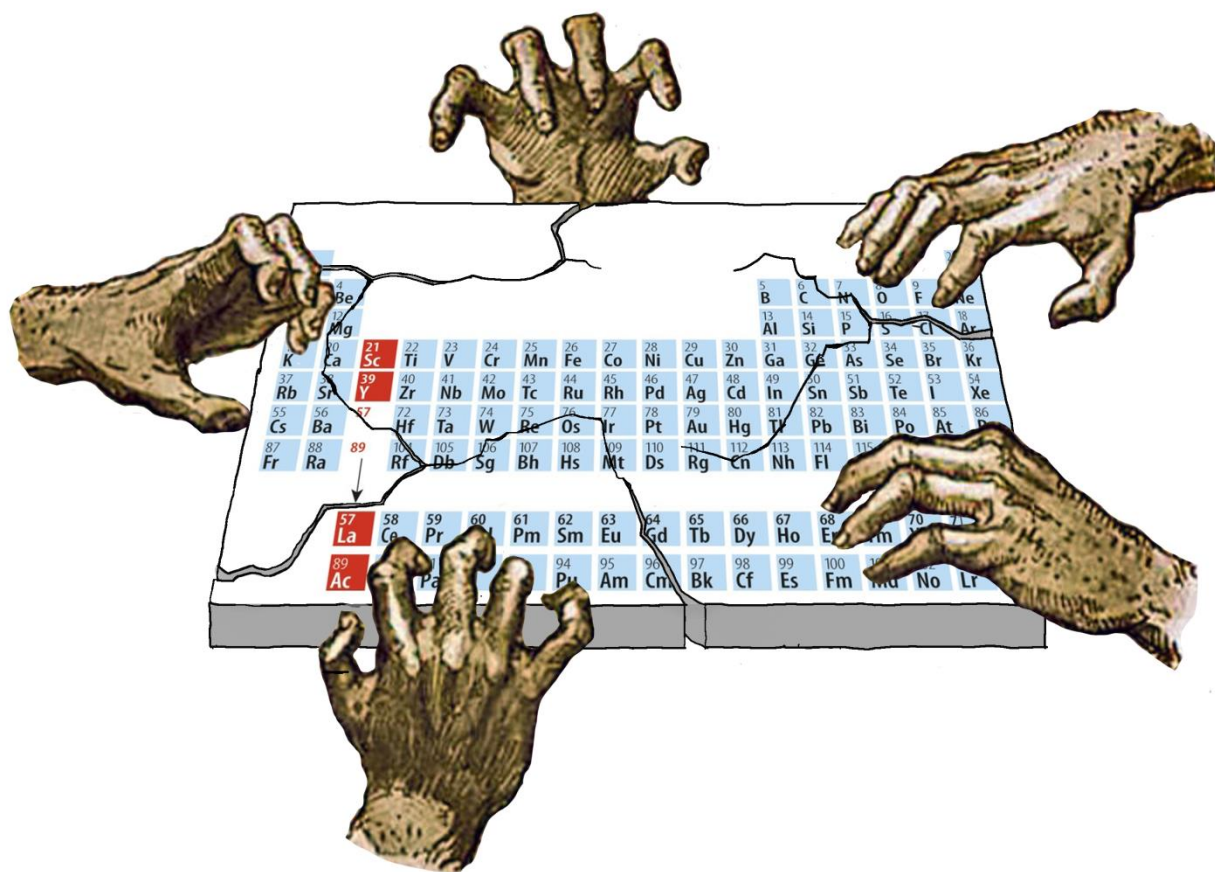


KEGLEVICH KRISTÓF

KIHERÉLT KÉMIA I.

9. osztály

— kézirát gyanánt —



Budapest–Józsefváros, 2025²



A NAT2020 előtti, eredeti kézirat készítésében
CSELLÁR LILLA (2015D), GAZDA BELLA (2013B), FEKSZI FRUZZSINA (2015D),
IVÁNYI BLANKA (2015D), KHAYOUTI SÁRA (2015C), KOCSI ÁDÁM (2015D), KÖRÖSI PÉTER (2015D),
MARCHHART LILI (2013B) és NÉMETH KLÁRA ANNA (2014D) működött közre,
alapul VILLÁNYI ATTILA: *Kémia 9.* (Bp., Műszaki, 2009.⁸) és RÓZSAHEGYI MÁRTA–SIPOSNÉ KEDVES
ÉVA–HORVÁTH BALÁZS: *Kémia 11–12.* (Szeged, Mozaik, 2010.) című könyve szolgált.

Ha valaki a természettudományos oktatás trianonja (NAT2020) után is érdeklődik a hagyományos (felvételi) kémia tananyag iránt, érdemes valamelyik régebbi tankönyvet vagy az Általános kémia. 9. osztály c. fazekasos jegyzetet tanulmányoznia.

A címlap SZEPESSY HAJNALKA (2021A) munkája.

ATOMSZERKEZET

1. Anyagok csoportosítása megjelenési formájuk szerint

- a) korpuzkuláris (részecsketermészetű) – nem folytonos
- b) mezőtermészetű anyag (nem részecskékből áll) – folytonos
 - gravitációs / mágneses / elektromos mező

2. Ókor

a) DÉMOKRITOSZ (Kr. e. 400 körül) → atomelmélet

- az összes atom azonos anyagú
- eltérő nagyságúak és alakúak (ezért más színű, tapintású, kinézetű az anyag)
- atomok között vákuum (légüres tér)

b) ARISZTOTELESZ (Kr. e. 350 körül)

- vákuum nem lehet (*horror vacui*) → más elmélet kell
- 4 őselem: tűz, víz, föld, levegő → ebből tevődik össze minden anyag, csak más-más arányban → alkímia (a vasból úgy lehet aranyat csinálni, ha az arányokon változtatunk valahogy)
 - ↳ középkor

3. JOHN DALTON (1808): atomelmélet felelevenítése

- *atom*: az anyag legkisebb, kémiai módszerekkel tovább nem bontható része

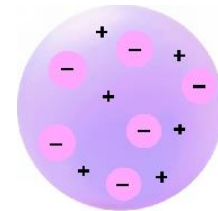
az atomok / részecskék létezésének egyik kísérleti bizonyítéka a *diffúzió*

↓
„valamik” összekeveredése
↳ ezek a valamik az atomok

diffúzió: a részecskék hőmozgás hatására bekövetkező összekeveredése

4. JOSEPH JOHN THOMSON (1897)

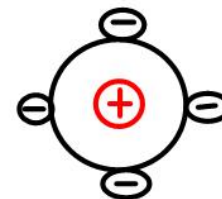
- e^- felfedezése
- Thomson-modell: „*mazsolás puding*”: a pozitív kocsonyában elszórtan helyezkednek el a \ominus töltésű e^- -ok



5. ERNEST RUTHERFORD (1911)

- atommag felfedezése
- „*bolygómodell*”

hibája: az e^- beleesnék az atommagba,
hiszen az eltérő töltések vonzzák egymást



6. NIELS BOHR (1913)

- „*vöröshagymamodel*” → elektronhéjak
- ARNOLD SOMMERFELD (1920): feltételezte, hogy ellipszispályán is mozoghatnak az e^- -ok

7. Kvantummechanikai atommodell (1920’)

- bonyolult
nem szemléletes
matematikai } modell

FONTOS FOGALMAK

1. Részecsketulajdonságok

a) *elemi részecske*: pl. e^- , p^+ , n^0 , foton...

