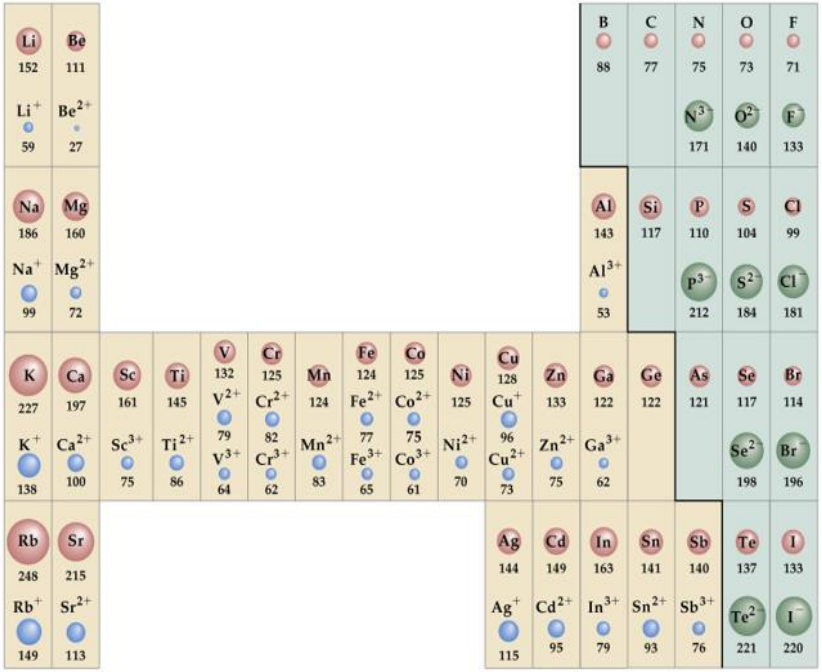
- Atomméret:
  - a periódusokban balról jobbra csökken
  - az oszlopokban fentről lefelé nő
- Ionméret:
  - a kationok sugara egy perióduson belül csökken, oszlopban lefelé nő
  - az anionok mérete oszlopon belül lefelé nő

