

1. ÁLTALÁNOS KÉMIA

1.1 ATOMFELEPÍTÉS, ATOMSZERKEZET, PERIÓDUSOS RENDSZER, ELEM FOGALMA, ATOMOK MÉRETE, IONOK, ELEKTRONEGATIVITÁS

- környezetünkben az atomok kötött állapotban (magasabb hőmérsékleten, nyomáson és nemesgázokban szabadon)
- itt szabad atomokról beszélünk
- **atom: az anyagok legkisebb, kémiai módszerekkel tovább nem bontható egysége**

atommag:	+	elektronok az elektronfelhőben:
{		elektronok (egységnyi neg t, e ⁻)
	neutronok (semleges töltés, n ⁰)	
		protonok (egységnyi poz t, p ⁺)

►nukleonok: kis távolságra ható, nagy erejű magerók tartják össze

- elektronok, protonok száma egyenlő > az atom semleges
- az atommag az atom térfogatának kis térfogatát foglalja el
- az atom tömege az atommagban összpontosul (elektronok tömege jelentősen kisebb)

	valódi tömeg:	relatív tömeg:**
proton:	$1,672 \cdot 10^{-27}$ kg	1
neutron:	$1,674 \cdot 10^{-27}$ kg	1
elektron:	$9,109 \cdot 10^{-31}$ kg	0,0005 (1/ 1840 ed része)

(**elemi részecskék relatív atomtömegét a szén-12 tömegének 12-ed részére vonatkoztatjuk)

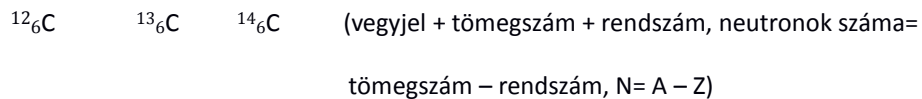
(fehér 4jegyű fv táblában rögtön a kémia rész elején, sárgában 249. o)

- elektron: a legrégebben ismert elemi részecske, 1897, Thomson
- proton: Rutherford, 1919
- neutron: Chadwick, 1932
- **relatív töltés: megmutatja, hogy egy ténylegesen előforduló töltésmennyiség az elemi töltésnek hányszorosa**
- ****relatív atomtömeg: megmutatja hogy az atom tömege hányszor nagyobb, mint a 12-es tömegszámú szénizotóp 1/12-ed része**
- **protonszám=rendszám, jele: Z**

- **protonok és neutronok számának összege=tömegszám, jele: A**
- **azonos protonszámú, de más tömegszámú atomok=az elem izotóp atomjai*****
az izotópok fizikai tulajdonságai eltérők, kémiai tulajdonságaik azonosak; a természetben megtalálható elemek nagy része többféle izotópból (néhány kivétel)

pl.

szénatomok 12-es, 13-as, 14-es izotópjai (< radioaktív) + 6, 7, 8 neutronnal:



vagy: szén-12 szén-13 szén-14

hidrogén izotópjai: deutérium (1 proton, 1 neutron)

trícium (1 proton, 2 neutron) < radioaktív

- **anyagmennyiség:**

1 mol annak a rendszernek az anyagmennyisége, ami annyi elemi részecskét tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kg (12 gramm) szén-12-ben (elemi egység lehet atom, molekula, ion, elektron stb.) < $6 \cdot 10^{23}$ db

moláris tömeg: tömeg és anyagmennyiség hányadosa, jele: \bar{M} , me-e: gramm/mol (az elemek izotópjából > elemek moláris tömege izotópok mol-is t-nek átlagértéke)

ha az elemi egység az atom > moláris tömeg = relatív atomtömeggel (periódusos rendszerben)

$$\bar{M} = m/n$$

***izotópok a gyakorlatban:

- alacsonyabb rendszámú elemeknél többnyire egyenlő a protonok és neutronok száma
- magasabb rendszámúaknál több neutron > stabilis mag
- nem stabilis mag (vagy nem elég) > radioaktív atom: radioaktív sugárzás közben bomlik (megváltozik a protonszáma) > más elem atomjává alakul
- magreakció: olyan reakció, amely az atommag átalakulásával jár > atomenergia szabadul fel
- elemátalakítás ma már mesterséges úton is: legtöbb elem radioaktív izotópjai előállítható (idő után önként lebomlanak + sugárjelző műszerrel nyomonkövethetők) > sokrétű felhasználhatóság:
 - gyógyászatban: rendellenességek kikövetkeztetésére, vizsgálatára (jódiotópos vizsgálat) + kóros sejtek elpusztítására (sugárkezelés)
 - más tudományokban: rejtett életet élő állatok megfigyelése, föld alatti vezetékek szivárgás ellenőrzése, ötvözőanyagok eloszlásának megfigyelésére a fémekben, kormeghatározásra a szén-14 izotóp felezési idejének figyelembevételével (szén-14 -> nitrogén-14)

- mesterségesen előállított radioa. izotóp radiokatív nyomjelzésre:
- az eljárás kidolgozója Hevesy György (Nobel-díj) < 20. század
- nemzetközi előzmények a 19. sz-ban:
 - Henry Becquerel, francia: uránszurokérc láthatatlan sugárzása > nyom a fotolemezen (akár a fény) még átlátszatlan anyagon keresztül is
 - Pierre Curie és Marie Cuire (ő kapta meg először a doktori címet Fr.o-ban, és a Nobel-díjat is, mint nő) továbbvizsgálta: uránérc feldolgozása > sugárzás kibocsájtó elemek felfedezése: rádium, polónium + ők nevezték el a sugárzást radioaktivitásnak
 - Ernest Rutherford, angol (19. – 20. század): radioaktív sugárzás részeinek (alfa-, béta-, gamma hullámoknak)**** meghatározása, felezési idő fogalmának bevezetése + kísérleteiből fontos következtetéseket vont le az atomok szerkezetére vonatkozóan

alfa sugárzás: kétszeresen pozitív töltésű héliumionok (elektromos térben tehát a neg elektród felé hajlanak), nagy energiájú, rövid hatótávolságú (csak néhány cm vastagságú levegőrétegen képesek áthatolni, egy papírlapon már nem)

béta-sugárzás: neg töltésű részecskék, nagy sebességű elektronok alkotják (poz töltésű elektród felé hajlik), levegőben néhány métert is halad, fémllemezen már nem hatol át

gamma sugárzás: nagy energiájú és áthatolóképességű elektromágneses sugárzás (vastag ólomlemezen is), önmagában sosem (mindig alfa vagy béta hullám kísérője)

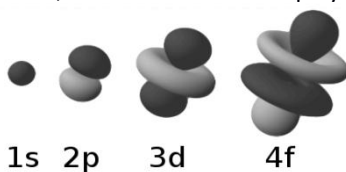
- **elektronszerkezet:**

- **információt ad: energiáról, elektron megtalálási valószínűségről, mágneses jellegről**
- megfelelő energiaközlés (fény, izzítás, sugárzás) > az atomok felbontása: atommag + elektronok
- **alapállapot: az atom olyan állapota, melyben az elektronok a legerősebben kötődnek a maghoz, leszakításukhoz a legnagyobb energia szükséges**
- **gerjesztett állapot: az atommal kisebb energiát közlünk, mint ami a leszakításhoz szükséges, egy-két elektron eltávolodik, de hat a mag vonzása**
 - nem stabilis állapot (megszűnik a gerjesztéssel együtt) > elektronok visszaállnak, leadják a gerjesztéskor felvett energiát > gyakran fényjelenség (jellegzetes pl. nátrium vagy kálium lángfestése/ fény energiája kapcsolatban fény színével > szerkezeti adatok = színképelemzés)
- **befolyásoló tényezők:**
 - **atommag vonzása**
 - **elektronok egymásra ható taszítása**
 - **elektronok mozgási energiája**
 - **energiaminimum elve** (+ más szabályok: Pauli-elv és Hund szabály, lásd lent)
- az elektron előfordulási valószínűsége a mag közelében nagyobb


- **tartózkodási valószínűség:** kiszámítható, h az elektron egy adott helyen milyen valószínűséggel található meg >

> **atompálya:** az atom azon része, melyben az elektron nagy (90%-os) valószínűséggel előfordul

- jellemzésükre **4 kvantumszám:**
 - főkvantumszám:
 - az atompálya méretét jellemzi
 - azonos főkvantumszámú elektronpályák héjakat alkotnak (= azonos méretű pályákon mozgó elektronok)
 - jele: n
 - értéke: 1, 2, 3 ... stb (nagyobb szám -> kiterjedtebb atompálya)
 - mellékkvantumszám:
 - atompálya alakját jellemzi
 - egy héjon belül az azonos mellékkvantumszámú pályák alhéjakat alkotnak
 - jele: l
 - értékei: 0, 1, 2, 3 ... n - 1 (ha főkvantumszám 1 -> mellékk.szám 0)
 - betűkkel is jelölhetjük:
 - l = 0, 1, 2, 3
 - s, p, d, f
 - mellékk.szám 0, jele s -> pálya alakja gömb
 - gömbszimmetrikus pálya, azaz s-atompálya (pl. hidrogén)
 - fő és mellékk.szám jelölése: 1s, 2s, 2p stb.
 - ha n=1 akkor csak 1 db s-pálya lehet, l=0
 - ha n=2, akkor 3 darab p-pálya is lehet (Pz, Px, Py – mivel ezeket gyakran térbeli koordináta rendszerben ábrázoljuk), p pályák: tengelyszimmetrikusak, l=0, 1
 - ha n=3, akkor 5 db d-atompálya, l= 0, 1, 2
 - ha n=4, akkor 7 darab f-atompálya, l= 0, 1, 2, 3



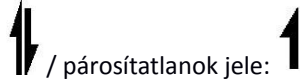
- mágneses kvantumszám:
 - a mellékkvantumszám által meghatározott alakú atompálya térbeli alakját jellemzi
 - mágneses térben van jelentősége
 - jele: m értéke: - l.....+ l -ig
- **a pályaenergia:** az atomban kötött elektron energiája, előjele: negatív (mivel ahhoz az állapothoz viszonyítjuk, mikor az energia nulla, az elektron tehát végtelen távol van a magtól, nem hat rá a mag vonzása)
 - függ a pálya méretétől és alakjától (annál nagyobb, minél messzebb van az atommagtól, és minél bonyolultabb az alakzat)
 - minden atomnál más ugyanannak a pályának a pályaenergiája
 - kifejezi: mekkora energia szükséges adott pályáról elmozdítani 1 mol elektront + mennyi energia szabadul fel, mikor 1 mol elektron a pályára belép

- mértékegysége kJ/mol
- jelölése $E_{n,l}$ (mivel értéke a fő, és mellékvantumszámtól függ)
pl. E_{1s} E_{2s} E_{2p}
- spinkvantumszám: elektron úgy viselkedik, mint egy elemi mágnes: külső mágneses térben kétféleképpen állhat be: erővonalakkal ellentétes vagy megegyező irányban
 - értéke: $-\frac{1}{2}$ vagy $+\frac{1}{2}$
 - jele: m_s 
 - (ellentétes irányú nyilakkal is jelölhetjük)
- elektronszerkezet megadásához mind a 4 kvantumszám
- **alapelvek, törvények:**
 - **energiaminimum elve:** az alapállapotú atomban az elektronok a lehető legkisebb energiájú szabad helyet foglalják el
 - **Pauli-elv:** egy atomban nem lehet 2 olyan elektron, amelynek összes kvantumszáma megegyezik (tehát: azonos atompályán lévő elektronok spink.számuk különböznie kell legyen + a spink.szám értéke kétféle -> két ellentétes spinű elektron/ atompálya)
 - azonos főkv. számú pályák = héjak
főkv.szám: 1 2 3 4
héj jele: K L M N
 - azonos mellékv. számú pályák = alhéjak
K héj: 1 féle alhéj, 1s
L héj: 2 féle alhéj, 2s és 2p
M héj: 3 féle alhéj, 3s, 3p, 3d
N héj: 4 féle alhéj, 4s, 4p, 4d, 4f
(+ mivel max elektronok száma s alhéjon: 2/ p-n: 6/ d-n: 10/ f-n: 14) >>
K héjon max 2 elektron (s)
L héjon max 8 elektron (s+p)
M héjon max 18 elektron (s+ p+ d)
N héjon max 32 elektron (s+ p+ d+ f)
 - azonos alhéjhoz tartozó atompályák energiája ugyanakkora (tehát: adott főkvantumszámnál a 3 p-pálya, 5 d-pálya, 7 f-pálya energiája azonos)

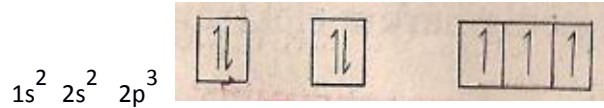
(négyegyű fv.tábla: fehér - 303. old; sárga - 250. old)

- elektronszerkezet jelölése (pl nitrogénatom 7 elektronja):
 - leírjuk a részben vagy teljesen betöltött alhéjak jelét
 $1s^2 2s^2 2p^3$
 - feltüntetjük az elektronok számát
 $1s^2 2s^2 2p^3$
- **egy atompályán egy elektron – párosítatlan elektron**
- **egy a.pályán két ellentétes spinű elektron – párosított elektron**

- jelölése: atompályák egy-egy négyzettel + párosított elektronok jele a négyzetben:



- a nitrogén még egyszer a fentiek szerint (Pauli-elvet és Hund-szabályt* figyelembe véve)



- ***Hund-szabály:** az alhéjon adott számú elektron igyekszik úgy elhelyezkedni, hogy minél több legyen közülük párosítatlan
- **egy alhéjon max-san megengedett elektron: telített alháj**
- **kevesebb, mint megengedett: telítetlen alháj**
- érdekesség: nagyobb rendszámú elemeknél sokszor a magtól távolabb is találunk elektront, pedig a belső héjak még nincsenek telítve (az elektronok elhelyezkedésében a per. rendszer ad felvilágosítást*)