↳ relatív tömegük: proton, neutron: 1; elektron: 1/1836
relatív töltésük: proton: +1, neutron: 0, elektron: -1

b) *kémiai részecske*: atom, ion, molekula, gyök

↳ semleges, párosítatlan e^- -t tartalmazó, magas energiájú, ezért igen reakcióképes kémiai részecske
pl. $\text{NO}_2 \rightarrow$ Los Angeles-típusú szmog összetevője

c) *nukleon*: magban lévő (nehéz) részecskék: p^+ , n^0

↳ alapvetően az *erős kölcsönhatás* tartja össze őket

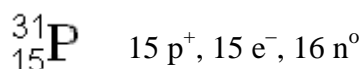
→ töltésfüggetlenek (legyőzik a $p^+ \leftrightarrow p^+$ elektromos taszítást)
($p^+ \rightarrow \leftarrow n^0$ elektromos vonzás is van)

→ igen erősek

→ kis hatótávolságúak

d) *rendszám (Z)*: p^+ -szám = e^- -szám (semleges atomban)

e) *tömegszám (A)*: p^+ -ok és n^0 -ok együttes száma



f) *izotópok*: azonos protonszámú, de eltérő neutronszámú atomok

• nevezetes: hidrogén: prócium = ${}^1_1\text{H}$; deutérium = ${}^2_1\text{H}$; trícium = ${}^3_1\text{H}$ — radioaktív

↳ nehézvíz (D_2O): atomreaktorban moderátor
(hasító neutronok lefékezése)

klór: ${}^{35}\text{Cl}$ (75%), ${}^{37}\text{Cl}$ (25%) $\rightarrow A_R(\text{Cl}) = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5$

• *izotóptiszta elemek*: a természetben csak egyféle atomjuk fordul elő, pl. F, Na, Al, P, Co, Au

g) *relatív atomtömeg (A_R)*: megmutatja, hogy adott elem atomjának tömege hányszor nagyobb a ${}^{12}\text{C}$ -izotóp tömegének az 1/12-ed részénél, nincs mértékegysége

2. Halmaztulajdonságok

a) *elem*: azonos rendszámú atomok halmaza

b) N : részecskeszám (mértékegysége: db), n : anyagmennyiség (mértékegysége: mol)

c) N_A : Avogadro-szám = $6 \cdot 10^{23}$ 1/mol

d) 1 mol = $6 \cdot 10^{23}$ db

e) *moláris atomtömeg (M)* = 1 mol anyag tömege /

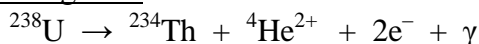
a tömeg és az anyagmennyiség hányadosa: $M = \frac{m}{n}$, $[\text{M}] = \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

RADIOAKTIVITÁS

1. Fogalma és fajtái

radioaktív (sugárzó) atom: olyan atom, melynek atommagja instabil → magától elbomlik

a) α -sugárzás



↳ instabilitás oka: nagy $Z \rightarrow$ túl sok p^+

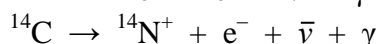
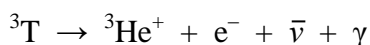
a tömegszám 4-gyel, a rendszám 2-vel csökken (igen gyakran a leánymag β -bomlása követi!)
↳ bomlási sorok

α -sugárzás – He-atommagokból áll

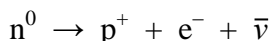
– kis áthatolóképesség (levegőben néhány cm)

– az α -sugárzó anyag lenyelve / belélegezve igen veszélyes

b) β^- -sugárzás



↳ instabilitás oka: n^0/p^+ arány túl nagy (rút kiskacsa) – ált. kis rendszám



a tömegszám változatlan, a rendszám 1-gyel nő

β -sugárzás – e^- -okból áll

– közepes áthatolóképesség (levegőben néhány m)

c) γ -sugárzás – az α - és a β -sugárzást kíséri

– nagy E -jú fotonok

– legnagyobb áthatolóképesség; pl. az ólom elnyeli

2. Felfedezése: uránsók képe a fölbontatlan, mégis előhívott fotólemezen → HENRI BECQUEREL (1896)

1903: BECQUEREL, PIERRE CURIE, MARIE SKŁODOWSKA / CURIE – fizikai Nobel-díj

↳ 1911 – kémiai Nobel-díj ← Ra, Po felfedezése

↳ †1934, fehérvérűség = leukémia

ILLYÉS GYULA följegyzése → a CURIE házaspár párizsi sírja sugárzott

1995 óta a párizsi Pantheonban nyugszanak (ólomkoporsóban)

3. Jelentősége

a) radiokarbon kormeghatározás

- 1960: WILLARD FRANK LIBBY (amerikai kémikus) – Nobel-díj
- minden élő szervezet tartalmaz a ${}^{12}\text{C}$ mellett ${}^{14}\text{C}$ -atomokat is
† után a ${}^{14}\text{C}$ sugárzása csökken
→ az eredetitől való eltérés alapján számítható, mikor következett be a †

b) izotópos nyomjelzés

- 1943: HEVESY GYÖRGY → Nobel-díj
alkalmazható növények és állatok anyagcsere-folyamatainak vizsgálatára
- pl. ${}^{131}\text{I}$: (szájon át) pajzsmirigy jódforgalma – orvosi diagnosztika
 ${}^{82}\text{Br}$: Baradla (1986. ápr.) — izotópos karsztvíz nyomjelzés

c) radioaktív izotópok a gyógyászatban

${}^{60}\text{Co} \rightarrow$ precízen irányított γ -sugárzása elpusztítja a test belsejében lévő rákos daganatokat

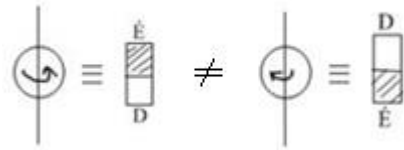
d) atomenergia

- atombomba: 1945. aug. 6. – Hiroshima: ${}^{235}\text{U}$; 1945. aug. 9. – Nagaszaki: ${}^{239}\text{Pu}$
- atomerőmű

AZ ELEKTRONFELHŐ

1. Spin: az e^- mágneses nyomatéka

- az e^- töltéssel rendelkező részecske, forog
→ mágneses teret kelt: „pörgő tekegolyó”
- csak szabad e^- spinje mérhető
→ két ellentétes spinű e^- *elektronpárt* képez



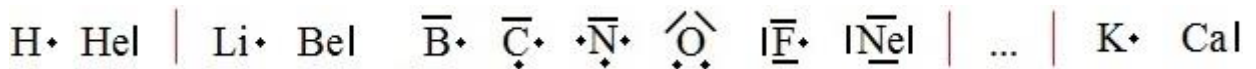
2. Felépítése

- e^- héj: az atommagtól azonos távolságra lévő elektronok
- alhéj: az atommagtól azonos távolságra lévő, ugyanolyan alakú atompályákon keringő elektronok
- atompálya

3. Kiépülése

- ← energiaminimum elve
atommaghoz közel
egyszerű alakú atompálya } e^- alacsony E -ja
- ← egy atompályán max. 2, ellentétes spinű e^- lehet (*Pauli-elv*)
- ← az e^- -ok azonos energiájú pályákon lehetőleg párosítatlanul helyezkednek el (*Hund-szabály*)

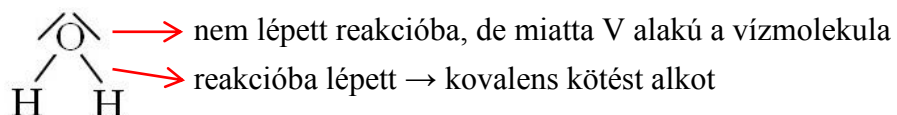
Szabályszerűség: az n -edik héjon max. $2n^2$ e^- lehet!



- a kémiai viselkedés szempontjából csak a vegyértékelektronhéj (a külső héj) számít!

4. Fogalmak

a) *vegyértékelektron*: azon elektronok, melyek a kémiai reakcióban részt vesznek, illetve befolyásolják a képződő részecskék tulajdonságait



b) *nemesgázszerkezet*:

- ha a részecskének 1 e^- -héja van: 2 külső e^- (He, H^-, Li^+)
több 8 külső e^- (többi nemesgáz atomja, $Cl^-, S^{2-}, K^+ \dots$)
- He, Ne : teljesen zárt elektronszerkezet → nincs vegyületük
- Ar -tól: nem teljesen zárt e^- -szerkezet
(külső héjuk nem telített, pl. az Ar 3. héján 18 e^- lehetne, de csak 8 van) → lehet vegyületük
pl. XeF_2, XeF_4

c) *alapállapotú atom*:

- a lehető legkisebb energiájú atom
- az e^- -ok a lehető legalacsonyabb energiájú atompályákon

d) *gerjesztett állapot(ok)*:

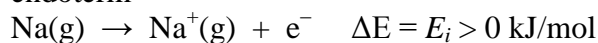
- egy vagy több e^- E befektetése árán távolabb kerül az atommagtól, mint alapállapotban
- lángfestés
- mesterséges állapot, csak addig tart, ameddig az energiaközlés

IONOK

= vándor (gör), * vö. jón törzs / oszlopfő

1. Kation: pozitív töltésű ion

- I–III.A (kiv. B), d- és f-mező, p-mező fémes elemeiből (Al, Sb, Pb)
- képződése: endoterm



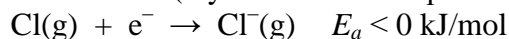
(első) ionizációs energia [kJ/mol]

- $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
- $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$
- $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
- $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{réz(I)-ion}$
- $\quad \quad \quad \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{réz(II)-ion}$

réz(I)-oxid: Cu_2O , réz(II)-oxid: CuO
a névben az I) és a II) az ion töltésszámára utal!