A periódusos rendszer

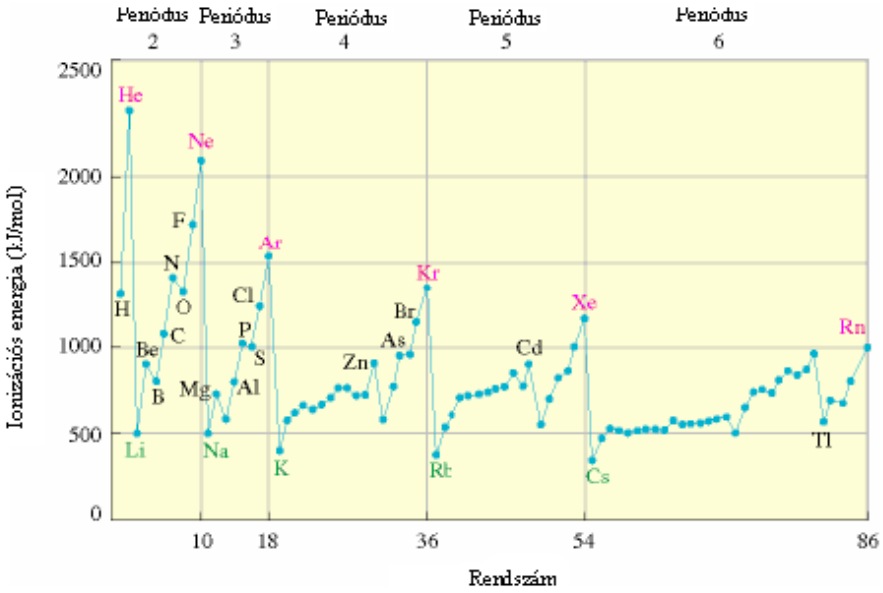
Atomméretek változása



Ionméretek változása



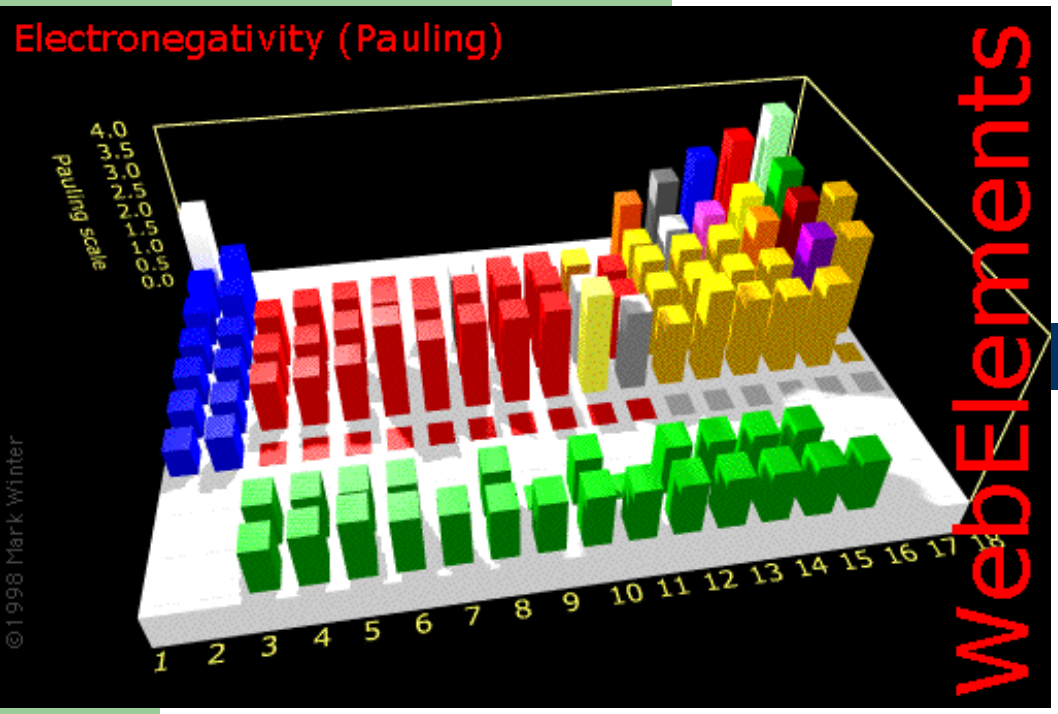
A periódusos rendszer



- Első E_i:
  - periódikusan változik
  - minden per.-ban az alkálifémeké a legkisebb, a nemesgázoké a legnagyobb
- Második E_i:
  - mindig nagyobb, mint az első E_i
  - az alkáliföldfémeké a legkisebb, az alkálifémeké a nagyobb

Elektronegativitás (EN)

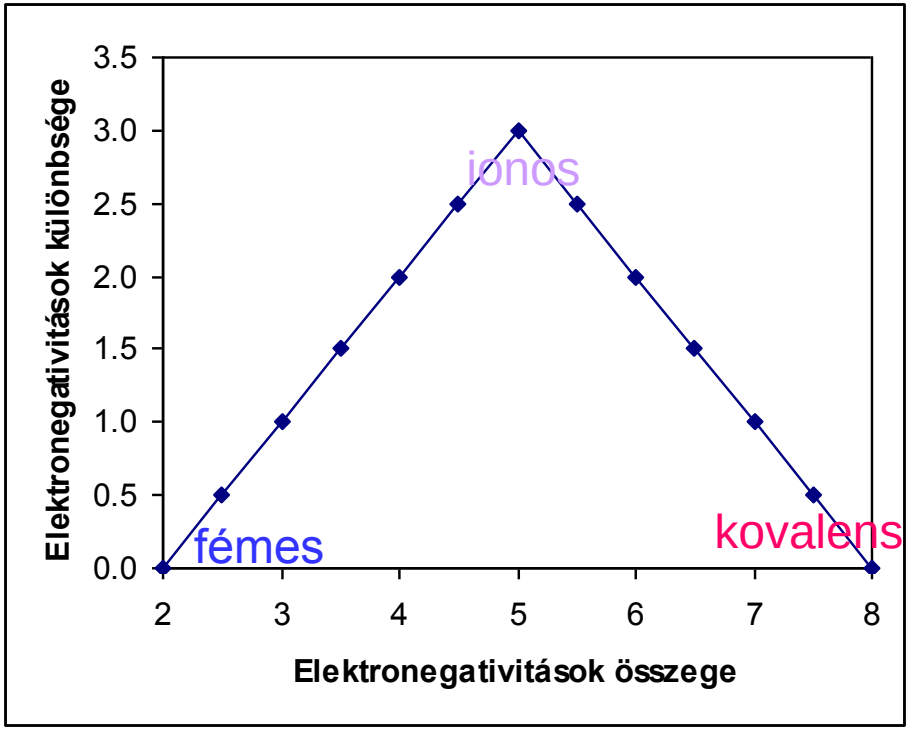
oszlopokban lefelé csökken
periódusokban balról jobbra nő



IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
							H 2,1									
Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,8	Ni 1,8	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5
Cs 0,7	Ba 0,9	La-Lu 1,1-1,2	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,8	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2
Fr 0,7	Ra 0,9	Ac-No 1,1-1,7														

EN és a kötéstípus

- a kötés jellegét a kapcsolódó atomok EN-értékeinek különbsége (ΔEN), ill. összege (∑EN) határozza meg.
  - ionkötés: ΔEN nagy (>2), ∑EN közepes (3,5 – 5,5)
  - kovalens kötés: ΔEN kicsi (<2), ∑EN nagy (>4)
  - fémes kötés: ΔEN kicsi (<1), ∑EN kicsi (<3,5)



A kémiai jelrendszer;
A periódusos rendszer

Köszönöm a figyelmet!

Irodalmak

- Dr. Berecz Endre: Kémia műszakiaknak. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991
- Horváth Attila – Sebestyén Attila – Zábó Magdolna: Általános kémia, Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1991
- Dr. Bot György: Általános és szervetlen kémia. Medicina, Budapest, 1987
- Dr. Németh Zoltán: Radiokémia. Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1996
- Balázs Lóránt: A kémia története. Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., Budapest, 1996
- Dr. Mészárosné dr. Bálint Ágnes (szerk.): Tanulási útmutató a Műszaki kémia tárgyhoz (pdf), SZIE Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, 2008
- Csányi Erika:Oktatási segédanyag az építőkémia tárgyhoz. (pdf), BME