(video segítség itt:

<http://www.khanacademy.org/video/more-on-orbitals-and-electron-configuration?playlist=Chemistry> hacsak keveset tudsz angolul, akkor is segít és feliratot is állíthatsz a cc gombbal - kis nyílra mész a videoablak jobb alsó sarkában + a fenti és a most következő témához pedig nekem ezek is segítettek:

http://www.youtube.com/watch?v=1obZaUUo_w0

http://www.youtube.com/watch?v=nw_n9ZFRXhc&feature=relmfu

<http://www.youtube.com/watch?v=mu-g62xHy34&NR=1>)

*- **periódusos rendszer:**

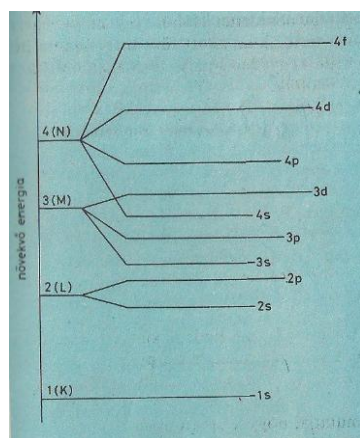
- az elemek és atomok rendszere
- az atom helyét a rendszám határozza meg > különböző tulajdonságú elemek is kerülhetnek egymás mellé a periódusokban
- **elemek: egyszerű anyagok, amelyek kémiaiag azonos tulajdonságokat mutatnak, azonos protonszámú atomokból állnak, jelük a vegyjel, és összefoglaló táblázatuk (a Mendelejevnek köszönhető) periódusos rendszer**
- Jöns Jakob Berzelius: ő vezette be az elemek jelölésére a latin nevük első, illetve – ütközés esetén – első két betűjéből álló vegyjeleket, amelyeket – kis módosítással – máig is használunk/ szelént, szilíciumot és tóriumot ő fedezte fel
- Mendelejev rendszere az atomtömegük szerint sorakoztatta az elemeket, hasonló tulajdonságaik alapján, ma rendszám szerint növekvő sorrendben
- per rendszer: főcsoportok (8) jele: római szám és A, mellékcsoportok (8) jele: római szám és B, periódusok (7) jele: arab szám (csoportok – már újfajta jelölés is van: arab számok 1-18))

Rendszám	Az elem neve és vegyjele	Elektron-szerkezet jelölése	A vegyértékhéj egyszerűsített jelölése
1	Hidrogén (H)	1s ¹	
2	Hélium (He)	1s ²	
3	Lítium (Li)	1s ² 2s ¹	[He]2s ¹
4	Berillium (Be)	1s ² 2s ²	[He]2s ²
5	Bór (B)	1s ² 2s ² 2p ¹	[He]2s ² 2p ¹
6	Szén (C)	1s ² 2s ² 2p ²	[He]2s ² 2p ²
7	Nitrogén (N)	1s ² 2s ² 2p ³	[He]2s ² 2p ³
8	Oxigén (O)	1s ² 2s ² 2p ⁴	[He]2s ² 2p ⁴
9	Fluor (F)	1s ² 2s ² 2p ⁵	[He]2s ² 2p ⁵
10	Neon (Ne)	1s ² 2s ² 2p ⁶	[He]2s ² 2p ⁶
11	Nátrium (Na)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	[Ne]3s ¹
12	Magnézium (Mg)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	[Ne]3s ²
13	Alumínium (Al)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	[Ne]3s ² 3p ¹
14	Szilícium (Si)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	[Ne]3s ² 3p ²
15	Foszfór (P)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	[Ne]3s ² 3p ³
16	Kén (S)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	[Ne]3s ² 3p ⁴
17	Klór (Cl)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	[Ne]3s ² 3p ⁵
18	Argon (Ar)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶	[Ne]3s ² 3p ⁶
19	Kálium (K)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹	[Ar]4s ¹
20	Kalcium (Ca)	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²	[Ar]4s ²

az első húsz elem elektron szerkezete feltöltődés sorrendjében (nagyobb rendszámú atomoknál nemesgáz jele a vegyértékhéj egyszerűsített jelölésében: azok a héjak, melyek adott nemesgázban is megvannak)

- per rendszer haszná az atomok szerkezetének megállapításában:
 - **vegyértékelektronok:** külső héjon vagy lezártan belső alhéjon található elektronok (a kémia folyó-okban leginkább ezek vesznek részt > jellemző módon viselkednek)
 - **atomtörzs:** atommag + belső, lezárt alhéjak (atommagból és azon héjakból áll, melyek nem tartoznak a vegyérték héjak közé)
 - hasonló vegyértékhéj-szerkezetű atomok hasonló tulajdonságok (per rendszerben egymás alá helyezve – csoportok):
 - **főcsoportszám=külső elektronok száma**
 - ns¹ elektronszerk-ű vegyértékhéj: alkálifémek, I. főcsoport: Li, Na, K, Rb, Cs
 - ns² elektronszerk-ű vegyértékhéj: alkáliföldfémek, II. főcsoport: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
 - ns² np¹ elektronszerk-ű vegyértékhéj: földfémek, III. főcsoport: B, Al, Ga, In, Tl
 - ns² np² elektronszerk-ű vegyértékhéj: szén-csoport, IV. főcsoport: C, Si, Ge, Sn, Pb
 - ns² np³ elektronszerk-ű vegyértékhéj: nitrogén-csoport, V. főcsoport: N, P, As, Sb, Bi
 - ns² np⁴ elektronszerk-ű vegyértékhéj: oxigén-csoport csoport, VI. főcsoport: O, S, Se, Te, Po
 - ns² np⁵ elektronszerk-ű vegyértékhéj: halogének, hetedik főcsoport: F, Cl, Br, I, At

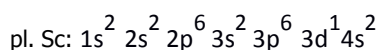
- $ns^2 np^6$ elektronszerkezetű vegyértékhéj: nemesgázszerkezet, nyolcadik főcsoport (kivéve héliumatom) <- nincs telítve, mégis stabil (!)
- **mellékcsoportok:** átmenetifémek
 - III B- II B
 - VIII B: vas, kobalt, nikkelt triász: az egymás melletti három elem alkot csoportot, tulajdonságaikban ezek jobban hasonlítanak
- periódusok:
 - elemek vízszintesen növekvő rendszám szerint
 - **periódus szám= héjak száma**
 - összefüggés: periódusok és alhéjak között
 - **első per.: n=1, K héj;** (H: $1s^1$; He $1s^2$ <- H rendszáma 1, He rendszáma 2)
 - **második per.: n=2, K, L héj;** (Li: $1s^2 2s^1$ <- Li rendszáma 3); itt már a $2p^6$ atompálya is feltöltődik (Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$ <- rendszám 10)
 - **harmadik per.: n=3, K, L, M héj;** $3s$ és $3p$ pályák is telítődnek (Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ <- rendszám 11; Ar: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ <- rendszám 18)
 - **negyedik periódus, K, L, M, N héj: innentől nem a 3d, hanem 4s atompályára kerül elektron** (K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$; Ca: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$) <- az atompályák feltöltődése során a cél, h az atom energiája minimális legyen (káliumnál kisebb rendszámú elemeknél feltöltődés a pályae energiák sorrendjében)
 - utána a szkandiumtól a cinkig (rendszám 21-től rendszám 30-ig) már $3d$ atompályák töltődnek
galliumtól kriptonig (31-től 36-ig) a $4p$



energiaszintek beépülési sorrendje

- a feltöltődési = energetikai sorrend: $1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s$

- **mellékcsoportok:** itt a 3d, 4d, 5d és 6d ill. 4f, 5f héjak töltődnek (tehát: **nem a legkülső**, hanem az **azalatti elektronhéj (d-, f-alhéj) töltődik fel**)



- **telítődés szerint beszélünk:**

s-mező: IA, IIA és He

p-mező: III A – VIII A

d-mező (itt vegyérték elektronok kettő héjről, mivel a d le nem zárt alhéj, és annak elektronja is részt vesz a kémiai kötés kialakításában): IIIB – II B

f-mező: lantanoidák és aktinoidák, melyekben az f-pályákra kerülnek az elektronok

- **mező: ugyanazon alhéj kiépülése történik, egy mezőben annyi csoport van, ahány elektronnal az adott alhéj telítődhet**

(egy nagyon hasznos link a témában: <http://www.ptable.com/> kattints fent balra az elektronpályák földre, és a kiválasztott elem szerkezete jobb oldalon fent megjelenik)

- **periodikusan változó tulajdonságok: atomok mérete, elektronegativitás, ionizációs energia, ionok mérete, elektronaffinitás**

- **atomok mérete:**

- jellemzésére az atomsugarakat alkalmazzuk
- mértékegysége pikométer, pm ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$)
- szabad atom mérete: legkülső atomi pálya sugara
- kötött atom mérete: milyen közel kerülhetnek egymáshoz az atomok
- **a rendszám növ-vel a perióduson belül csökken** (növekvő protonszám miatt a mag vonzása erősebben hat az atom ugyanazon héjon lévő elektronjára; a külső héjra beépülő elektronra erősebben hat az atommag vonzása, mint az elektronok taszítása)
- **a csoporton belül a rendszám növ-vel ált-ban növekszik** (újabb és újabb héjak jönnek létre)

(négyegyű fv.tábla: fehér - 298. old; sárga - 258. o.)

- **ionok képződése:**

- az atom semleges (kiindulási helyzetben)
- megfelelő energiameennyiség hatására az elektronok az atommag vonzásából kiszakadnak > ion képződik (az atom vegyértékelektron szerkezete változik)
- poz töltésű ionok: kationok (elektronleadással képződnek), neg t-ű ionok: anionok (elektronfelvétellel képződnek) / leadott ill. felvett elektronok száma = töltésszám
 - **ionsugár: ionok méretét fejezi ki**
 - a perióduson belül csökken**
 - a főcsoportban nő**
 - a kation mérete mindig kisebb, mint az az atomé, amiből származtatható
 - az anion mérete mindig nagyobb, mint az az atomé, amiből származtatható
- **ionizációs energia: azt fejezi ki, hogy mekkora energia szükséges 1 mol alapállapotban lévő szabad atomból a legkönnyebben leszakítható elektront eltávolítani**

jele: E_i mértékegysége: kJ/mol

$\text{H} \rightarrow \text{H} + \text{e}^- \quad E_i = 1320 \text{ kJ/mol}$

$\text{Na} \rightarrow \text{Na} + \text{e}^- \quad E_i = 502 \text{ kJ/mol}$

- a perióduson belül a rendszám növ-vel nő (mivel nő a magtöltés, és vele a héjakra ható vonzó erő)

- főcsoporton belül a rendszám növ-vel csökken (a vegyértékelektronok egyre távolabb vannak)

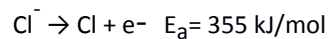
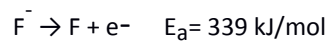
↓
alkálifémek a legkisebb (egy elektron könnyen eltávolítható), nemesgázoké a legnagyobb (telített s és p alhéjak)

- második ionizációs energia: a 2. elektron eltávolításához mennyi energia szükséges

2. ionizációs energia > első ionizációs energia (ugyanazon atom esetében)

- **elektronaffinitás: a szabad anion legkönnyebben eltávolítható elektronjának leszakítását kísérő moláris energiaváltozás, azaz: energia amely akkor szabadul fel vagy nyelődik el, ha egy mol alapállapotú, szabad atomból egyszeresen neg töltésű ion képződik**

jele: E_a mértékegysége: kJ/mol



- ionizációs energia + elektronaffinitás meghatározza a vegyértékelektronok viselkedését (az elektronegativitást):

pl. klóratom viszonylag nagy ionizációs energiája és kisebb elektronaffinitása -> a klór nehezen válik meg elektronjától, felvétele jellemzőbb

- **elektronegativitás: a kötött állapotban lévő atomok elektronvonzó képességét jellemző viszonyszám**

- jele: EN (az atomok e.n-i értékét egymáshoz viszonyítva fejezzük ki)

- kidolgozója Pauling volt

- az egyes per-okban balról jobbra nő (a növekvő magtöltés miatt)

- a csoportokban felülről lefelé csökken (a vegyértékhéj egyre távolabb kerül a magtól, a mag vonzó hatása egyre kevésbé hat rá)

(fluornak legerősebb - 4, franciumé legkisebb - 1)

- kis EN-ú fématomok közt fémes kötés, $EN < 2$

- nemesfémek EN-a nagy (arany, ezüst), mivel d és f alhéjuk is feltöltődött, az atomok atomtörzse a benne lévő elektronok számához képest kicsi, a magtöltés viszont jelentős, ezért a maghoz közeli elektronokra nagyobb a vonzása

- apoláris kovalens kötés nemfémek közt, $EN > 2$ (nagy EN-ú nemfémek közt jön létre)

- ionos kötés: ha az egymással reagáló atomok EN-különbsége nagy, $\Delta EN \geq 2$

- poláris kovalens kötés: ha az egymással reagáló atomok ΔEN -e kicsi, $0 < \Delta EN < 2$

(négyjegyű fv. tábla, fehér: 299. old)

1.2.3. és 4. KÉMIAI KÖTÉSEK, ELSŐ- ÉS MÁSODRENDŰ KÖTÉSEK, MOLEKULÁK, ÖSSZETETT IONOK, ANYAGI HALMAZOK

- a környezet hőmérsékletén és nyomásán szabad atomok csak a nemesgázokban, a többi elem kötéseket képez:

- elsőrendű: atomok és ionok között jön létre/ ionk., kovalensk., fémes kötés

- ↓ - **másodrendű: molekulák között vagy nemesgázok atomjai között jön létre/ diszperziós k., dipólus-dipólus k., hidrogén kötés**

felbontásukhoz energia szükséges; az elsőrendűek erősebbek

- **fémes kötés:** pozitív töltésű fématomtörzsek és delokalizált elektronok közötti vonzás
 - a kötést létesítő atomoknak kicsi az EN-a, ez teszi lehetővé, hogy elektronjuk delokalizálódjon
 - kevés vegyérték elektron, távol a magtól -> lazán kötött, könnyű leadni
- fémek általános jellemzői:
 - fémek: elemek több mint 80%-a
 - jellegzetes fémes fény
 - szürkés szín (kivéve arany és réz)
 - szobahőm-en szilárd (kivéve higany)
 - jól megmunkálhatók*
 - vezetők (legjobb: arany, ezüst, réz, alumínium)*
 - * tulajdonságaik, szerkezetük teszi lehetővé:
fémrácsok: fématomok körül közös elektronfelhő delokalizált elektronokkal
megmunkálás > fémrács elcsúszik, e.felhő összetartja
elektromos áram > az elektronok mozgása rendeződik
 - elektromos vezetés képessége a hőmérséklet növekedésével csökken:
magasabb hőmérsékleten a rácspontokban rezgő részecskék mozgásának tágassága megnő, ez zavarja az elektronok szabad áramlását
 - olvadáspont és sűrűség változó (befolyásolja: részecskék tömege, illeszkedésük szorossága)
 - legalacsonyabb olv.pont: higany/ legmagasabb: volfrám
 - 5g/cm^3 sűrűség alatt könnyűfém (pl. lítium, nátrium, alumínium) / felette nehézfém (pl. vas, ólom, arany)
 - tulajdonságaik ötvözéssel javíthatók
 - redukálósorba rendezhetők (benne a hidrogén is)
 - könnyen adják le vegyérték elektronjaikat, változó mértékben redukáló hatásúak
 - bármelyik fém a sorban utána következőt redukálni tudja, azaz vegyületeiből kiválasztja
 - a hidrogén nemfém „fémes rokonsággal”: savak oldatából fémekkel hidrogén szabadítható fel (azok a fémek fejlesztenek hidrogént, melyek a H-t a redukálósorban megelőzik)
redukálósor: K Ca Na Mg Al Zn Fe H Cu Hg Ag

(fémekről bővebben: ld lejjeb a rács típusoknál)

- **ionkötés:**
 - **ellentétes töltésű ionok között kialakuló elektrostatikus kölcsönhatás**
 - az összetett ionokat alkotó atomokat (pl karbonátion) kovalens kötések kapcsolják össze
 - ionok képződése:
 - az atom semleges (kiindulási helyzetben)
 - megfelelő energiamennyiség hatására az elektronok az atommag vonzásából kiszakadnak > ion képződik (az atom vegyértékelektron szerkezete változik)
 - poz töltésű ionok: kationok (elektronleadással képződnek), neg t-ű ionok: anionok (elektronfelvétellel képződnek) / leadott ill. felvett elektronok száma = töltésszám
 - ionsugár: ionok méretét fejezi ki
a perióduson belül csökken

a főcsoportban nő

- a kation mérete mindig kisebb, mint az az atomé, amiből származtatható
- az anion mérete mindig nagyobb, mint az az atomé, amiből származtatható
- ionkötés erősségének jellemzésére: **rácsenergia**
1 mol kristályos anyag szabad, gáz halmazállapotú ionokra bontásához szükséges energia
jele: E_r mértékegység: kJ/mol előjele: pozitív

- **kovalens kötés:**

- **elsőrendű kémiai kötés, amelyben az atomok közös elektronpárok létesítésével alakítanak ki kötést**
- feltétele: a kötést létesítő atomok nagy EN-nak révén képesek legyenek a kötő elektronpárokat megtartani
- nemfémes elemek atomjai ill. nagy EN-ú, kis atomtörszű, nagy töltésű fémek és nemfémes elemek között
- kötő elektronpár: a vegyértékelektronok egy részéből képződik, mindkét atommag erőteréhez tartozik
- nem kötő elektronpár: kötésben részt nem vevő vegyértékelektronok, amelyek csak egy atommag erőteréhez tartoznak
- molekula: 2 vagy több atomból álló, elektromosan semleges kémiai részecske
- szerkezeti képlet: azok a képletek, amelyekből látszik, hogy a molekulában milyen atomok között van kötés (*további képlettípusok lásd lejjebb*)

- **kialakulása:**

- mindegyik atommag vonzást gyakorol a másik atom elektronjára
↓
megváltozik az elektronfelhők sűrűsége az atomok között, majd az elektronfelhők átfedik egymást -> molekulapálya
 - Pauli-elv ide is: molekulapályán is max 2 ellentétes spinű elektron
 - kötő molekulapálya: az a molekulapálya, amin a kötő elektronpár van (a többi: nem kötő elektron és nem kötő molekulapálya)

- atommagok és elektronok közti taszítás



megfelelő távolságban a hatások kiegyenlítődnek, molekula jön létre

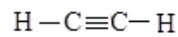
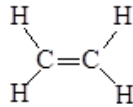
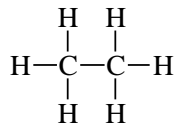
- az elektronok megtalálási valószínűsége: legnagyobb az atommagok közelében és a két mag között (ez segít a kötés kialakításában – csökkenti a két mag taszító hatását)
- a molekula energiája kisebb, mint az alkotó atomoké együttesen

- **csoportosítás:**

- kötő elektronpárok száma szerint:

egy kötő elektronpár – egyszeres (az atomok között: szigma kötés)
 két kötő elektronpár – kétszeres (egy szigma – 1 pi kötés)
 három kötő elektronpár – háromszoros (egy szigma – két pi kötés)

- többszörös (tehát: kétszeres, háromszoros) kötés kialakítására a kisméretű, nagy EN-ú atomok képesek, pl. C, N, O
- etán, etén, etin (acetilén)

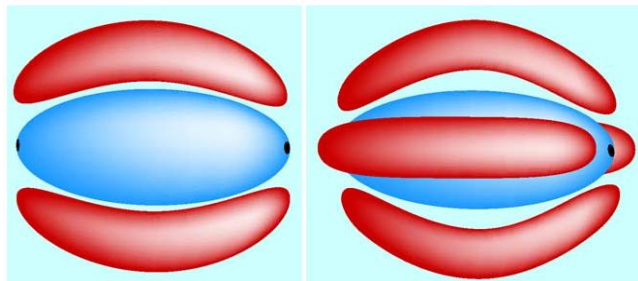


etén :

az egyik kötő elektronpár sűrűsége a két szénatom között, a kötés tengelye mentén a legnagyobb – szigma kötés
 másik kötés a molekula síkja alatt és felett– pi-kötés (ez a gyengébb)

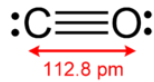
etin:

harmadik kötő elektronpár: a második kötés síkjára merőleges térrészben – pi-kötés (leggyengébb)



etén és etin kötése

- szimmetriája szerint:
 - szigma-kötés: azt a kötés, melyben a kötő elektronpár sűrűsége a kötés tengelye mentén a legnagyobb
 tengelyszimmetrikus (tengelye a 2 atommagon áthaladó egyenes)
 - pi-kötés: olyan kötés, amelyben a kötő elektronpár sűrűsége a kötés tengelyére merőlegesen a legnagyobb
 síkszimmetrikus (a szigma kötés tengelye a pi-kötés szimmetria síkján fekszik)
- létrejötte szerint:
 - kolligációval: a kötés létesítő 2 atom mindegyike ellentétes spinű, párosítatlan elektronnal hozza létre a kapcsolatot
 - datív kötéssel: a kötés létesítő atomok egyike teljes elektronpárt ad a kötésbe



szén-monoxid 2 kötése kolligációval

a harmadik datív módon (az oxigén adja a kötő párt)

- lokalizációja szerint:
 - lokalizált: a kötő elektronpár helyhez kötött
 - delokalizált: a kötő elektronpár helyhez nem kötött
 - polaritása szerint:
 - apoláris: nemfémek közt, $EN > 2$
 - poláris: ha az egymással reagáló atomok ΔEN -e kicsi, $0 < \Delta EN < 2$
 - **kovalens kötés jellemzői:**
 - **vegyérték: valamely egyszerű molekulában az atomhoz kapcsolódó kötő elektronpárok számát az atom vegyértékének nevezzük**
 (kis méretű atomok (értsd: első két periódus) esetében a molekula képzésekor a nemesgáz szerkezet kialakítása a cél, vagyis: a kötések száma attól függ, hány elektron szükséges a nemesgáz szerkezethez)

 N vegyértéke: 3
 C vegyértéke: 4
 H vegyértéke: 1
 - vannak atomok, amelyek többféle vegyértékre képesek kötést kialakítani pl kén:
 elemi állapotban: S₈ vegyértéke 2
 SO₂-ben vegyértéke 4
 SO₃-ban vegyértéke 6
 - **kötéstávolság: a két atommag közötti távolságot jelenti a molekulában**
 jele: d m.e-e: pikométer, pm (1 pm = 10⁻¹² m)
 - **kötési energia: a kovalens kötés erősségét jellemzi, azt fejezi ki, hogy mekkora energia szükséges 1 mol molekulában két adott atom közötti kötés felszakításához**
 m.e-e: kJ/mol előjele: poz jele: E_k
- ↓
- minél nagyobb az atomok mérete, annál nagyobb a kötéstávolság
- nagyobb kötéstávolság – kisebb kötési energia
- kötések száma nő – csökken a kötéstávolság és nő a kötési energia
- **a molekulák:** - kétatomos: mindig lineáris
 - többatomos: azonos atomok (pl kén és foszfor) vagy különböző atomok
 - szimmetrikusak: ha a kötés poláris, a molekula apoláris, pl. metán, szén-tetraklorid

-nem szimmetrikusak: a kötés és a molekula is poláris, pl. kloroform azaz CHCl_3

- a molekulák polaritása:

- **a molekulák polaritását a kötések és a molekula alakja határozza meg**

- a molekula alakját a központi atomot körülvevő kötő- és nemkötő elektron párok száma határozza meg

- azonos atomok kapcsolódásakor – egyforma elektronvonzó képességek – apoláros kötés

- egyik molekula EN-a nagyobb – poláros

- ha $\Delta EN = 0$ – **apoláris kovalens kötés ($EN > 2$)**

- ha $\Delta EN > 0$ – **poláris kov. kötés ($0 < \Delta EN < 2$)**

- kétatomos molekulák esetében az EN különbsége a kötés polaritása mellett, a molekula polaritását is megadja

- többatomos mol.-knál a molekulán belüli kötések polaritása különböző nagyságú és irányú lehet, erősíthetik és gyengíthetik egymást

- **apoláros molekulák:** szimmetrikus elhelyezkedésűek kül. atomokból (kötés poláris, molekula apoláris: a kötéspolaritások kioltják egymást (a polaritásvektorok összege nulla), azaz minden olyan molekula esetében, ahol nem tartozik nemkötő elektronpár a központi atomhoz, és minden ligandum* azonos, például: CO_2 , SO_3 , CH_4) vagy: a két azonos atom kapcsolódása pl elemmolekulák, mint S_8 és P_4

- **poláros (=dipólus) molekulák:** nem szimmetrikus, (+ polaritásvektorok nem egyenlítik ki egymást) mint H_2O és HCl

* ligandum: a kapcsolódó atomok más néven

- **a molekulák térbeli felépítése:**

- **téralkat: a szigma kötéshez kapcsolódó atomok és a központi atom nemkötő elektroinjainak száma határozza meg**

- **kötésszög: a kapcsolódó atomok kötése által bezárt szög**

- befolyásoló tényezők:

- a molekulában kialakuló nemkötő és kötő elektronpárok taszítják egymást (egymástól a lehető legmesszebb igyekeznek)

- ha a molekulában a központi atomhoz nemkötő elektronpár is tartozik a kötésszöget* valamelyest módosítja (a nemkötő elektronpár behúzódik a központi atom felé, mivel rá csak egy atommag vonzása hat -> taszító hatására összebb szorulnak a kötő elektronpárok)

- a pi-kötések a molekula alakját lényegesen nem befolyásolják, a kötésszögre kis mértékben hatnak

- a többszörös kötéseknek nagyobb a térigénye – a kötésszöget módosítják

* központi atom: a molekulában az a legnagyobb vegyértékű atom, amelyhez a többi atom kapcsolódik

- ha a központi atom körül az elektronpárok száma kettő, és mindkettő kötő elektronpár, akkor egymáshoz képest 180 fokos szögben rendeződnek – **lineáris molekula:** a ligandumok száma: 2; általános képlet AX_2 (A – központi atom, X – ligandum); kötése: poláros, molekulája: apoláros

pl. BeCl_2 azaz $\text{Cl} - \text{Be} - \text{Cl}$ (és szén-dioxid)

- ha a központi atom körül három kötő elektronpár létesít kötést – 120 fokos kötésszög – háromszög alakú molekula másnéven **síkháromszöges** vagy trigonális planáris: 3 ligandum; AX₃; kötése: poláros, molekulája: apoláros

pl. bór-trifluorid, kén-trioxid

- központi atom körül 4 kötő elektronpár – 109,5 fok – **szabályos tetraédes** elhelyezkedés, 4 ligandum; AX₄; kötése: poláros, molekulája: apoláros

pl. szén-tetraklorid CCl₄, metán CH₄

- 3 kötő és egy nemkötő elektronpár -> 107 fok – piramis alakú molekula azaz **trigonális piramis**, kötése: poláros, molekulája: apoláros

pl: ammónia NH₃

- két kötő és két nemkötő elektronpár -> 105 fok – **V-alakú molekula**: dipólus; kötése és molekulája is poláros

pl: víz, H₂O és dihidrogén-szulfid, H₂S

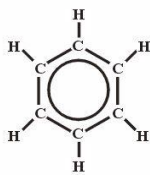
- etén, C₂H₄: az atommagok egy síkban helyezkednek el, mindkét szénatom három szigma- és egy pi-kötést (az egyik kötés a szénatomok közt) létesít -> 117, 8 fok (a szigma kötések közti 120 fok csökkent)