2. Anion: negatív töltésű ion

- VI–VII.A
- képződése: ált. exoterm (olykor endoterm – pl. nemesgázok, alkáliföldfémek)



elektronaffinitás [kJ/mol]

- $\text{Br} + \text{e}^- \rightarrow \text{Br}^-$
- $\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$
- $\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-} \rightarrow \text{szulfidion}$

3. Ionsugár

- $r(\text{Na}^+) < r(\text{Na})$
 2e^- -héj 3e^- -héj
 $r(\text{Fe}^{3+}) < r(\text{Fe}^{2+}) < r(\text{Fe})$
kevesebb e^- }
ugyanannyi p^+ } \rightarrow összehúzza \rightarrow a kation mindig kisebb annál az atomnál,
amelyből képződött
- $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl})$
több e^- }
ugyanannyi p^+ } \rightarrow megnő \rightarrow az anion mindig nagyobb annál az atomnál,
amelyből képződött
- $m(\text{Cl}^-) \gtrsim m(\text{Cl})$
 $m(\text{Na}^+) \lesssim m(\text{Na})$

4. Ionok keletkezése \leftarrow ha a két szóban forgó atom EN-ának különbsége nagy

ΔEN nagy \rightarrow ionos kötés – pl. NaCl [$EN(\text{Na}) = 0,9$; $EN(\text{Cl}) = 3,5$]

ΔEN kicsi \rightarrow kovalens kötés – pl. HCl , CCl_4 [$EN(\text{H}) = 2,1$; $EN(\text{C}) = 2,5$, $EN(\text{Cl}) = 3,5$]

5. Ionvegyületek \rightarrow mindig szilárdak

\rightarrow a kationok és az anionok olyan számarányban vannak, hogy semlegesítsék egymást

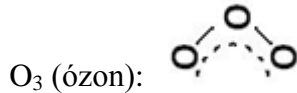
	Na^+, K^+	NH_4^+	$\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$	Al^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ag^+, Cu^+	Cu^{2+}	Zn^{2+}
$\text{F}^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-$	NaCl	NH_4Cl	CaCl_2	AlCl_3	FeCl_2	FeCl_3	AgCl	CuCl_2	ZnCl_2
OH^-	NaOH	–	Ca(OH)_2	Al(OH)_3	Fe(OH)_2	Fe(OH)_3	CuOH	Cu(OH)_2	Zn(OH)_2
$\text{O}^{2-}, \text{S}^{2-}$	Na_2O	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	CaO	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	Ag_2O	CuO	ZnO
NO_3^-	NaNO_3	NH_4NO_3	$\text{Ca(NO}_3)_2$	$\text{Al(NO}_3)_3$	$\text{Fe(NO}_3)_2$	$\text{Fe(NO}_3)_3$	AgNO_3	$\text{Cu(NO}_3)_2$	$\text{Zn(NO}_3)_2$
$\text{CO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$	Na_2CO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	CaCO_3	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	FeCO_3	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Ag_2CO_3	CuCO_3	ZnCO_3
PO_4^{3-}	Na_3PO_4	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	AlPO_4	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	FePO_4	Cu_3PO_4	$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$

* Tudniillik az ionvegyületek vizes oldatában, illetve olvadáskor a vándorló ionok szállítják az elektromos töltést. Az ionok létezését oldatuk elektromos vezetéséből kiindulva, az elektron felfedezése előtt SVANTE ARRHENIUS svéd vegyész tételezte fel 1883-ban (elektrolitot disszociáció elmélete), amiért 1903-ban Nobel-díjat kapott.

A KOVALENS KÖTÉS

1. Fogalmak

- *kovalens kötés*: közös, kötő e^- -párral megvalósuló, erős, elsőrendű kémiai kötés
- *kötő e^- -pár*: olyan e^- -pár, mely 2 atommag vonzásában áll
- *nemkötő e^- -pár*: olyan e^- -pár, mely 1 atommag vonzásában áll
- *delokalizált e^-* : olyan e^- , mely 2-nél több atommag vonzása alatt áll (helyhez nem kötött)

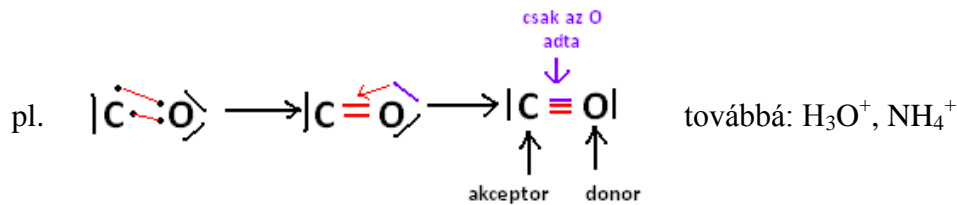


↳ 3 atommagon delokalizálódnak a nemkötő e^- -párok és a második kötések fémek: a fémrácsban a delokalizált e^- -ok végtelenül sok atommaghoz tartoznak

2. Jellemzése

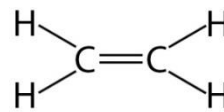
a) fajtái létrejötte szerint

- *kolligatív*: két atomtól származik a kötő e^- -pár (pl. H-Cl közti kötés)
- *datív*: a kötő e^- -párt csak az egyik atom adja

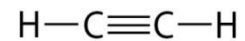


b) csoportosítás a kötő e^- -párok száma szerint

- egyszeres: pl. Br₂, C₂H₆ (etán)
- többszörös: pl. C₂H₄, C₂H₂

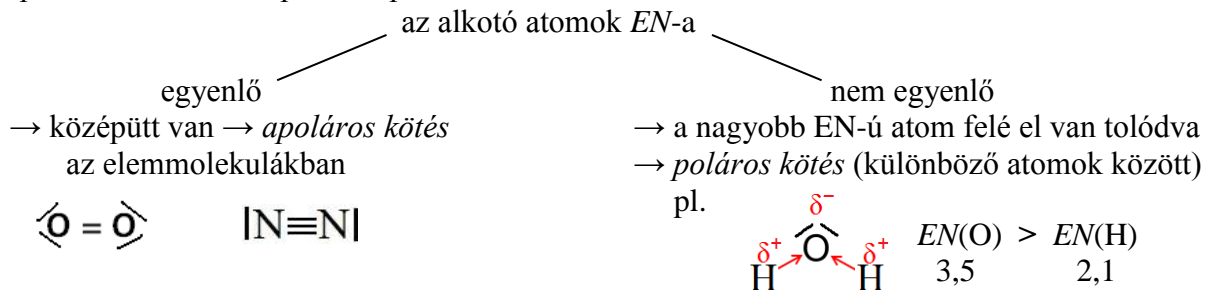


etén = etilén
– színtelen gáz
– növényi érési hormon
(érett banán szaga)



etin = acetilén
– színtelen, szagtalan gáz
– karbidlámpa

c) kötéspolaritás: a kötő e^- -pár közepütt van-e az alkotó atomok között?



d) kötésfelszakítási energia

← nagyobb többszörös kötés esetén
pl. $E_k(\text{Br}_2) = 199 \text{ kJ/mol} < E_k(\text{O}_2) = 500 \text{ kJ/mol} < E_k(\text{N}_2) = 950 \text{ kJ/mol}$

← nagyobb rövidebb kötéshossz esetén
pl. $E_k(\text{Br}_2) = 199 \text{ kJ/mol} < E_k(\text{HBr}) = 366 \text{ kJ/mol}$



Az elsőrendű kötések erőssége a részecske-mérettel csökken!

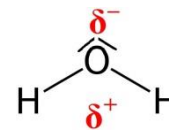
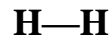
e) kötésszög

3. Kovalens vegyérték:

hány kötő e⁻-pár tartozik egy adott atomhoz (kötésszám)

- H

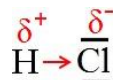
1



- VII.A: halogének 7 külső e⁻

↓
1 e⁻ kell

1 (ált.)



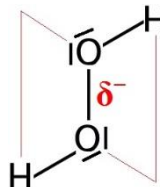
- színtelen, szúrós szagú gáz
- vizes oldata a sósav
- vízkőoldás, rozsdamaratás

- VI.A kalkogének

O 6 külső e⁻

↓
2 e⁻ kell

2



- nyitott könyv alakú molekula
- színtelen, szagtalan, maró folyadék
- bomlékony: $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$

↓
hajszőkítés

mézes tea: fertőtlenít

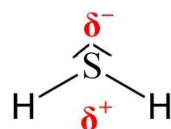
S

6 külső e⁻

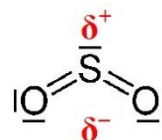
2

4

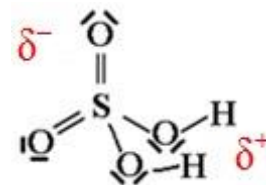
6



- színtelen, záptojás szagú gáz
- „kénes” gyógyvizekben



- színtelen, fojtó szagú gáz
- városi szmog
- E220: savanyúság, torma tartósítása



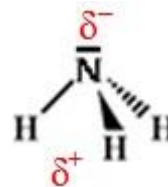
- színtelen, szagtalan folyadék
- akkumulátorsav

- V.A N

5 külső e⁻

↓
3e⁻ kellene

3

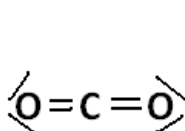


- színtelen, szúrós szagú gáz
- vizes oldata a szalmiákszesz
- pangó vizelet szaga
- műtrágyagyártás alapanyaga

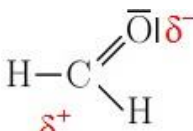
- IV.A C

4 külső e⁻

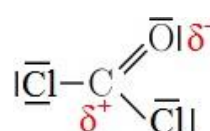
4



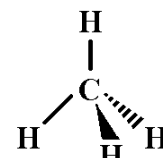
- szárazjég
- üdítőital



- színtelen, szúrós szagú gáz
- baktericid boncterem



- színtelen, fojtó szagú gáz
- harci gáz (I. vh.)
- $\rho > \rho(\text{lev})$
- lővészárók



- színtelen, szagtalan gáz
- földgáz, városi gáz
- tehén bőföggése

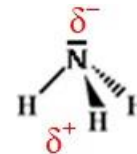
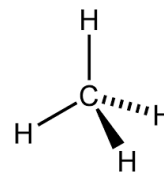
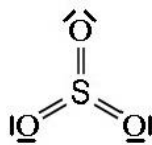
4. Molekula-geometria

← vegyértékelektronpár-taszítási elmélet: egy atomhoz tartozó e⁻-párok igyekeznek minél messzebb kerülni egymástól

- SO₃: síkháromszög alakú molekula, 120°-os kötésszög

S: központi atom

O: ligandum



- CH₄: tetraéder, 109,5°
a 4 H a 4 csúcs

egy a sík elé, egy a sík mögé

- NH₃: a tetraéder alaptípus csonka téralkata (hiányzik a felső ligandum)
= háromszög alapú piramis (téralkat), kb. 107°

Alaptípus	Általános képlet	Téralkat	Kötésszög	Pl.
lineáris	AX ₂	lineáris / bot	180°	C ₂ H ₂ , CO ₂
síkháromszög	AX ₃	síkháromszög	120°	SO ₃ , BF ₃ , COCl ₂ , HCHO
	AX ₂ E	V-alak	<120°	SO ₂
tetraéder	AX ₄	tetraéder	109,5°	CH ₄ , CF ₄ , CCl ₄
	AX ₃ E	háromszög alapú piramis	<109,5°	NH ₃ , PH ₃ , H ₃ O ⁺
	AX ₂ E ₂	V-alak	<<109,5°	H ₂ O, H ₂ S

5. Molekulapolaritás

a) ha a kötések apolárosak (elemmolekulák), a molekula is apoláros
pl. S₈, I₂, Cl₂, O₂, O₃

b) ha a kötések polárosak, és a molekula teljesen szimmetrikus, a molekula akkor is apoláros
L vagyis alaptípus alakú



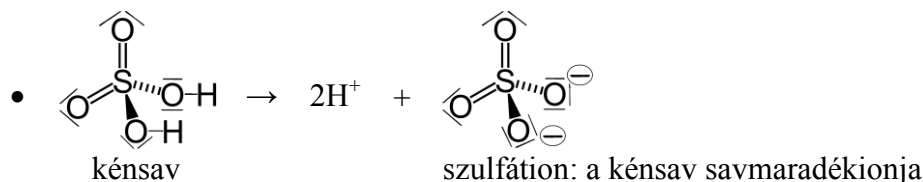
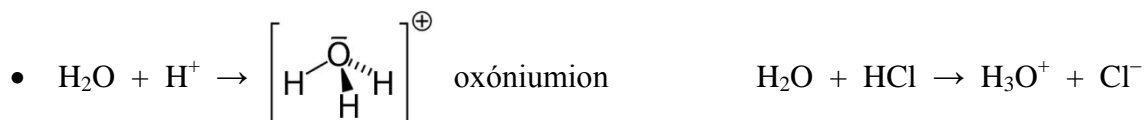
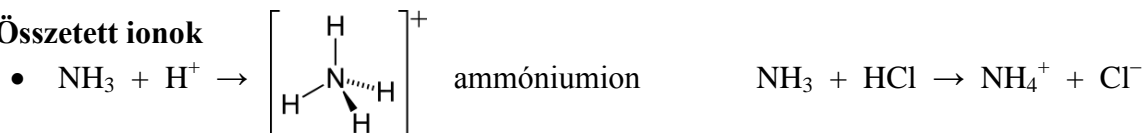
a töltésvektorok éppen kioltják egymást!

pl. CO₂, SO₃, CH₄, CCl₄, PCl₅

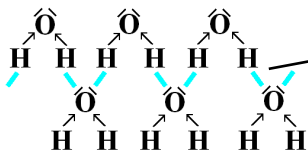
kötéspolaritás ≠ molekulapolaritás

c) a molekula csak akkor dipólusos, ha a kötések polárosak és a molekula aszimmetrikus
pl. HCl, HCHO, H₂O, NH₃, H₂SO₄

6. Összetett ionok



- jég és víz (H₂O)



hidrogénhíd-kötés: olyan másodrendű kötés, ahol egy H-atom létesít kötést 2 másik atom között
(az egyik kötés kovalens, a másik lényegesen gyengébb)

- H-híd-kötés kialakulásának 3 feltétele:
 - NOF-atom
 - ezen atomon legyen nemkötő e⁻-pár
 - ehhez az atomhoz kapcsolódják hidrogén
- a vízben a H₂O-molekulák között diszp., dip-dip és H-híd-kötés *is* hat! (utóbbi a legerősebb)
- H-híd-kötés következményei:
 1. Op., Fp. viszonylag magas (a moláris tömeghez képest)
 2. viszkozitás (a folyadék folyósságának mértéke, belső súrlódás) megnő
- oldhatóság: *similia similibus solvuntur* (hasonló kötésrendszerű anyagok keverednek: pl. apoláros az apolárossal, dipólusos a dipólusossal)

2. Az atomrács

- rácspontokon: atomok
- rácösszetartó erő: kovalens kötés

↓ erős

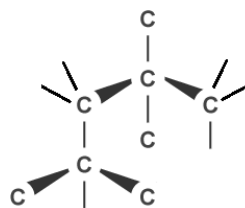
Op., Fp. igen magas → standard halmazállapot: sz

	<i>M</i> / g/mol	Op. / °C
C _{gy}	12	3367
Si	28,1	1410
Ge	72,6	937

Az elsőrendű kötések erőssége a részecske-mérettel csökken!