- etin, C₂H₂ és szén-dioxid, CO₂: két szigma- és két pi-kötés, két szigma kötés egymással 180 fokot zár, ilyenkor nincs a pi-kötéseknek befolyásoló hatása

(ld sárga négyjegyű fv.tábla 284. old)

- **összetett ion: elektromos töltéssel rendelkező, több atomból álló kémiai részecske, amelyet kovalens kötés tart össze** pl. a H-felvételével ammóniából képződő ammóniumion NH₄⁺, karbonácion, szulfácion, nitrácion, foszfácion *(ld fehér négyjegyű fv.tábla 309. old)*

- **delokalizált elektronok: olyan elektronok, amelyek a molekulában több atomot kötnek össze, pl benzol C₆H₆**



- minden szénatom 120 fokos szigma kötést létesít két szénatommal és egy hidrogénatommal
- a negyedik kötés pi pályát létesít (összesen hat elektron – 3 pi pályát)

- kötések erőssége (legerősebbtől leggyengébbig): kétszeres kovalens > egyszeres + delokalizált > egyszeres

- **átmeneti kötésjelleg:**

kovalens és ionkötés közti állapot 1 (ionkötés kov jellegűvé válása):

kation és anion esetében (a kisméretű és nagy töltésű fémionok deformálják=polarizálják az anionok elektronfelhőjét)

a kation vonzást gyakorol az anion elektronfelhőjére

minél nagyobb az anion sugara, annál könnyebben fog torzulni

a két atommag között növekszik az elektronsűrűség, és az ionkötés kovalens jellegűvé válik

ha az ionkötés kovalensbe megy át az EN-különbség csökkeni fog

pl. ezüst-jodid, ezüst-bromid, ezüst-klorid – vízben rosszul oldódó kov. jell-ű vegyületek

kovalens és ionkötés közti állapot 2 (kov. kötés ionos jellegűvé válása):

a molekulában két különböző EN-ú atom kapcsolódik egymáshoz

a kov. kötésben részt vevő elektronok a nagyobb EN-ú atom erőterébe tartózkodnak inkább >

a molekula polarizálódik

ha a kov. kötés ionosba, az EN-különbség nő

- **másodrendű kötések: a molekulák között fellépő, az elsőrendű kötéseknel lényegesen gyengébb (intermolekuláris) kötőerők, közülük a hidrogén kötés a legerősebb**

- **dipólus – dipólus kötés** a poláris molekulák között jön létre (víz): ellentétes töltésű részeik egymásba kapcsolódnak, energiaközlés (pl. hó) hatására részben vagy egészen felbomlanak, energiaelvonás (hűtés) -> különálló molekulák rendeződése folyadékká v. szilárd anyaggá

- **diszperziós kötés:** kisebb molekulatömegű és méretű apoláris molekulák közt, ahol az atommagok rezgéséből adódó időleges töltéseltolódás hoz létre kötést (-> annál erősebb, minél könnyebben, jobban deformálható külső atomjaik elektronfelhője pl. ha az atomnak sok az elektrona, és minél nagyobb a molekula, minél nagyobb az anyag moláris térfogata)

- **hidrogénkötés:** a kémiai kötésnek az a fajtája, melyben a hidrogénatom létesít kötést két másik atom között (pl. víz*: a H két oxigénatommal létesít kötést, az egyikkel erős kovalens, a másikkal gyengébb másodrendű k-t), olyan molekulák közt, amelyek a H-en kívül nagy EN-ú és kis atomtörsző atomokat (pl. O, N, F) is tartalmaznak – a H ezek nemkötő elektronpárjával kapcsolódik össze; nagy biológia jelentőség: fehérjék, zsírok, szénhidrátok, nukleinsavak

- donor: hidrogénkötéshez a hidrogén atomot adja

- akceptor: nem kötő elektronpárjával fogadja a H atomot

*víz: dipólus-dipólus + hidrogénkötés is > szobahőmérsékleten folyékony, nagy olvadás és forráshő, sűrűsége + 4 °C-on a legnagyobb > nagy felületi feszültség és belső súrlódás

- **az anyagi halmazok:**

a sok részecskéből felépített rendszereket anyagi h-oknak nevezzük

- tulajdonságaikat meghatározzák:

- alkotó részecskék szerkezete és sajátosságai

- köztük lévő kölcsönhatások

- állapotátározók (nyomás MPa, térfogat dm^3 , cm^3 , hőmérséklet K; $K = ^\circ\text{C} + 273,15$) > (kül-ő halmazállapotok: légnemű, cseppfolyós, szilárd)

- anyagi halmazok:

- elem: egyszerű anyagok, amelyek kémiai azonos tulajdonságokat mutatnak, azonos protonszámú atomokból állnak
- vegyület: 2 vagy több elem alkotja, kémiai reakció útján bontható elemeire
- keverék: két vagy több kémiai tisztán anyagot tartalmaz, tehát egy vagy több fázisú diszperz rendszer (homogén vagy heterogén), amelyek részecskéi különböző mértékben összekeveredtek, fizikai módszerekkel választhatók szét
- fázis: az anyagi rendszeren belül az a térrész, amelynek minden pontjában megegyeznek a fizikai és kémiai tulajdonságai

- **csoportosítás:**

- **fázisok száma szerint:**

egyfázisú: benne nem különböztethetünk meg határfelületeket. Az egyfázisú anyagi rendszer lehet egykomponensű vagy többkomponensű

többfázisú: benne észrevehető határfelület, vagyis a rendszer több fázisból áll

- **komponensek anyagi minősége szerint:** elem

vegyület

- **komponensek száma szerint:** egykomponensű: csak 1 elem vagy vegyület alkotja (a kémiai tisztán anyag mindig ilyen)*

többkomponensű** : homogén rendszer ****

heterogén rendszer *****

kolloid rendszer***

*egykomponensűek azokat a rendszereket, amelyek egyetlen kémiai anyagból épülnek fel, pl.: víz-jég-gőz, mert minden részéhez azonos molekulák (H_2O) kellene.

**többkomponensűek azokat a rendszereket, amelyek létrehozásához több kémiai anyag kell, pl.: cukoroldat kétkomponensű, mert létrehozásához cukor és víz kell.

****homogén rendszer: benne szabad szemmel semmiféle határfelület nem figyelhető meg, egyenletes eloszlású az anyag, nincs fázishatár pl. levegő vagy a valódi oldatok bármelyike (oldószer + oldott anyag) vagy egyfázisú rendszerek pl. gázelegyek (nem lehet eldönteni, mi az oldószer vagy az oldott anyag)

(mivel az oldatok tartoznak ide, a fényt átengedik, nincsen fizikai felületük és adszorpciós képességük)

*****heterogén rsz.: különböző fázisok határát szabad szemmel megfigyelhető felületek választják el pl. olaj+víz vagy a durva diszperz rendszerek bármelyike

(apró szemcsékre v. cseppekre szétosztott fázisok szemcsemérete olyan nagy, hogy az ilyen anyagi halmazokra bocs-ott fény sugarait elnyelik vagy visszaverik, ezért átlátszatlanok)

(fajlagos felületük kicsi, nem olyan jó adszorpciós képesség)

***kolloid rendszer: 1 – 500 nm méretű oldott részecskékből állnak. Kolloidok pl. a tej (a kolloid méretű részecskék minden irányba szórják a fényt (Tyndall-jelenség))

kolloidok: a keverékek 1 csoportját képezik, diszpergálás eredményei, nagy fajlagos felületű részecskék, ezért termodinamikailag instabilak -> felületükön különböző anyagokat köthetnek meg pl. fehérjék, nukleinsavak, poliszacharidok

csoportosítás:

- kolloidok típusai oldószerrel való viszonyuk alapján:

- hidrofil (líoofil): vonzza a vizet, adszorbeálja a felületén**
- hidrofób (líoóób): taszítja a vizet, iont adszorbeál

**vizes alapú kolloid rendszerek lehetnek:

- a diszpergált részecskék típusa szerint:

- makromolekuláris kolloidok: azok a nagymolekulák, amelyek elvileg oldódnak az adott oldószerben, de a méretük eléri a kolloid méretet, pl. fehérje- vagy keményítő oldat
- asszociációs kolloidok: poláris és apoláris részt is tartalmazó (=amfipatikus) vegyületek, a kolloid rendszer felszínén 1 rétegű filmet alkotnak, a folyadék belsejében pedig gömbszerű micellák képződnek, ezek ionok és molekulák halmazai pl. mosószeroldatok
- gél vagy szol:
 - szol állapot: folyékony állapot, a kolloid részecskék önálló hidrátburokkal rendelkeznek, egyenként elmozdulhatnak/ akkor alakul ki ha a hőmozgás erősebb, mint a kolloid részecskék közti vonzóerők pl. vér és tej
 - gél állapot: kocsonyás, szilárdabb állapot, a kolloid részecskék összekapcsolódnak hidrátburukkal, jellegzetes térhálós szerkezet/ akkor alakul ki, ha a részecskék közti vonzás nagyobb, mint a hőmozgás energiája

gél keletkezik, ha szilárd, duzzadásra képes anyagot folyadékba helyezünk és melegítünk

szol-gél és gél-szol atalakulás pl. hőmérséklet változására, kolloid részecske hidrátburkának elvonásával (pl jól hidratálódó anyagok hozzáadásával, mint a só és alkohol), kolloid mennyiségének növelésével, higítással

(kolloidok folyt):

- kolloid pl. izomszövet, vér*, sejthártya

*a vérben kolloidális mérettartományba esnek a vérplazma némely fehérjéi, mint a globulinok, az albumin és a fibrinogén

- talajkolloid:

0,002 mm-nél kisebb részecskék, amelyek fénymikroszkóppal már nem láthatók. A szervetlen kolloidok keveréke az agyag, a szerves kolloidoké a humusz. Legfontosabb tulajdonságaik a nagy víz- és tápanyagmegkötő képesség, valamint a talaj vázrészeinek morzsákká történő összeragasztása, és ezáltal a morzsás talajszerkezet kialakítása.

a humuszban és az agyagban gazdag vályogtalajok előnyösebbek, mint a homok talajok

- kolloidális részecskék között a hézagokban a víz gyorsan vándorol és megmarad, ez a hajszálcsővesség v. kapilláris jelenség
 - a sejtek közti víztartalomnak nagy szerep jut a magvak fagy- és szárazságtűrésében (pl. csírázásnál a kiszáradt 'gél' képes újra vizet felvenni, duzzad)
 - Zsigmondy Richárd: magyar szárm-ú, osztrák kémikus, aki a kolloidok kutatásáért és az ultramikroszkóp ilyen irányú tovább fejlesztéséért kémiai Nobel-díjat kapott
- diszperz rendszer: olyan legalább kétkomponensű rendszer, amelyben az egyik komponens (diszpergáló közeg) részecskékre oszlatott állapotban tartja a másik komponenst (diszpergált anyag)

csoportosíthatók:

- a diszpergált részecskék mérete szerint: durva diszperz rendszer ($> 500\text{nm}$); kolloid rendszer ($1-500\text{nm}$); oldatok ($< 1\text{nm}$)
- diszpergált anyag és a diszpergáló közeg halmazállapota szerint
 - emulzió: folyadékban folyadék eloszlása pl. tej és tejföl (vízben eloszlott zsír), majonéz vagy bármilyen víz-olaj, olaj-víz emulzió
 - szuszpenzió: folyadékban szilárd anyag pl. kakaó
 - továbbiak: gáz + gáz – gázelegy
 - gáz + folyadék – köd vagy aeroszol
 - gáz + szilárd anyag – füst vagy aeroszol
 - folyadék + gáz – hab pl. felvert tojásfehérje (a fehérje folyékony közegébe a felveréssel levegőt juttatunk $>$ a fehérjéből vékony hártályak képződnek a levegő körül/ ha továbbverjük, összeesik, mert a hártályak szétszakadnak

aeroszol: gáz közegben szétoszlott folyadék vagy szilárd részecske

- szerep:

- felhőképződés: a levegő port és füstöt tartalmaz, a vízgőz ezekre válik ki és le hull
- szmog: ha a levegőben együttesen fordulnak elő levegő és szilárd részecskék

Kitekintés:

- adszorpció: felületen való megkötődés első vagy másodrendű kötésekkel

pl. fehérjemolekula hidrátburka

- ellentétes folyamata a deszorpció ->> az adszorpció és a deszorpció a zárt rendszerben egyensúlyt alkot

- abszorpció: az anyagban való megkötés

pl. klorofill megköti a fényenergiát

- koaguláció: a kolloid állapot megszűnése, d. d. rsz-é alakulása, mivel a kolloidot stabilizáló ion- vagy vízburok megszűnik pl. melegítés v. vízelvonás hatására (=kicsapódás)

- **halmazállapotok:**

- **halmazállapotváltozások:**

- szilárd > cseppfolyós – olvadás
- cseppf > légnemű – párolgás
- cseppf > szilárd – fagyás
- légn > szilárd – lecsapódás
- légn > cseppf – lecsapódás
- szilárd > légn – szublimáció

- **az anyagi halmazok 3 állapota:** gázok, folyadékok, szilárd anyagok

- **a gázok:**

- a rendelkezésükre álló teret teljesen betöltik (a gázok diffúzója miatt)
- minél nagyobb a rendelkezésre álló tér, a gázmolekulák annál távolabb kerülnek egymástól
- a molekulák mozgása rendezetlen és állandó, mozgásuk egyenes vonalú haladás és ütközés
- kisebb tömegű molekulák nagyobb sebességgel és fordítva
- hőmérséklet emelkedésével gyorsul a molekulák mozgása
- részecskék között kicsi vonzó hatás
- nincs állandó alak és térfogat (függ a gáz mennyiségétől, a nyomástól és a hőmérséklettől)

standardállapot: az az állapotot, melyben a hőmérséklet 25 °C és a nyomás 0,1 MPa