oldhatóság: Ø

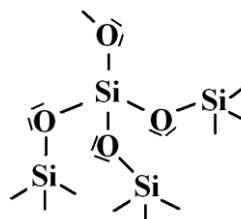
ált. kemények → C_{gy} (*legkeményebb term. anyag*) – fűrófej



tetraédes szimmetriájú atomrács
109,5°

ált. szigetelők (Si: félvezető, C_{gr}: vezető)

- elemek: B, C_{gy}, Si, Ge, (C_{gr})
- vegyületek: Al₂O₃ (korund), SiO₂ (kvarc)



tetraédes szimmetriájú atomrács

3. Fémrács

- rácspontokon: fématomtörzsek
 közöttük: delok. e^- -ok
 } elektromos vonzásuk = fémes kötés – erős, elsőrendű
- erőssége változó
 változó e^- -szerk.
 változó rácstípus
 } → Op., Fp. változó
 - a Hg szobahőmérsékleten folyékony
 - Na, K – Op. $\sim 100^\circ\text{C}$
 - Al – Op. $\sim 660^\circ\text{C}$
 - Fe, Cu – Op. $\sim 1500^\circ\text{C}$
 - W – Op. $\sim 3410^\circ\text{C}$
- keménység is változó: Na puha, késsel vágható
Cu jól kovácsolható
Zn rideg
- delok. e^- -felhő
 - ↳ jó elektromos vezetők
 - ↳ színük: szürke, csillogó (kiv. Au, Cu, bronz, sárgaréz stb.)
- oldhatóság: egymás olvadékában – Hg: amalgámok
- pl. elemek – fémek (kis EN)
 - ötvözetek – bronz (Cu/Sn), sárgaréz (Cu/Zn), acél (Fe/C)
 - ↳ fémes kötésű, összetett anyag

4. Ionrács

- rácspontokon: ellentétes töltésű ionok
 a közöttük ható elektromos vonzóerő = *ionkötés* – erős, elsőrendű kémiai kötés
- fiz. tul. Op., Fp. magas
 - standard halmazáll.: szilárd
 - el vezetőképesség:

szilárd	Ø
olvadék	} jó
vizes oldat	
gőz	Ø

 $\text{NaCl} \xrightarrow{\text{víz}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
 a mozogni képes ionok vezetnek
 - oldhatóság: dip. mol. o.sz.-ben (pl. víz) többségük jól \leftrightarrow pl. CaCO_3 , BaSO_4 nem oldódik
- ionvegyületek képlete: töltésneutralitás!

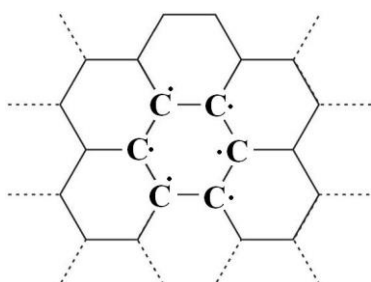
$\text{K}^+, \text{Cl}^- \rightarrow \text{KCl}$	$\text{Al}^{3+}, \text{Cl}^- \rightarrow \text{AlCl}_3$
$\text{K}^+, \text{S}^{2-} \rightarrow \text{K}_2\text{S}$	$\text{Al}^{3+}, \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

összegképlet: csak tapasztalati képlet = csak arányokat ad meg ($\sim \text{SiO}_2$)

Na_2SO_4 -részecske NINCS! $\frac{n(\text{Na}^+)}{n(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{2}{1}$



5. Kötéstípusok / kristályrácsok közötti átmenetek is léteznek – pl. a grafit (C_{gr})



- síkszerkezet – kovalens kötés
- delok. e^- -ok → jó vezető
- alacsonyabb E
- stabilabb, mint a C_{gy} , magasabb az Op.-ja
- rétegek között – diszperziós kötés → kenhető
- ATOM- / FÉM- / MOLEKULARÁCS (*koktélrács*)
- ↳ 2 dimenziós / réteges atomrács

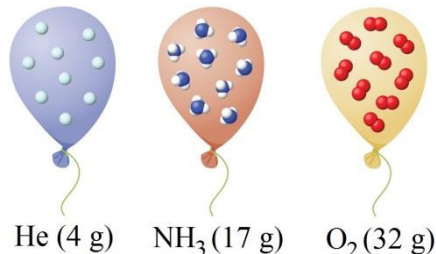
allotrop módosulatok: egyazon elem különböző kristály- vagy molekulaszervezetű változatai
 pl. C_{gy} / C_{gr} / C_{60} (fullerén), O_2 / O_3

GÁZOK

- sem a V , sem az alak nem állandó – kitöltik a rendelkezésre álló teret (mint a szúnyogfelhő)
- részecskék: forognak, rezegnek, egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek
 - távolságuk egymáshoz képest végtelenül nagy
 - nincs közöttük kölcsönhatás, kiv. rugalmas ütközés (→ ideális gáz)

az ideális gázok térfogata független anyagi minőségüktől!

$$V(1 \text{ mol He}) = V(1 \text{ mol NH}_3) = V(1 \text{ mol O}_2) = \dots \\ = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} \text{ (25 } ^\circ\text{C, 101 kPa)} \\ \text{moláris térfogat}$$



- **AVOGADRO törvénye:**
azonos anyagmennyiségű gázok térfogata megegyezik (ha p -uk és T -k azonos)
- **diffúzió:** a részecskék hőmozgás hatására bekövetkező spontán összekeveredése
↳ gáz- és folyadék-részecskék (mivel ezek képesek helyváltoztató mozgásra)

FOLYADÉKOK

- V állandó, alak nem
- részecskék: közel egymáshoz rendezetlenül forognak, rezegnek, elgördülnek egymáson
- **felületi feszültség:** a felszínen lévő részecskékre a folyadék belsejéből ható vonzóerő (→ a felület minimális, molnárpóloska, zsilettpenge)

OLDATOK

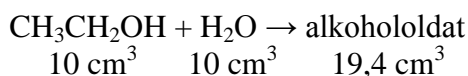
1. **Oldat** = oldószer }
oldott anyag } homogén elegye
|
egynemű, egyfázisú, nincs határfelület

2. Oldhatóság

- számszerűen: s (solubility) – 5,25 g KMnO_4 / 100 g víz / 20 °C
- Mitől függ? – o.a. / o.sz. anyagi minősége
 - T (gázok: $T \uparrow \rightarrow s \downarrow$ – mivel minden gáz exoterm oldódású)
 - p (gázok: $p \uparrow \rightarrow s \uparrow$ – mivel oldódásuk nagy kontrakcióval jár)

3. $V_{o.a.} + V_{o.sz.} \neq V_o$

> kontrakció (összehúzódás) / < dilatáció (kitágulás)



igen nagy kontrakcióval jár a gázok vízben való oldódása → szökőkút-kísérlet

okok: 1. eltérő részecskeméret (bab / mák ~ kontrakció)

2. részecskék közötti eltérő erősségű kötőerő (pl. ha gyengébb → dilatáció)

tanulság: a térfogat nem additív! – a tömeg természetesen az: $m_{o.a.} + m_{o.sz.} = m_o$ ✓

4. Az oldódás folyamata

- diffúzió → az oldószer részecskéi kiütik az oldott anyag részecskéit a kristályrácsból
- *elektrolitos (ionos) disszociáció*: megfordítható bomlás, melynek során ionok képződnek
 ↳ *elektrolit*: ionokat tartalmazó oldat

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{víz}} 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} \quad - \quad \text{ionvegyület oldódása}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-} \quad - \quad \text{itt molekula disszociál ionokra}$$
 ↳ a savak molekulái mindig!
- elektrolitos disszociáció nélküli oldódás:

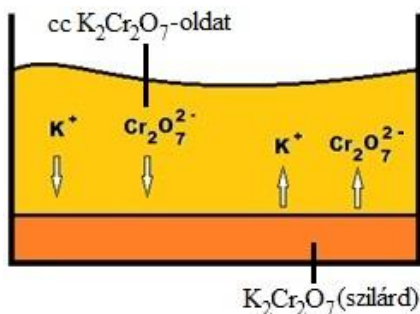
$$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \xrightarrow{\text{víz}} \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$$

$$\text{S}_8(\text{szilárd}) \xrightarrow{\text{CS}_2} \text{S}_8(\text{oldat})$$
 ↳ apoláris o.sz.-ekben az apoláris anyagok ált. szerkezetváltozás nélkül oldódnak
- oldódás gyorsítása – aprítás (A nő) → megnő az érintkezési felület
 – keverés → gyorsul a diffúzió