Avogadro tétele: kimondja, hogy bármely gáz azonos térfogatai, azonos hőmérsékleten és nyomáson (=tehát ha azonos az állapotuk) azonos számú molekulát tartalmaznak, megfordítva: azonos anyagmennyiségű gázok azonos hőm-en és nyomáson egyenlő térfogatot töltenek be

moláris térfogat: ha a térfogatot és az anyagmennyiséget elosztjuk egymással, a m. térfogatot kapjuk meg, me-e: dm^3/mol jele: V_m

standardállapotban a legkülönbözőbb gázok moláris térfogata $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$

bármely gáz moláris térfogata normál állapotban (0 °C –on 0,1 MPa nyomáson): $22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$

bármely gáz moláris térfogata szobahőmérsékleten (20 °C, 0,1 MPa nyomáson): $24 \text{ dm}^3/\text{mol}$

sűrűség: az anyagok jellemző fizikai tulajdonsága, a tömeg és a térfogat hányadosa (vagy moláris tömeg és m-is térfogat)/ a gázok sűrűségét egymáshoz viszonyítjuk, ez a relatív sűrűség

$$\rho_{\text{rel.}} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\overline{M}_1/V_m}{\overline{M}_2/V_m} = \frac{\overline{M}_1}{\overline{M}_2}$$

(moláris tömegek hányadosával kiszámítható)

ideális gázok (i. gázok azok a gázok, amelyekben a részecskék saját térfogata és a közöttük lévő kölcsönhatás elhanyagolható, pl. hidrogén, nitrogén, oxigén közönséges körülmények közt)

állapotegyenlete (mert a gázok térfogata, nyomása és hőmérséklete között öf. van):

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ahol: p – gáz nyomása, V – térfogata, T – hőmérséklet K-ben, n – mólok száma, R egyetemes gázállandó, melynek értéke $8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

(kémiában ezzel számolható ki pl. a gázok moláris térfogata kül. hőmérsékleten és nyomáson)

- **folyadékok:**

- térfogatuk állandó, meghatározott
- alakjuk változó, felveszik a tárolóedény alakját
- molekuláik között viszonylag nagy vonzóhatás (gázokhoz képest)
- összenyomhatatlanok (oka: taszítóhatás a molekulák között)
- részecskék folyamatos mozgása, egymáson átgördülése - diffúzió-> párolgás
- hőmérséklet növelése -> gyorsabb mozgás

- **folyadék-kristályok:** átmenet a folyadékok és a kristályos anyagok között (a csoportok benne egymáshoz képest könnyen elmozdulnak – folyadékjelleg; rendezett – kristályjelleg)

- **szilárd anyagok:**

- molekuláik, atomjaik és ionjaik között lényegesen nagyobb vonzóerők + vonzó és taszító erők egyensúlya > állandó alak és térfogat
 - részecskéik a rácspontokban rezgő mozgást végeznek, rács erősségének jellemzésére: rácsenergia (1 mol kristályos anyag szabad, gáz halmazállapotú ionokra bontásához szükséges energia, jele: E_r mértékegység: kJ/mol előjele: pozitív)
- amorf és kristályos anyagok lehetnek
 - **amorf:** a részecskék elrendeződése nem szabályos, erősen torzult szerkezet; nincs meghatározott és éles olvadáspont; pl: üveg, olvasztott majd lehűtött kén, kaucsuk
 - **kristályos:** az atomok, molekulák vagy ionok szabályos rendben, kristályrácsban – térrácsos szerkezet; részecskéik egyensúlyi helyzetük körül rezgőmozgást végeznek, hőmérséklet növelése > mozgási energia nő > összetartó erő csökken -> olvadás; meghatározott, éles olvadáspont; rács típusok: molekularács, ionrács, atomrács, fémrács

- **ionrácsos kristályok:**

- benne ionkötés: ellentétes töltésű ionok között kialakuló elektrosztatikus kölcsönhatás
- végtelen sok ion kapcsolódhat össze, ellentétes töltésű ionok egymáshoz közel, azonos töltésűek egymáshoz távol
- a rácspontokban összetett ionok is lehetnek pl. CaCO_3 , ezüst-nitrát AgNO_3
- oxosavak savmaradék anionjai a fémionok többségével vegyületet alkotva pl. alumínium-szulfát $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; egyébként kizárólag vegyület formájában kristályosodhatnak pl. NaCl , CaF_2
- rácsenergiájuk ált-ban nagy -> olv. és forráspont magas, keménység nagy
- rács szerkezetük miatt ált-ban ridegek, törékenyek
- vízben jól oldódnak
- elektromosságot és hőt csak olvadékuk és vizes oldatuk vezet

- szilárd halmazállapotban az ionok helyhez kötöttek, ilyenkor nem vezetők
- **atomrácsos kristályok:**
 - korlátlan számú atom összekapcsolódása
 - nemfémes elemek közül a szén csoport elemei, amelyek képesek a tér minden irányába erős kötést kialakítani pl. szén, szilícium, germánium
 - sz. hőmérsékleten szilárdok
 - elsőrendű kovalens kötések - erősek -> magas olv. és forráspont, nagy keménység
 - hőt, elektromosságot nem vagy rosszul vezetnek (szigetelők)
 - nincs oldószerük
 - gyémánt: minden szénatom 4 másik szénatommal létesít kovalens kötést szabályos tetraéderes rendben
 - vegyületek is kristályosodhatnak atomrácsba pl. SiO_2 (=kvarc): szilícium nagy atomtözege + kisebb EN-a miatt kevésbé képes kettős kötés megtartására, mint a szén -> minden szilíciumatom 4 oxigénnel hoz létre egyszeres kötést ->> kristályában a szilícium- és oxigén atomok SiO_4 tetraédereket alkotnak, amelyek az oxigénatomokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz / összegképlete (SiO_2) azt fejezi ki, h benne kétszer annyi oxigén van, mint szilícium
 - szilícium-karbid SiC és cink-szulfid ZnS (=szfarelit) is
- **molekularácsos kristályok:**
 - gázok és folyékonyak szobahőmérsékleten + megfelelő hőmérsékleten és nyomáson szilárd molekularács lesz
 - rácspontjaikban molekulák: nemfémes elemek többsége O_2 , H_2 , I_2 , S_8 és molekulákat képző vegyületek pl. CO_2 , NH_3 és a legtöbb szerves vegyület
 - molekulák közt másodrendű kötések pl. jégnél H-kötés és dipólus kötés is (molekulán belül elsőrendű)
 - molekuláik apolárosak (diszperziós kötés) – apoláros oldószerekben jól oldódnak (pl. benzol, éter, alkohol)
 - molekulák méretének növekedésével nő a polarizálhatóság, erősödnek a diszperziós kötések -> nő az anyag olvadáspontja
 - kicsi keménység -> törékenyek, puhák
 - elektromos áramot sem szilárd, sem olvadék formájukban nem vezetnek (=szigetelők)
 - (a másodrendű kötések köztük könnyen felszakadnak) -> alacsony olvadás és forráspont, könnyen szublimálódnak*, illékonyak pl. jód, kén
 - *szublimáció: a szilárd halmazállapotú anyag közvetlenül gáz halmazállapotúvá alakul
- **fémrácsos kristályok:**
 - rácspontokban fématomok + delokalizált elektronrendszer
 - fémes kötés: pozitív töltésű fématomtörzsek és delokalizált elektronok közötti vonzás
 - a kötést létesítő atomoknak kicsi az EN-a, ez teszi lehetővé, hogy elektronjuk delokalizálódjon (keves vegyérték elektron, távol a magtól -> lazán kötött, könnyű leadni)
 - fémek általános jellemzői:
 - fémek: elemek több mint 80%-a
 - jellegzetes fémes fény
 - szobahőm-en szilárd (kivéve higany)
 - jól megmunkálhatók*

- jó vezetők (legjobb: arany, ezüst, réz, alumínium)*
- képesek minden hullámhosszúságú fényt elnyelni, mivel delokalizált elektronaik könnyen gerjeszthetők
- szürkés szín (kivéve arany és réz) <- a delokalizált elektronfelhő miatt a fém felülete a fény egy részét visszaveri

*fémrácsok: fématomok körül közös elektronfelhő delokalizált elektronokkal

megmunkálás > fémrács elcsúszik, e.felhő összetartja
elektromos áram > az elektronok mozgása rendeződik

- elektromos vezetés képessége a hőmérséklet növekedésével csökken: magasabb hőmérsékleten a rácspontokban rezgő részecskék mozgásának tágassága megnő, ez zavarja az elektronok szabad áramlását
 - olvadáspont és sűrűség változó (befolyásolja: részecskék tömege, illeszkedésük szorosságá)
 - legalacsonyabb olv.pont: higany/ legmagasabb: volfrám (telítetlen d-alhéjak elektronaik erős kötéseket hoznak létre a fémrácsban, emiatt akár az atomrácsot is megközelítő olvadáspontok alakulhatnak ki ↔ alkálifémek rácsenergiája kicsi, ezért viszonylag alacsony 100 °C körüli hőmérsékleten olvadnak)
 - 5g/cm³ sűrűség alatt könnyűfém (pl. lítium, nátrium, alumínium) / felette nehézfém (pl. vas, ólom, arany)
 - tulajdonságaik ötvözéssel javíthatók, egymás oldadékaiban oldódnak
 - redukálósorba rendezhetők (benne a hidrogén is)
 - könnyen adják le vegyérték elektronaikat, változó mértékben redukáló hatásúak
 - bármelyik fém a sorban utána következőt redukálni tudja, azaz vegyületeiből kiválasztja
 - a hidrogén nemfém „fémes rokonsággal”: savak oldatából fémekkel hidrogén szabadítható fel (azok a fémek fejlesztenek hidrogént, melyek a H-t a redukálósorban megelőzik)
- redukálósor: K Ca Na Mg Al Zn Fe H Cu Hg Ag

(négyjegyre ld. standardpotenciál)

- **a fémrácsot felépítő részecskék térbeli elrendeződése szerint beszélünk:**
 - **lapon középpontos kockarács** (=lapon centrált kockarács): a rács olyan kockából áll, amelyben a részecskék a csúcsokban és a lapok középpontjában helyezkednek el pl. arany, ezüst, réz, alumínium
 - **térben középpontos k.rács:** a részecskék a kocka csúcsaiban és a középpontjában helyezkednek el pl. nátrium, kálium, vas
 - **hatszöges rács:** olyan hatszög alakú hasábokból épül fel, amelyek 2 lapján 7-7, a hasáb közepén pedig 3 részecske van pl. mangán, cink, nikkel
- **grafit:**
 - átmenet a kül-ő rács típusok között
 - rétegrácsos szerkezetű

- egyszeres kovalens kötések jellemzők a szénatomok között (atomrácsos jelleg)
 - magas olvadáspont (a rétegen belüli kov. kötések miatt)
 - nagyobb távolsága rétegek közt, mint a rétegen belül a szénatomok közt + gyengébb másodrendű kötések a rétegek között – elcsúszhatnak, a grafit puha, zsíros tapintású (molekularácsos jelleg)
 - delokalizált elektronfelhővel rendelkezik, sötét színű és vezető (fémjelleg)
- **fullerének:**
 - az elemi szén XX. század végén felfedezett és előállított mesterséges módosulatai
 - minden szénatom 3 másik szénatomhoz kapcsolódik, egyhez egyes, kettőhöz kettős kötéssel
 - meghatározott, páros számú szénatomból pl. 60, 72, 84
 - molekuláikat kizárólag 5 vagy 6 tagú gyűrűk alkotják
 - leggyakoribb fullerén a futballabda alakú C₆₀
- **oldatok:**
 - diszpergálás eredményei, több összetevőből álló folyékony halmazállapotú anyagok
 - oldószerből és oldott anyagból (oldott anyag részecskemérete < 1 nm) > homogének, fényt átengedik, nincs fizikai felület és fel-i megkötő képesség); ha egyikből sincs számottevően több, a homogén rendszer neve elegy
 - oldott anyag lehet bármilyen halmazállapotú anyag (légn. pl. szén-dioxid a vízben, szilárd pl. só a levesben vagy foly. pl. ecetsav a salátalében)
 - az oldódást a részecskék állandó mozgása teszi lehetővé
 - az oldódás ált-ban fizikai folyamat, de vannak anyagok, amelyek oldódás során kémiai reakcióba lépnek a vízzel (pl. klór, nátrium, szén-dioxid)
- **oldódás szabálya (=mértéke): függ oldószer és oldott anyag anyagi minőségétől:**
 - apoláros anyag apoláros o.szerben pl. benzol, alkohol, éter, toluol (benzolszármazék) tehát pl. olaj-benzin vagy jód – szén-tetraklorid
 - poláros és ionos anyag polárosban pl. víz (poláros anyagok oldódását a H-kötések kialakítása is elősegíti pl. cukor vízben nagyon jól)
 - amfipatikus vegyületek: apoláros és poláros anyagok oldószerei is lehetnek
 - atomrácsos anyagoknak nincs oldószerek, tehát a szilárd anyagok közül oldott anyag atomrácsos nem lehet
- **oldatok és elegyek összetételének megadása:**
 - tömegszázalék: megadja, h 100 g oldat hány g oldott anyagot tartalmaz
m/m% vagy w%= oldott anyag tömege/ teljes oldat tömege x 100
 - térfogatszázalék: 100 cm³ oldatban hány cm³ oldott anyag van
V/V%=az egyik komponens térfogata/ teljes térfogat x 100
 - gázok elegyítésekor (áll-ó nyomáson és hőmérsékleten) a térfogatok összeadódnak:
 $V/V\% = V_A / (V_A + V_B) \times 100$
 - folyadékok esetében csak a komponensek tömegei összegezhetők:
 $V/V\% = \frac{V_A}{(V_A \times \rho_A) + (V_B \times \rho_B)} : \rho_{\text{elegy}} \times 100$ (tehát a teljes értéket szorozzuk a végén 100-zal)