→ telített (cc.) / telítetlen / túltelített oldat

- ↳ csak melegen cc. oldat lehűtésével állítható elő
- ↳ instabil (pl. zsebmelegítő)

5. Dinamikus egyensúly – a telített oldat és a feloldatlan szilárd anyag között



- oldódás sebessége = kiválás sebessége
 → nincs szemmel látható változás
- *dinamikus egyensúly*: olyan állapot, amelyben az ellentétes irányú folyamatok sebessége megegyezik
 ↓
 nem statikus, mivel állandó
 (szabad szemmel láthatatlan) mozgásban van

6. Energetika

- exoterm oldódás: $E_{\text{belső}}(\text{rendszer}) \downarrow$, $E(\text{környezet}) \uparrow$, vagyis Q szabadul föl (melegszik)
 minden tömény sav vagy lúg, pl. NaOH, KOH, H_2SO_4
- endoterm oldódás: $E_{\text{belső}}(\text{rendszer}) \uparrow$, $E(\text{környezet}) \downarrow$, vagyis Q nyelődik el (lehül)
 pl. KNO_3 , NH_4Cl , $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$ (karbamid)

7. Az oldat fagyáspontja alacsonyabb, forráspontja magasabb, mint a tiszta oldószeré

↳ havas út jégmentesítése

8. Ozmózis: kis molekulák, ionok áramlása féligáteresztő hártán keresztül az egyik oldatból a

másikba, pl. o.sz.-molekulák a hígabb oldatból a töményebbe

pl. mazsola (~ tömény cukoroldat) a pudingban → a víz beleáramlik, hogy „hígítsa”

9. Az oldatok összetételének jellemzése

- tömegszázalék (%) → nincs mértékegysége

$$\frac{m}{m} \% = \frac{m(o.a.)}{m(o.)} \cdot 100$$

- (anyagmennyiség-)koncentráció – van mértékegysége

$$c = \frac{n(o.a.)}{V(o.)} \quad [c_n] = \text{mol/dm}^3$$

HALMAZKEVERÉKEK

Diszperz rendszer: olyan, legalább kétkomponensű rendszer, amelyben az egyik komponens részecskékre oszlatott állapotban tartja a másik komponenst
 diszpergáló közeg – diszpergált anyag

1. Durva diszperz rendszer – heterogén

↳ többfázisú, van határfelület

- diszpergált részecske mérete > 500 nm

	gáz	folyadék	szilárd
gázban	—————	KÖD: felhő	FÜST: poros levegő
folyadékban	HAB: tejszínhab	EMULZIÓ: majonéz (olaj + tojássárgája)	SZUSZPENZIÓ: palacsintatészta, sár

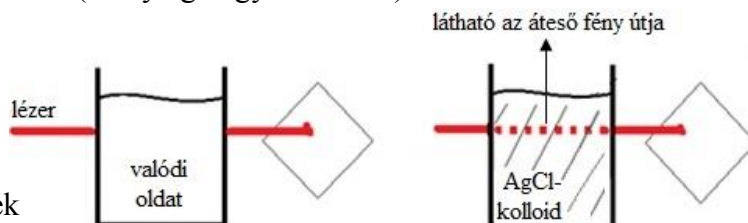
- *hab*: olyan durva diszperz rendszer, melyben folyadék diszpergál gázt (*többi def. hasonló*)
- a durva diszperz rendszerek nem stabilak
 - ↳ már létrehozásukhoz is energia kell (pl. habverő)
 - ↳ előbb-utóbb szétválnak – ennek megakadályozására kell pl. az emulgeálószer
 - ↳ az epe is emulgeálószer (a zsírt elegyíti a vizes közeggel, így segíti elő az emésztést)
 - ↳ máj termeli, epehólyag raktározza
- a durva diszperz rendszerek elnyelik a fényt

2. Kolloid állapot

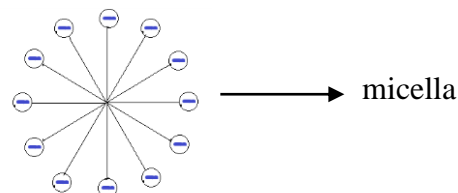
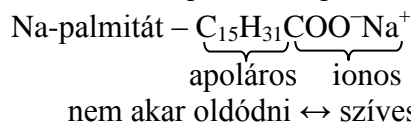
- diszpergált részecske mérete: 1–500 nm (aránylag nagy méretűek)
- Faraday-Tyndall-jelenség: a kolloidok szórják a fényt
- eredet szerint három fajta:

a) lioszol: frissen levált, még le nem ülepedett csapadék

$$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \underline{\text{AgCl}} + \text{NaNO}_3$$

$$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \underline{\text{AgCl}}$$


b) asszociációs kolloid: pl. összetapadt szappanionok



a palmitátionok kezdetben a felületen gyülekeznek, apoláros részük fönt kilóg az oldatból majd apoláros farkukat egymás felé fordítva összetapadnak → micella > 1 nm

c) makromolekulás kolloid: vízben jól oldódó, kolloid méretű molekulák oldata

pl. tojásfehérje – fehérjemolekulák > 1 nm
 tej (a benne oldott fehérjére nézve kolloid, zsírtartalmára nézve durva diszperz)

3. Homogén keverékek

- diszpergált részecske < 1 nm
- halmazállapot szerint:
 - minden gázelegy
 - valódi oldat / elegy (az o.a. és az o.sz. egyaránt folyékony)
 - ötvözetek
- a fényt átengedik

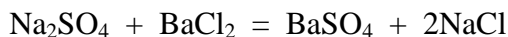
A KÉMIAI REAKCIÓ

1. Alapfogalmak

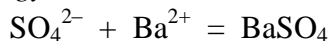
reakció: olyan folyamat, amelynek során a kiindulási anyagokból új anyagok keletkeznek azáltal, hogy a régi kötések egy része felszakad, és új kötések jönnek létre

reaktáns → **termék**

sztoichiometriai egyenlet (bruttó egyenlet): minden anyag teljes képletével szerepel



ionegyenlet: csak a változást szenvedő részecskéket tünteti föl



2. Csoportosítás

a) résztvevő anyagok száma szerint

- egyesülés:** olyan reakció, melynek során több (kiindulási) anyagból egy anyag (végtermék) lesz
 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$ exoterm
- bomlás:** olyan reakció, melynek során egy anyagból több anyag keletkezik
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 12\text{C} + 11\text{H}_2\text{O}$ hőbomlás → hő hatására endoterm
- izomerizáció:** olyan reakció, mely során egy anyagból egy lesz
 $\text{C}(\text{gr}) = \text{C}(\text{gy})$ mesterséges gyémántgyártás endoterm
- cserébomlás:** olyan reakció, melynek során több anyagból több anyag keletkezik
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ frissen meszelt fal szárad exoterm
- disszociáció:** megfordítható bomlás
 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ (itt: víz hatására) (nem reakció!)

b) fázisok száma szerint

- homogén:** minden részt vevő komponens azonos halmazállapotú (gáz- vagy oldatreakciók)
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ exoterm
- heterogén:** határfelületi ← a résztvevő anyagok különböző halmazállapotúak
 $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ exoterm

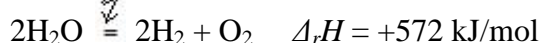
c) részecskeátmenet szerint

- sav-bázis reakció:** protonátmenettel járó reakció ($\text{p}^+ = \text{H}^+$)
 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ exoterm
- redoxireakció:** elektronátmenettel járó reakció
 $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ exoterm
- egyik sem**
 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOK} \rightarrow$ csapadékképződés exoterm

d) energiaváltozás szerint

reakcióhő ($\Delta_r H$): az egyenletben feltüntetett minőségű, mennyiségű és állapotú anyagokra vonatkozó moláris energiaváltozás [$\Delta_r H$] = kJ/mol
 $\Delta_r H < 0 \rightarrow$ exoterm
 $\Delta_r H > 0 \rightarrow$ endoterm

- exoterm:** olyan reakció, melynek során a környezet E -ja nő, a rendszer E -ja csökken
 $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ $\Delta_r H = -1203$ kJ/mol
- endoterm:** olyan reakció, melynek során a rendszer E -át vesz el a környezetétől (a környezet E -ja csökken, a rendszer E -ja nő)



elektrolízis: elektromos áram hatására bekövetkező bomlás

3. Energiacsere a környezettel

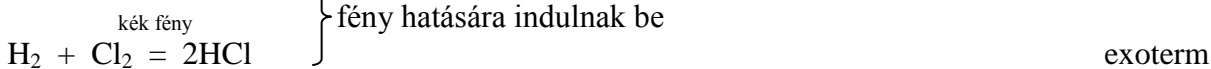
a) hőközlés / -leadás

b) mechanikai munka végzése ← pl. gáz képződik, ami kitágul



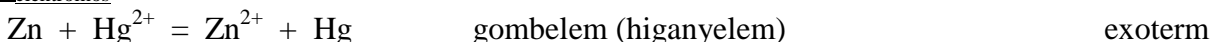
robbanószer → a robbanáskor hirtelen sok gáz halmazállapotú termék keletkezik

c) fény

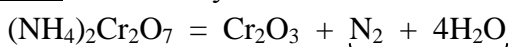


a gyors égések pedig fényt termelnek (láng)

d) $E_{\text{elektromos}}$



Kísérlet: kis tűzhányó – ammónium-dikromát exoterm hőbomlása → hő, fény, $E_{\text{mechanikai}}$



narancsvörös zöld légneműek → „felemelik” a króm(III)-oxidot

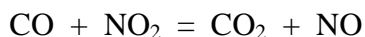
REAKCIÓKINETIKA

= a reakciók időbeli lefolyásával foglalkozó tudományág

1. A reakció feltétele: kezdőlökés

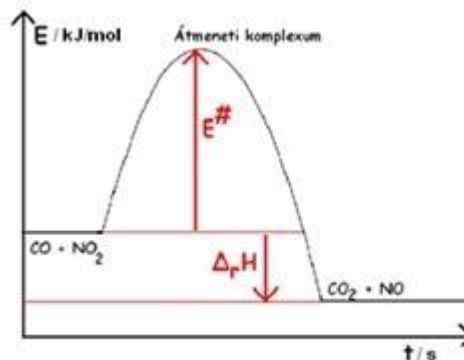
- $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ be kell gyújtani, utána exoterm
- $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ kék fény kell a beindításhoz, utána exoterm
- $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{H}_2$ 25 °C-on magától végbemege a reakció

• Miért?



↓
már-még állapot
létrejövő és a megszűnő kötések egyszerre
csak igen rövid ideig
ÁTMENETI (AKTIVÁLT) KOMPLEXUM

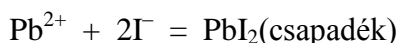
- az eléréséhez szükséges energia: aktiválási energia (E^\ddagger)



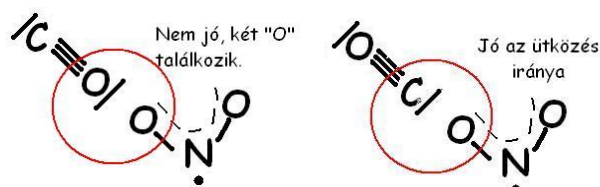
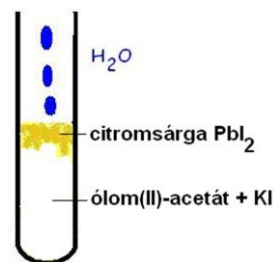
2. További feltétel: minél több, hasznos ütközés

- *Kísérlet:* ólom(II)-acetát és kálium-jodid reakciója szilárd állapotban nem megy végbe, pár csepp víz hatására viszont citromsárga PbI_2 keletkezik

Magyarázat: az oldódás után az ionok mozoghatnak, van esélyük találkozni egymással



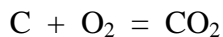
- „hasznos” ütközés: reakcióhoz vezet
 - irány
 - részecske energiája ← T



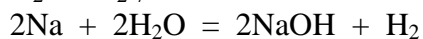
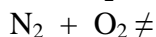
3. A reakciósebesség

Mitől függ?

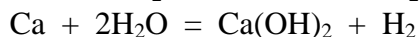
a) reaktánsok anyagi minősége



szolidan



igen heves



kevésbé heves

b) $T \uparrow$ $v \uparrow$

|

+ 10 °C → reakciósebesség is kb. 2–3-szorosra nő

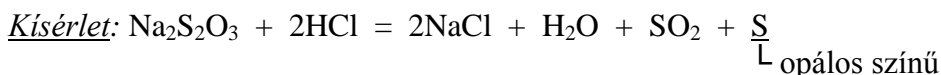
tej a hűtőszekrényben lassabban savanyszik meg

kukta: nagy nyomás → magasabb forráspont és így

belső hőmérséklet → hús gyorsabban fő

c) reaktánsok koncentrációja (← gázoknál p)

$c \uparrow$ ütközések száma is \uparrow



- Azonos V -ú és c -jú, de eltérő T -ű $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatba azonos V -ú, c -jú és T -ű sósavat öntünk. Melyik opálosodik gyorsabban? Az, amelyikben a forró fixírsóoldat volt.
- Azonos V -ú, c -jú és T -ű $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatba azonos V -ú és T -ű, de különböző c -jú sósavat öntünk. Melyik opálosodik gyorsabban? Az, amelyikbe a töményebb sósavat öntöttük.

d) katalizátor: olyan anyag, amely meggyorsítja a reakciót, anélkül, hogy maga maradandóan megváltoznék

a katalizátor részt vesz a reakcióban, de visszaalakul

alacsonyabb E^\ddagger -jú reakcióutat nyit meg

enzim: biokatalizátor (testen belüli folyamatok kat.-a)

Kísérlet:

$\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2$ reakciót számos anyag katalizálja:

KMnO_4 – leghevesebben

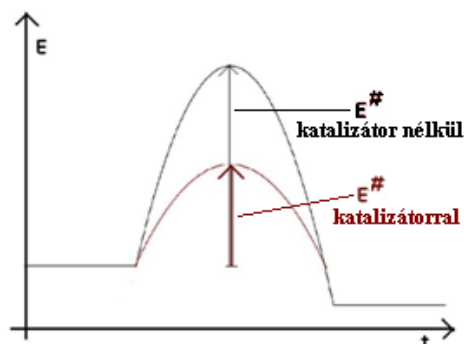
MnO_2 – O_2 lab. eá.

NH_3 – hajszőkítés során

KI – elefántfogkrém

(a keletkező O_2 habba fújja a mosogatószer)

CoCl_2 / K-Na-tartarát – a hidratált Co^{2+} rózsaszín színe a folyamat végére visszaáll



Minden katalizátor valamilyen konkrét reakcióhoz tartozik!

e) keverés: a heterogén reakciókat gyorsítja (mivel segíti a diffúziót)

A KÉMIAI EGYENSÚLY

1. Bevezetés

- a spontán reakciók iránya: ← energiaminimum
← entrópiamaximum (spontán endoterm folyamatok)
↳ a rendezetlenség mértéke
- egyirányú reakció: a többség (→ gyakorlatilag irreverzibilis)
 - $C + O_2 = CO_2$
 - $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = \underline{BaSO_4}$
- egyensúlyra vezető (~ reverzibilis) reakció

kiindulás ↳ nem alakul át mind	\rightleftharpoons	termék ↳ ráadásul részlegesen visszaalakul
$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$		szén-dioxid – szódavíz
$3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$		az ózonpajzs képződése a légköri oxigénből
$H_2O + Cl_2 \rightleftharpoons HCl + HOCl$		a klóros víz fertőtleníti a hipoklórossav bomlásából származó naszcens oxigén miatt
	$HOCl = HCl + „O”$	
$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$		ipari ammóniaszintézis
$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$		gyenge sav / bázis + víz
$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$		víz autoprotolízise