- mólszázalék azaz anyagmennyiségsszázalék: az oldat vagy elegy 100 mólja hány mól oldott anyagot tartalmaz

$$n/n\% \text{ vagy } x\% = n_{\text{oldott anyag}} / n_{\text{oldat}} \times 100$$
- anyagmennyiség koncentráció: az oldott anyag anyagmennyiségének és az oldat térfogatának a hányadosa, megmutatja hogy 1 dm³ oldat hány mól oldott anyagot tartalmaz

$$c = \text{oldott a. a.menny-e} / \text{oldat térfogata}$$
 me-e: mol/dm³ vagy M (=mólosság)
 jele: c vagy az anyagi halmaz képlete szögletes zárójelben
- tömeg koncentráció azaz sűrűség: megmutatja hogy 1 dm³ oldat hány gramm oldott anyagot tartalmaz

$$\rho = m_{\text{oldott anyag}} / V_{\text{oldat}}$$
 me-e: g/dm³
- **az oldódás sebessége és egyensúlya:**
 - az oldódás sebessége fokozható: keveréssel (az oldott a-gal érintkező felület töménysége befolyásolja a sebességet, keveréssel kevésbé tömény részeket juttatunk az oldott a. közelébe); az oldott a. érintkezési felületének növelésével (pl. előzetes porítás), hőmérséklet és nyomás változtatással*
 - az oldhatóság azt fejezi ki, hogy 100g oldószerben hány gramm anyag oldódik fel az adott hőmérsékleten
 - **az ionok oldatba jutásának sebessége: azt fejezi ki, hogy időegység alatt egységnyi felületen hány mol ion lép ki a kristályból**
 - **az ionok kiválásának sebessége: azt fejezi ki, hogy az időegység alatt egységnyi felületen hány mol ion épül be a kristályba (=kristályosodik)**

ha v_1 az ion oldatba jutási seb-e $\rightarrow v_{-1}$ ugyanazon ion kiválási seb-e
 ha v_2 egy más ion oldatba jutási seb-e $\rightarrow v_{-2}$ ugyanazon más ion kiválási seb-e

 - **dinamikus egyensúly: időegység alatt ugyanolyan mennyiségű ion vagy molekula hagyja el a kristály felületét, mint amennyi kiválik rá** (=az oldódás és a kikristályosodás sebessége megegyezik)
 - **telített oldat:** oldat, amely a szilárd anyaggal egyensúlyban van
 - **telítetlen oldat:** koncentrációja kisebb, mint a telített oldaté, tehát kevesebb oldott anyagot tartalmaz, mint amit adott hőmérsékleten feloldani képes lenne
 - **túltelített oldat:** az oldat több oldott anyagot tartalmaz, mintha telítve lenne, tehát mint amennyi adott hőfokon oldhatóságának megfelelne, a túltelített állapot nem stabil
 - valamely anyag oldhatóságát telített oldatának összetételével jellemezzük
- az oldat töménysége:
 - 2 oldat közül az a töményebb, melyben nagyobb az oldott anyag koncentrációja
- **az oldáshő:**
 - oldódás során hőmérséklet kiegyenlítőds oldat és környezete közt
 - az oldat hőt vesz fel – endoterm a folyamat \leftrightarrow oldat hőt ad le – exoterm
 - **oldáshő: az anyagok oldódását a hőváltozás szempontjából jellemző mennyiség, amely kifejezi h mekkora a hőváltozás, ha egy mól anyagból nagyon híg oldatot készítünk, mértéke-e: kJ/mol, jele: $Q_{\text{oldás}}$ vagy $\Delta_o H$; megkapjuk a hidratációs energia és a rácsenergia értékének összegéként**

endoterm foly-mál előjele pozitív (a rendszer=oldat energiája gyarapodik) pl. kálium-nitrát és víz > a kémcsű hül
exoterm foly-nál negatív (a rendszerből hő, azaz energia távozik) pl. kénsav és víz > a kémcsű melegszik

(az előjelek nem csak az oldódásra vonatkoznak, hanem minden endo- vagy exoterm folyamatra)

- ionos vegyületek közül annak nagyobb az oldáshője, amelynek az ionjait a kristályrács jobban köti, mint a vízmolekulák az oldatban
- ha az ionrácsot felbontjuk (rácsenergia) és vízbe helyezzük -> **hidratáció: az ionvegyületek vízben való oldódásakor a vízmolekulák ellentétes töltésű részeikkel megközelítik az ionokat, kiszakítják őket a kristályrácsból és oldatba viszik**
- **hidratációhő: a hidratációt hőváltozás szempontjából jellemzi, az a hőmennyiség, amely 1 mol oldatba jutott részecske hidratburkának kialakulása során szabadul fel, me-e: kJ/mol, jele: E_h**
a hidratáció mindig hőleadással jár – ezért a hidr-óhő előjele negatív (ha nem víz az oldószer, hanem v.milyen apoláros anyag, a folyamat szolvatáció)
- **ha a rácsenergia nagyobb mint a hidratációhő -> az oldáshő pozitív** (energia szükséges a vegyület oldatba viteléhez – az oldódás endoterm)
- **ha a rácse. kisebb mint a h-óhő -> az oldáshő negatív** (az oldódás (környezeti) felmelegedéssel járó, exoterm folyamat)
- általában azok az anyagok oldódnak jól vízben, melyek oldáshője 0-nál kisebb, tehát negatív e.jelű; kevés anyag oldódik jól vízben, poz ej-ű oldáshővel
- ***az oldhatóság és a hőmérséklet (+nyomás):**
 - hőmérséklet emelés hatására: gázok oldhatósága csökken/ szilárd anyagok különbözőképpen reagálnak (függ pl. a szilárd anyag részecskeméretétől) / nyomás növekedésre a gázok oldhatósága nő, nyomás csökk-re pedig csökken
 - egyes anyagok különböző hőm-en kül-ő mértékben oldódnak: általában ha egy anyag oldáshője poz., akkor melegen, ha neg, akkor pedig hidegen oldódik jobban
 - ha telített oldatba (melegítés nélkül) oldott anyagot juttatunk: nincs változás
 - ha telített oldatba melegítéssel juttatunk o. anyagot: 2 lehetőség
 - az anyag nem oldódik maradéktalanul, és újabb egyensúly alakul ki, az oldat magasabb hőm-en is telítetté válik – egyensúly eltolódása (**amikor egy egyensúlyi állapot megszűnik, és újabb alakul ki; a dinamikus egyensúly megzavarására pl. hígítás vagy melegítés által, a rendszer olyan folyamattal reagál, amelynek hatása a zavaró hatással ellentétes – Le- Chatelier elv** pl. ha vizet öntünk a rendszerhez, az a kristályok fokozott old-vel reagál)
 - az oldott anyag mennyisége nem elegendő a telítéshez a magasabb hőm-en, az anyag feloldódik, anélkül h újabb egyensúly alakulna ki
- **elektrolitok:** olyan oldat vagy olvadék, amelyben szabadon mozgó ionok találhatóak, ezáltal vezetnek az elektromos áramot, a folyamat során az ionrács szabadon mozgó ionokra bomlik, azaz disszociál
 - **elektrolitos dissz-ó: ionvegyületek vízben való oldódása, és hidratált ionokra való bontása**
Pl. $\text{NaCl}_{(sz)} \xrightarrow{\text{víz}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$
 - oldódás közben kémiai reakció is végbemehet pl. protolitikus reakció, amikor savak és bázisok vizes oldatai képződnek
 $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(f)} \rightarrow \text{Cl}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
 - kovalens molekulák vízben oldódása nem minden esetben okoz elektrolitos dissz-ót:

- sósav és víz – van (hidrátburok)
- cukor + víz oldata > hidrogénkötések -> nem elektrolit
- szén-tetrakloridban oldott jód esetén – nincsen
ilyenkor szolvátburok képződik (nem hidrátburok, mert nem víz az oldószer, hanem vmilyen apoláros anyag), a szolvatáció (és a hidratáció is) a körny. számára energiatermelő folyamat

1.5. KÉMIAI ÁTALAKULÁSOK

- **fizikai változások:** az olyan változások mely során csak az anyag fizikai tulajdonságai változnak meg

- **kémiai v-ok:** olyan változások, melyekben az eredeti kötések felbomlanak és új kötések alakulnak ki, új tulajdonságú anyagok keletkeznek

- a kémiai reakciók megelőzője vagy kísérője lehet fizikai változás, pl. aprítás vagy porítás a kémiai reakció előtt, melegítés közben vagy a kémiai reakciót kísérő fizikai változás: fény-, hő-, hanghatás

- **tapasztalati képlet:** a vegyületben az alkotó elemek anyagmennyiségének arányát mutatja a legkisebb egész számok arányában

	Molekulaképlet	Tapasztalati képlet
	H ₂ O	H ₂ O
	CH ₄	CH ₄
	C ₆ H ₆	CH
	S ₈	S
	C ₆ H ₁₂ O ₆	CH ₂ O

- **összegképlet:** az alkotó elemek arányát mutatja meg

- **szerkezeti képlet:** megmutatja az atomok közti kötések és a nemkötő elektronpárok helyét is

- **molekulaképlet:** nem csak az anyagmennyiségi arányokat mutatja meg, hanem hogy a vegyület egy molekulája mely elem atomjából hányat tartalmaz

- **kémiai reakciók iránya:**

- **egyirányú:** általában az oldatokban lejátszódó reakciók, melyek során rosszul oldódó anyag válik ki pl. kalcium-karbonát; egyirányúnak tekintjük továbbá a többi csapadékképződéssel, gázfejlődéssel járó,

nyitott térben végrehajtott reakciót, továbbá az erős savak és erős bázisok közt lejátszódó közömbösítési reakciót is – ezek során gyakran a kiindulási anyagnál stabilabb végtermék keletkezik

- **megfordítható:** a folyamatok zárt térben, minden irányban lejátszódnak pl. szén-dioxidból vízzel szénsav és fordítva illetve hidrogén és jód egyesülése valamint hidrogén-jodid bomlása/ ide tartozik a megfordítható bomlás, azaz disszociáció is pl. ammónia szintézise

(ha a két ellentétes irányba azonosak a reakciósebességek – kémiai egyensúly *ld. lejjebb*)

- **kémiai reakciók csoportosítása:**

- **energiaváltozás szerint:**

- exoterm azaz hőtermelő folyamat: azok a reakciók, amelyek során a részt vevő anyagok hőt adnak át a környezetnek, tehát rendszerük belső energiája csökken, a körny-é nő, pl. égés
- endoterm azaz hőelnyelő f-ok: a rendszer belső energiája nő, a körny-é csökken, ezek a folyamatok melegítés (=energiabefektetés) hatására mennek végbe

- **fázisok száma szerint:**

- homogén: minden részt vevő komponens azonos fázisban van
- heterogén: a reagáló anyagok több fázisban vannak

- **reakcióseb. sz.:**

- pillanatszerűen végbemenő reakciók
- nagyon lassú reakciók
- mérhető sebességgel végbemenő reakciók

- **résztevő anyagok száma sz.:**

- egyesülés, illetve polimerizáció vagy addíció a szerves kémiában pl. Mg égése:
 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$
- bomlás, illetve disszociáció, szerves kémiában pedig elimináció pl. szénsav bomlása:
 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- **részecskeátmenet szerint:**

- protolitikus reakció, azaz protonátmenettel járó sav-bázis reakció
- redoxi reakció, amely elektronátmenettel jár

+

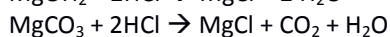
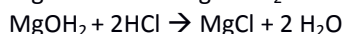
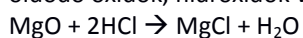
- kondenzáció: melléktermék kilépése közben lezajló kémiai reakció pl. ecetsav + etil- alkohol vízkilépéssel kapcsolódva hoz létre etil-acetátot:



- **vizes oldatokban végbemenő csapadékképződés, gázfejlődés:**

- csap. képz.: vízben rosszul oldódó vegyületté állnak össze az ionok, pl. ezüst-nitrát és nátrium-klorid reakciója ezüst-klorid csapadékképz-e mellett:
 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \underline{\text{AgCl}} + \text{NaNO}_3$ (a csapadékot aláhúzzuk)
- gázfejlődés: a reakció végterméke illékony, vagy olyan vegyület, amely elbomlik és a bomlás egyik terméke gáz, gyakorlatilag egyirányú folyamat
redoxi reakció eredményeként: cink + sósav > $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
sav-bázis reakció e-ként: ammónium-klorid + nátrium-hidroxid ammónia gáz fejl. mellet >
 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$

- **kémiai oldódás:** a vízben rosszul oldódó anyag kémiai reakció köv-ben oldatba kerül, pl. vízben rosszul oldódó oxidok, hidroxidok vagy karbonátok sav hatására oldatba kerülnek:



- közömbösítési reakciók (a sav-b. r-ók egy típusa): az átalakulás, a termék felé tolódik el az egyensúly (*lásd később*) és v. milyen rosszul disszociáló vegyület keletkezik, a reakcióból származó hidroxid- és oxónium-ionok vízmolekulákká alakulnak
pl. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

ionegyenlettel*: $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

* a kémiai reakció lényegét azzal fejezi ki, hogy kizárólag a reakcióban ténylegesen változó ionokat, molekulákat tünteti fel

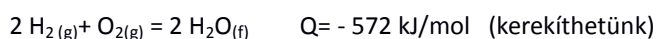
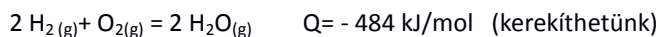
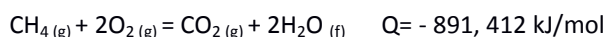
- a két oldal töltése egyenlő kell legyen

- a kémiai folyamatok energiaváltozásának mennyiségi leírásával a **termokémia** foglalkozik

- **reakcióhő és képződéshő:**

- **reakcióhő:** a kémiai folyamatot kísérő hőváltozás, amely megmutatja, hogy mekkora a hőváltozás a reakció során, ha valamennyi anyagból annyi mól fogy el, illetve keletkezik, mint amekkora az együtthatója a reakcióegyenletben, me-e: kJ/mol, jele: Q vagy $\Delta_r H$, előjele lehet poz v neg

értékét befolyásolja: a reakcióban szereplő anyag állapota / az adott anyag adott egyenletben szereplő sztöchiometriai száma



(a folyamat exoterm, hőfejlődéssel jár, a hőváltozás előjele negatív)

- ***Hess tétele (= termokémia főtétele):** ha egy reakció többféleképpen mehet végbe, a termokémia főtétele szerint a reakciót kísérő hőváltozások összege független a részfolyamatok minőségétől és sorrendjétől, csak attól függ, hogy milyen kiindulási anyagokból milyen termékek keletkeznek, és milyen azok állapota

- **képződéshő:** azt fejezi ki, hogy mekkora a hőváltozás 1 mól anyagnak meghatározott alapállapotú elemeiből való képzésekor (mivel elemeiből elvileg minden vegyület előállítható, és minden vegyület elemeire bontható), jele: $\Delta_f H$ vagy Q_k , me-e: kJ/mol

az elemek standard állapotú, stabilis módosulatainak képződéshője nulla

(a képződéshő értékek a n.j. fv. táblázatokban: fehér 340. old/ sárga 336. old)

- **a reakcióhőt megkaphatjuk, ha a termékek képződéshőjének összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét** (a termokémia főtétele szerint, ha a kiindulási anyagokat elemekre bontjuk, és az elemekből hozzuk létre a terméket, ugyanakkora a hőváltozás, mint közvetlen átalakulásnál)

- **a kémiai reakció feltételei:**

- az egymással reagáló atomok v. részecskék találkozhassanak és megfelelő energiával ütközzenek (gázelegyekben, oldatokban egyszerűbb, mint ha az egyik anyag szilárd)
- gáz v. folyadék belsejében végbemenő reakciók – homogének / a felületen lezajló reakciók (szilárd anyagnál) – heterogének
- az ütközések száma növelhető pl. konc. növeléssel v. térfogatcsökkentéssel

- **homogén reakciók jellemzése:**

- a részecskék ütközése reakcióhoz vezet, ha megfelelő módon kapcsolódhatnak

- **reakciósebesség:** azt fejezi ki, hogy időegység alatt és egységnyi térfogaton mekkora anyagmennyiség alakul át, jele: v, me-e: mol/ dm³ · s

$$v = \Delta n / V \cdot \Delta t = \Delta c / \Delta t$$

- seb. szerint a foly-ok lehetnek:

- pillanatszerűen végbemenő reakciók
- nagyon lassú reakciók
- mérhető sebességgel végbemenő reakciók
- **befolyásolja:**
- a részecskék ütközési gyakorisága
 - az időegységenkénti ütközések száma (=sebesség) pedig a molekulák számával arányos (minden alkotó anyag **koncentrációjával**: konc növelés (akár a rend-re álló térfogat csökkentése által is)>> több ütközés)

$$v = k [\text{CO}][\text{NO}_2]$$

(k arányossági tényező, neve: reakciósebességi állandó)

-> tehát: a reakciók sebessége arányos a kiindulási anyagok konc-val (a reakció előrehaladásával csökken a kiindulási anyagok konc-ja, a reakciók lassulnak – termék k-ja nő, a kötések egy része megszűnik, más része kialakul)

- **aktivált komplexum (másnéven: átmeneti állapot): az atomoknak az a csoportja, amelyben a képződő és megszűnő kötések együtt vannak** pl. $\text{OC}\cdots\text{O}\cdots\text{NO}$

- az aktivált komplexum energiája mindig magasabb, mint a molekulák energiaszintjének összege kiindulási állapotban
- akkor jöhet létre, ha az ütköző részecskék megfelelő térbeli helyzetben ütköznek
- benne az eredeti kötéseknek részben v. teljesen fel kell bomlania (aminek feltétele energia, tehát hatékony ütközés, elegendő energiájú ütközés)

- **aktiválási energia: az aktivált és a kiindulási állapot közti különbség, azt fejezi ki, hogy mekkora energia szükséges egy mól aktivált komplexum keletkezéséhez, E_a , kJ/mol**

- a **hőmérséklet** emelése: nő a a reakcióseb (nő az átlagos energia, és az aktivált állapotba került molekulák aránya is)
- **katalizátorok** hatása -> nő a reakcióseb (a katalizátor gyorsítja a kémiai reakciót, anélkül hogy a folyamatban maradandóan megváltozna), mivel nem befolyásolja a reakcióhőt, és kisebb akt-i energiájú reakcióutat nyit meg pl. hidrogén-peroxid bomlása lassú mangándioxid nélkül
- **negatív katalizátorok** (=inhibitorok): **bizonyos folyamatokat lassítanak**, pl. hidrogén-peroxid bomlásának lassítása kénsav v. foszforsav seg-vel
- **reagáló anyagok anyagi minősége:** azok a reakciók a gyorsabbak általában, amelyek különböző töltésű ionok között mennek végbe

- **energiagát: az eredménytelen ütközésben az energia hiánya gátolja a reakciót**

- **a kémiai egyensúly, a k-i e.s. eltolódása:**
- a reakcióban egyesülő két anyag koncentrációja csak bizonyos mértékig csökken, miközben belőlük új anyag képződik + közben a képződött új anyag is kiindulási anyagává bomlik
 - közben változnak a sebességek és koncentrációk:
 - az elegyítési folyamatnak az elején a legnagyobb a seb-e, amikor csak a két anyag van az edényben, aztán fokozatosan csökken (legyen ez v_1)
 - az elegyített anyag elemire bomlása pedig kezdetben zérus seb-ű, ahogy a száma nő, az átalakulás sebessége is gyorsul (legyen ez v_{-1})
 - tehát a két folyamat sebességváltozása ellentétes irányú
 - **amikor a reakció kiindulási anyagai és a termék egyensúlyba jutott egymással, nem változik az anyagok koncentrációja ($v_1 = v_{-1}$) – dinamikus egyensúly**

- nézzük meg a hidrogén és jód ill. a hidrogén-jodid segítségével:

$$v_1 = k_1 [H_2][I_2]$$

(mivel a reakcióban két hidrogén-jodid molekulának kell ütközni):

$$v_{-1} = k_{-1} [HI][HI] = k_{-1} [HI]^2$$

$$k_{-1} [HI]^2 = k_1 [H_2][I_2] \text{ rendezve: } \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{k_1}{k_{-1}}$$

(ha két állandót osztunk egymással egy harmadikat kapunk: $k_1 : k_{-1} = K$)

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

a folyamat egyszerű felírási módja: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$

K: kémiai egyensúlyi állandó

- mivel a koncentrációkból képzett törtnek egyensúlyi állapotban egy állandóval kell egyenlőnek lenniük, amely a reakcióra jellemző
- **a tömeghatás tv-nek megfelelően: egyensúlyi állapotban a termékek megfelelő hatványon vett egyensúlyi koncentrációinak szorzata osztva a kiindulási anyagok megfelelő hatványon vett egyensúlyi konc-inak szorzatával, egy adott hőmérsékleten állandó érték**
- külső körülmények, mint nyomás és térfogat határozzák meg
- mértékegysége minden reakcióra más, ált-san: $(\text{mol}/\text{dm}^3)^x$, pl. ammóniaszintézis:



$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \text{ itt K mértékegysége: } (\text{mol}/\text{dm}^3)^{-2}$$

ha $K > 1$ a termékek túlsúlya jellemző

ha $K < 1$ a kiind-i anyagok túlsúlya jellemző

- kémiai egyensúly eltolódása:

- koncentráció változtatása hatására (reagáló anyagoké vagy termékeké):

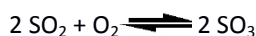
v.melyik kiind-i anyag konc-t növeljük > nő az átalakulás sebessége (a példa esetében a HI képződés – ezért az egyenlet jobbra tolódik) > ennek hatására a visszalakulás seb-e is nő >> új egyensúlyi helyzet alakul ki

a termék konc-t növeljük > a bomlás felé tolódik az egyensúly

- nyomás vált-a hatására (molekulaszám-változással járó, gázok közti reakciók esetében):

növeljük a nyomást > olyan folyamat indul meg, ami a molekulák számát csökkenti, a felső nyíl irányába toljuk az egyensúlyt

csökkentjük a ny-t > olyan folyamat indul meg, ami a molekulák számát növeli, alsó nyíl



vagy:



(ammóniaszintézis: a levegőből nyert nitrogént és a földgázból előállított hidrogént 450-500 Celsius-fokon és 20MPa nyomáson fémvas és vas-oxid katalizátoron vezetik át >> az így kapott gázelegy kb. 20 térfogatszázalék ammóniát tartalmaz, amit cseppfolyósítással elválasztanak, ami pedig nem alakult át, visszavezetik a reakcióterbe – két német kémikus, Haber és Bosch után)

a katalizátorok az egyensúlyt nem befolyásolják

- hőmérséklet v-a hatására:

egy exoterm reakció esetében, ha hűtést alkalmazunk, a rendszer a kiindulási anyagok gyorsabb átalakításával reagál, így állítja vissza az eredeti hőmérsékletet

pl. vörösesbarna nitrogén-dioxid színe hűtőkeverékben fokozatosan halványodik, mert a gáz egy része szintelen dinitrogén-tetraoxidá alakul át – jobbra tolódás/ melegítés hatására (endoterm reakció) pedig az alsó nyíl, azaz a bomlás irányába tolható a reakció – balra tolódik



- a rendszer reakciója minden esetben a La-Chatelier elvnek (=legkisebb kényszer elve) megfelelő lesz

- **proton átmenettel járó reakciók:**

- **Arrhenius meghatározása:** savak azok a vegyületek, amelyek az oldatok hidrogénion-koncentrációját növelik, bázisok azok, amelyek hidroxidionokat juttatnak az oldatba; a víz eszerint amfoter, mert disszociációja során H^+ és OH^- is keletkezik, mai megfogalmazás szerint is az, mert savként és bázisként is viselkedhet
- **Brönsted meghatározása:** a protont leadó molekulákat és ionokat savaknak, a protont felvevőket bázisoknak tekintjük
- **a proton (hidrogénion) átadással járó foly-kat protolitikus reakcióknak nevezzük**
pl. ammónia oldása vízben > lúgos oldat képződése (a vízmolekula protont ad át az ammóniának) és sósav a vízben > savas oldat



a víz p-t ad le – sav
az ammónia p-t vesz fel – bázis



hidrogén klorid – sav
víz – bázis

- egyensúlyi rendszerben a savak és a belőlük képződő bázisok sav-bázis párokat alkotnak: s1-b1 és s2-b2
- azt a folyamatot, melyben az amfoter vegyület molekulái egymással lépnek reakcióba, **autoprotolízisnek** nevezzük. pl víz:



a reakció megfordítható; egyensúly akkor áll fenn, ha a koncentrációkból képzett tört a reakciónak megfelelő egyensúlyi állandóval egyenlő

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

mivel a víz koncentrációját állandónak vehetjük: $K_{\text{víz}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$
 $K_{\text{víz}} = 10^{-14}$

(ha az egyik konc-ját csökkentjük, a másik ugyanannyival nő)

a kémhatás számszerű jelzésére elég az egyik ion koncentrációját ismernünk:

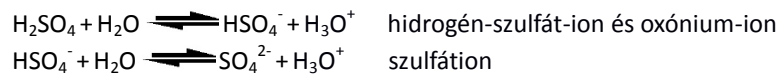
$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{víz}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ (mol/dm ³)	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹³	10 ⁻¹⁴
pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1 M HCl-oldat							tiszta víz							1 M NaOH-oldat
lakmusz indikátor			piros					lila				kék			

- **savak és bázisok csoportosítása:**

- **értékűség szerint:**

azt értékűség azt mutatja meg, hogy egy molekulából maximálisan hány H⁺ vagy OH⁻ kerül az oldatba a disszociáció során; egyértékű sav pl.: HCl, HNO₃ és egyértékű bázis: NaOH; kétértékű sav: H₂SO₄; kétértékű bázis: Ca(OH)₂ / a többértékű savak és bázisok több lépésben disszociálnak pl.:

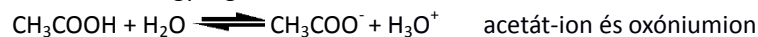


- **erősség szerint:**

az erős savak és erős bázisok vizes oldatban teljesen disszociálnak, a gyenge savak és bázisok erősségüktől függően vesznek részt a protolitikus folyamatokban, erős sav: sósav, kénsav, salétromsav; gyenge sav: ecetsav, szénsav, foszforsav; erős bázis: alkálifémek hidroxidjai pl. NaOH, KOH, közepesen erős bázis: kalcium-hidroxid, gyenge b.: ammóniaoldat

a megfordítható reakciókban erős savból gyenge bázis, gyenge savból erős bázis lesz, pl.:

ecetsav + víz = gyenge sav + víz → erős bázis + oxóniumion:

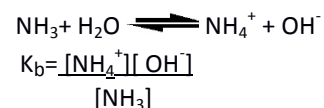
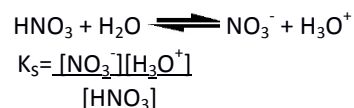


erős sav + víz → gyenge bázis + oxóniumion:



kifejezésére használjuk a sav- vagy bázisállandót

jele: K_s vagy K_b



(sárga négyjegyű fv. tábla 331. oldal)

- **vizes oldatok kémhatása:**
 - ha a vizes oldatban az oxóniumionok koncentrációja a nagyobb, mint a hidroxidionoké – az oldat savas; fordított esetben lúgos/ semleges akkor az oldat, ha ezek az ionok egyensúlyban vannak
 - **vizes oldatok kémhatásának kifejezése a pH segítségével, fogalmát Sørensen vezette be: a pH az oxóniumion-koncentráció 10-es alapú logaritmusának a -1-szerese:** $\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+]$
 - semleges: pH 7/ savas: 7nél kisebb/ lúgos 7nél nagyobb (ld feljebb)
 - indikátorokkal* kimutatható: lakmusz (savas kh – piros szín, semleges – ibolya, lúgos – kék), fenolftalein (savas – színtelen, semleges – színtelen, lúgos – lilásvörös), metilnarancs (savas – piros, semleges – vöröshagymahéj szín, lúgos – sárga), univerzális indikátor (=több vegyület keveréke, a pH változást folyamatosan jelzi)
 - *indikátor: szerves vegyület, amely sav-bázis tulajdonságokkal rendelkezik, színe proton vezetéssel ill. felvételel majd az azt követő szerkezeti átalakulás köv-ben megváltozik, így jelzi az oldat kémhatását
- **sav-bázis reakciók:**
 - az oxónium- és hidroxidionok vízmolekulákká kapcsolódnak
 - **a savak és bázisok egymással való reakcióját közömbösítésnek nevezzük**
 - víz és só képződik
 - sav helyett nemfém-oxid, bázis helyett pedig fém-oxid is lehet:
 $\text{SO}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ nátrium-szulfit + víz
 $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - **hidrolízis: azt a folyamatot, melyben a vízmolekula protont ad át a só anionjának vagy p-t vesz fel a só kationjától**
pl. nátrium-karbonát vizes oldata lúgos az alábbi reakció miatt:
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
pl. ammónium-klorid vizes oldata savas:
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
sók vizes oldatának kémhatása:
semleges: NaCl, CaCl₂, KNO₃, Na₂SO₄
savas: NH₄Cl, AlCl₃, Fe(NO₃)₃
lúgos: K₂CO₃
 - **ha a közömbösítési reakció semleges kémhatást eredményez, akkor semlegesítésnek nevezzük:**
 - erős sav és erős bázis közt jön létre
 - egyirányú folyamat
- **elektron átmenettel járó reakciók:**
 - redoxi reakciók, mint pl. az energiatermelésre használt kémiai reakciók többsége (égés, tápanyagok lebontása) vagy fémek és nemfémek egyesülése
 - oxidáció – elektronleadás/ redukció – elektronfelvétel
 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$ a Mg-atom 2 elektron leadásával ionná alakul – oxidálódik > redukálószer*
 $\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$ a leadott elektronokat az oxigén veszi fel – redukálódik > oxidálószer*
 - * a legerősebb oxidálószer a halogénelemek (F₂ → I₂ csökk-ő mértékben)/ a legerősebb redukálószerek az alkálifémek (Li → Cs növ-ő mértékben)

- hogy az atom, molekula vagy ion redukálódik vagy oxidálódik az adott folyamatban, a reakciópartnertől függ
 - pl. kén-dioxid red-ószer vizes oldatban, amikor a jóddatot elszínteleníti (a jodidionokat jódatomokká redukálja) de a kén-hidrogénban lévő szulfidiont elemi kénné oxidálja:

$$\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$$

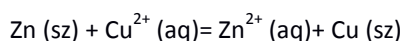
$$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- **oxidációs szám: az atom valódi vagy névleges töltésének a számértékét jelenti**
 - szabályai:
 - a molekulában kötött atom oxidációs száma annak a névleges töltésnek a számértéke, amelyet úgy kapunk, hogy a kötő elektrópárokat gondolatban a nagyobb EN-ú atomhoz rendeljük
 - az elemek oxidációs száma (molekuláris állapotban is) nulla
 - az egyszerű ionok oxidációs száma az ion töltésével egyenlő
 - egy molekulán belül az atomok oxidációs számainak az indexszámokkal szorzott algebrai összege mindig nulla
 - össz-ett ionok esetében az alkotó atomok ox-ós számainak indexszámokkal szorzott összege megegyezik az ion töltésével
 - néhány atom jellemző o-ós száma:
 - alkálifémek: +1
 - alkáliföldfémek: +2
 - oxigén: ált-ban -2, kivéve peroxidban, ahol -1
 - hidrogén: ált-ban +1, kivéve hidridekben, ahol -1 pl. NaH
 - fluor: +1
 - ha az atom oxidálódik – nő az oxidációs száma
 - ha redukálódik – csökken
 - a reakció során az oxidációszám-változások összege nulla

- **elektrokémia:**

elektromos áram hatására bekövetkező kémiai változásokkal, valamint a kémiai energia elektromos energiává alakításának folyamataival, törvényszerűségeivel foglalkozik

- **galvánelemek:**

- 2 elektródból álló berendezés amelyben a 2 elektród elektrolit oldata érintkezik egymással
- a kémiai folyamatok elektromosságot termelnek
- réz(II)-szulfát oldatba cinklemez mártunk > vörös rézbevonat képződik a lemezen és az oldat kék színe halványodik:



a cinkatomok elektronleadással oxidálódnak, és oldatba mennek/ a rézionok elektronfelvétellel redukálódnak, és rézatomok formájában kiválnak a cinklemezen

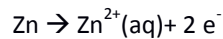
közvetlenül lezajló elektronátmenet< ha ezt térben elválasztjuk elektromos energia kinyerésére alkalmas

- kémiai energia alakítása elektromos energiává: galváncellák, pl. Daniell-elem részei:

- cinkelektrod: cinklemez (mint elsőrendű vezető), amely cink-szulfát vizes oldatába (mint másodrendű vezető) merül
- rézelektrod: rézlemez (mint elsőrendű vezető), réz(II)-szulfát oldatban (mint másodrendű vezető)
- a két elektrod közt az ionok számára átjárható diafragma vagy sóhíd

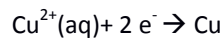
folyamat:

- a cinklemez felületén a cinkatomok 2 elektron leadásával cinkionná alakulnak, az oldatba mennek – oxidáció

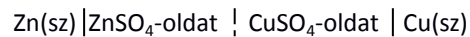


az elektronok a lemezen felhalmozódnak > neg töltésű lesz – anód

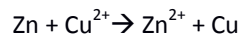
- a rézlemezen a rézionok két elektron felvételével rézatomná redukálódnak > a rézlemez poz töltésű lesz – katód



- a cinklemezen felhalmozódó elektronok folyamatosan áramolnak a poz töltésű rézlemez felé > elektromos áram
- mivel a diafragma vagy a sóhíd átjárható, a galváncella zárt rendszer (=áramkör), nem borul fel az egyensúly, annak ellenére hogy az anód elektrolitoldatban egyre szaporodnak, a katód elektrolitoldatban pedig fogynak a pozitív ionok
- Daniell elem celladiagrammja:



bruttó azaz összesített egyenlete:



- a galvánelem elektrodjai közt a potenciálkül. akkor a legnagyobb, ha a cellán nem folyik áram – a **galvánelem elektromotoros ereje, jele: E_{MF} , me-e: V** (volt)
- nagyságát befolyásolja: elektrodok és elektrolit anyagi minősége + oldatok koncentrációja

$$E_{MF} = \epsilon_1^0 - \epsilon_2^0 \text{ azaz: katód - anód}$$

- **standard em-os erő:** 25 celsiusfokon és standard nyomáson mért feszültség, ha az ionok konc-ja az elektrolitoldatban 1 mol/dm³
- ez csak a két elektrod anyagi minőségétől függ
- működés közben mért fesz.: **kapocsfeszültség** (< E_{MF})
- kül-ő elektrodok feszültségének összehasonlítására vonatkozási elektrod: **standard hidrogénelektrod** (ez finom eloszlású platinával bevont platina lemez, amely 1 mol/dm³ oxóniumion-koncentrációjú oldatba merül, amelyen 25 celsiusfokos és 0,1 MPa nyomású hidrogéngázt buborékoltatnak át)

standardpotenciál: adott elektrodra jellemző anyagi állandó, mely jelzi vizes oldatban az ionképzés mértékét, minél poz-abb, annál hajlamosabb anion képz-re, jele ϵ^0 , me-e: volt

a katód a nagyobb st.p-ú elem, az anód a kisebb

- redoxi reakciók és standard potenciál:

- a nagyobb standardpot-ú nemfémes elem oxidálni képes az oldatban lévő kisebb st.p-ú nemfémes elem ionját
- a kisebb st.p-ú fém redukálni tudja a nagyobb st.p-ú fém (vagy hidrogén) oldatban lévő ionjait

(sárga négyjegyű: 322. oldal)

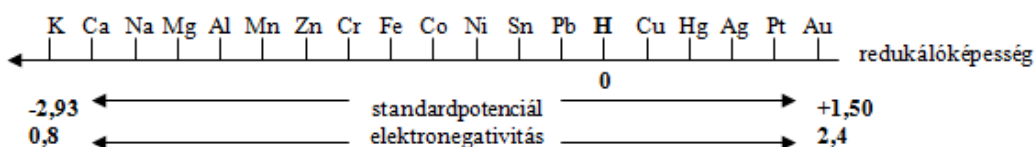
Az elemek standardpotenciálja egyenesen arányos redukálóképességükkel:

- Ha egy fém a hidrogénnél könnyebben ad le elektront (könnyebben oxidálódik), akkor standardpotenciálja negatív (-).

Példa: K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb

- Ha egy fém a hidrogénnél nehezebben ad le elektront (nehezebben oxidálódik), akkor standardpotenciálja pozitív (+).

Példa: Cu, Hg, Ag, Pt, Au



Egy galvánelemben az a fémelektrod az **anód**, amelyeknek

- nagyobb a redukálóképessége (könnyebben oxidálódik)
- negatívabb a standardpotenciálja
- kisebb az elektronegativitása
- negatív pólusú

Egy galvánelemben az a fémelektrod a **katód**, amelyeknek

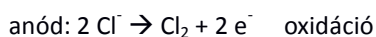
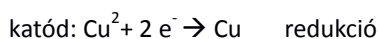
- kisebb a redukálóképessége (nehezebben oxidálódik)
- pozitívabb a standardpotenciálja
- nagyobb az elektronegativitása
- pozitív pólusú

- elektrolízis:

elektromos áram hatására az elektrolitok oldata vagy olvadáka és az elektród határfelületén lejátszódó kémiai reakció az elektrolízis, a galváncellában lejátszódó folyamattal ellentétes irányú folyamat, mert ott kémiai redoxireakció hatására termelődik elektromos áram

réz(II)-klorid oldat elektrolízise:

réz(II)-klorid oldatba két grafitrúd, melyek egyenáramú áramforrás két pólusához kapcsolódnak > kis idő múlva a negatív töltésű grafitrúdon vörös rézbevonat + a pozitív pólushoz kapcsolt rúd környékén pezsgés + szag:



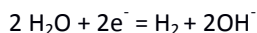
a pozitív töltésű rézionok a negatív elektródhoz, katód
a negatív töltésű kloridionok a pozitív elektródhoz, anód

(a galváncellában az anód a negatív és a katód a pozitív pólus, az elektrolizáló cellában az anód a pozitív és a katód a negatív pólus/ de ott is redukció a katódon, és oxidáció az anódon)

nátrium-szulfát vizes oldatának elektrolízise:

mind a katód, mind az anód felől gázképződés, pezsgés
katód körül lúgos, anód körül savas kémhatás:

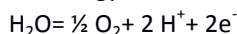
a vízmolekulák is redukálódhatnak a katódon (főleg hogy ez kevésbé energiaigényes):



(hogy melyik folyamat a kedvezőbb nátriumionok seml-e vagy a víz bontása a katód anyagától is függ: csak azok a fémek bontják a vizet, melyek st.p-a -0,83 V-nál kisebb – ennyi a vízmolekulák katódon való redukációjának st.p-ja)

az anódon is a vízmolekulák vesznek részt (szabály: vizes oldatból csak egyszerű ionok pl.

F⁻, Cl⁻ vagy Br⁻ oxidálódhatnak anódon, ha összetett ion van, akkor a víz vesz részt):



>nátrium-szulfát vizes oldatának elektrolízise során vízbontás történik

FONTOS MEGJEGYZÉS:

Az anód felületén mindig oxidáció történik, a katód felületén pedig mindig redukció. Mégis különbség van a galváncella és az elektrolizáló cella anódja és katódja között. *A galváncellában az anód a negatív és a katód a pozitív pólus, az elektrolizáló cellában az anód a pozitív és a katód a negatív pólus:*

	Katód	Anód
Elektród folyamat típusa	redukció	oxidáció
A galváncellában	+ pólus	- pólus
Az elektrolizáló cellában	- pólus	+ pólus

Galvánelemből elektrolizáló cella:

A galvánelemben is megfordíthatjuk a folyamatok irányát, ha külső áramforrást alkalmazunk. A folyamatos elektrolízishez az szükséges, hogy az egyenáramú áramforrás feszültsége (ún. bomlásfeszültség) meghaladja a galvánelem elektromotoros erejét. Például a standard Daniell-elemet úgy alakíthatjuk elektrolizáló cellává, hogy a negatív pólusú cinkelektrodra kapcsoljuk az áramforrás negatív, a pozitív rézelektrodra a pozitív pólust, és 1,10V-nál nagyobb feszültséget kapcsolunk rá. Ekkor megindul a cinkionok redukciója ($\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$) és a réz oxidációja ($\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$).

- Faraday I. törvénye: az elektrolízis során az elektródon levált anyag tömege egyenesen arányos a cellán áthaladó töltésmennyiséggel
 $m = k \times Q$
ahol k az elektrokémiai egyenérték, mértéke-e: g/ C, megadja az 1 C töltés hatására leváló anyag tömegét
mivel $Q = \text{áramerősség} \times \text{idő}$ azaz $I \times t \gg m = k \times I \times t$
- Faraday II. törvénye: 1 mol egyszeres töltésű ion semlegesítéséhez 96 500 C töltésre van szükség (egy mol elektron töltését is jelenti, Faraday-számnak vagy állandónak hívjuk)