2. A kémiai egyensúly



- ha beáll az egyensúly: $v_{oda} = v_{vissza}$
 - → a reaktánsok és a termékek koncentrációja állandósul
az egyensúlyi koncentráció jelölése: $[]_{es}$
 - $v_{oda}; v_{vissza} \neq 0$ → dinamikus egyensúly
≈ telített oldat – maradék főlódatlan anyag
- (~ zsonglőr: időegység alatt ugyanannyi labdát dob a levegőbe, mint amennyit elkap)
(~ ha a mozgólépcsőn ugyanannyian utaznak le, mint fel)
→ a felszínen és a mélyben lévő emberek száma állandó [de egymással nem egyenlő])

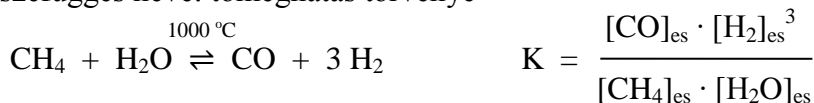
- matematikai modell: $\frac{[HI]_{es}^2}{[H_2]_{es} \cdot [I_2]_{es}} = K = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (400 } ^\circ\text{C-on)}$

↓

KÉMIAI EGYENSÚLYI ÁLLANDÓ

 - ← reakcióra jellemző
 - ← c -től független
 - ← T -től, p -től függ

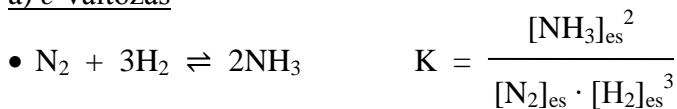
- az összefüggés neve: tömeghatás törvénye



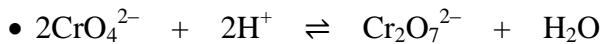
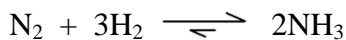
3. Az egyensúly megzavarása

- *LE CHÂTELIER-BRAUN-ELV*: a dinamikus egyensúly megzavarásakor az a folyamat erősödik fel, amelyik a zavaró hatást csökkenteni igyekszik

a) c-változás



↳ es + további H_2
zavaró hatás: túl sok a H_2
megoldás: több H_2 alakul át NH_3 -vá
az es jobbra tolódik el



kromátion
citromsárga

dikromátion
narancs

savat hozzáadva: $c(H^+) \uparrow$ \rightleftharpoons narancsszínű oldat

lúgot hozzáadva: $c(H^+) \downarrow$ \rightleftharpoons citromsárga oldat



b) T-változás



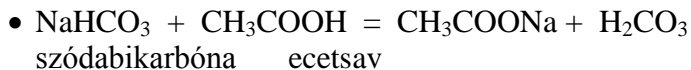
vörösbarna színtelen

70 °C: az NO_2/N_2O_4 -gázelegyet tartalmazó edény vörösbarna
melegítés → a rendszer hűlni akar → az endoterm részfolyamat erősödik föl \rightleftharpoons
(habár: mindkét részfolyamat gyorsabb melegen!)

0 °C: az NO_2/N_2O_4 -gázelegyet tartalmazó edény színtelen
hűtés → a rendszer melegedni akar → az exoterm részfolyamat erősödik föl \rightleftharpoons

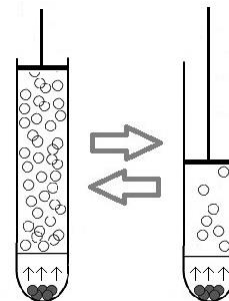
c) p-változás – ha a reakció térfogatváltozással jár

↳ a gázok térfogatához képest a szilárd és folyékony anyagoké elhanyagolható!



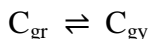
oldat f g
0 V 0 V 1 V

Tapasztalat: dugattyú kihúzásakor: $p \downarrow \rightarrow$ jöhet $CO_2 \rightarrow$ sok buborék \rightleftharpoons
dugattyú benyomásakor: $p \uparrow \rightarrow CO_2$ visszaoldódik \rightleftharpoons



HABER-BOSCH-szintézis – igen nagy p (25 MPa)
– mérsékleten magas T (4–500 °C)
– es-nak rossz: \rightleftharpoons
– de a reakciósebesség miatt mindenképp melegítés szükséges!
– katalizátor (Fe)
↳ az egyensúlyt nem befolyásolja
↳ de hamarabb beáll (ugyanaz az es)
– $n(H_2) : n(N_2) = 3 : 1$
→ NH_3 -gyártás jelentősége: – $HNO_3 \rightarrow$ pirotechnika (KNO_3 : salétrom)
– műtrágya (pétisó: NH_4NO_3)

• mesterséges gyémántgyártás: átkristályosodás igen nagy p -on



kisebb moláris térfogat → $p \uparrow \rightarrow$ több C_{gr} alakul át C_{gy} -tá, mivel annak kisebb a térfogata

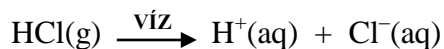
PROTOLITIKUS / SAV-BÁZIS REAKCIÓK

= p⁺-átmenet

1. Sav-bázis elméletek

a) ARRHENIUS elmélete (svéd, 1884)

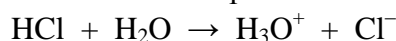
- ő föltételezte először ionok (töltött részecskék) létezését (az e⁻ fölfedezése előtt!), 1903-ban ő kapta a 3. kémiai Nobel-díjat az elektrolitos disszociáció elméletéért



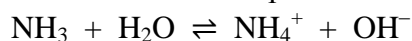
- *sav*: olyan anyag, amely vizes oldatban H⁺-ra disszociál
- *bázis*: olyan anyag, amely vizes oldatban OH⁻-ra disszociál
↳ az NH₃ ezen elmélet szerint nem bázis
- közömbösítés ionegyenlete: H⁺ + OH⁻ = H₂O

b) BRÖNSTED elmélete (dán, 1920')

- *sav*: H⁺-ion leadására képes részecske



- *bázis*: H⁺-ion felvételére képes részecske



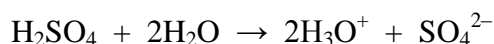
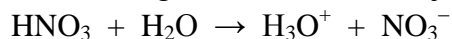
NaOH: ?

↓

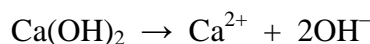
- szűkebb ARRHENIUS elméleténél persze bővebb is: ionokra is vonatkozik nemcsak vizes oldatok
$$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$$
$$\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$$
- a H₂O *amfoter* (reakciópartnertől függően savként is, bázisként is viselkedhetik)
- tehát: H⁺ valójában nincs, csak H₃O⁺ (~ kockás / négyzethálós füzet)
- közömbösítés ionegyenlete: H₃O⁺ + OH⁻ = 2H₂O

2. Erős – gyenge

- mihez képest? köznyelv: vízhez képest
- *erős sav / bázis*: híg vizes oldatban is teljes mértékben disszociál



↳ kétértékű sav: két H⁺ leadására képes

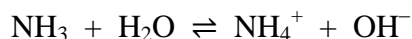


- *gyenge sav*: híg vizes oldatban sem disszociál teljes mértékben



gyenge bázisok: híg vizes oldatban sem protonálódnak / disszociálnak teljes mértékben

↓
NH₃ és vízben rosszul oldódó fém-hidroxidok



	Sav	Bázis
Erős	<ul style="list-style-type: none"> • HCl (sósav) • H₂SO₄ (kénsav) • HNO₃ (salétromsav) 	<ul style="list-style-type: none"> • NaOH • KOH • Ca(OH)₂
Gyenge	<ul style="list-style-type: none"> • CH₃COOH (ecetsav – ubi) • H₃PO₄ (foszforsav – kóla) • H₂CO₃ (szénsav – ásványvíz) 	<ul style="list-style-type: none"> • NH₃ (ammónia – pangó vizelet) • Fe(OH)₂, Fe(OH)₃ (rozsdá) • Al(OH)₃ <p>+ a d-/p-mező többi fémjének hidroxidja (nem oldódnak vízben)</p>

3. Kémhatás — az oldat jellemzője

- $c(\text{H}_3\text{O}^+) > c(\text{OH}^-)$ savas oldat
- $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{OH}^-)$ semleges oldat
- $c(\text{H}_3\text{O}^+) < c(\text{OH}^-)$ lúgos oldat
- $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
autoprotolízis: a vízmolekulák saját magukkal is sav-bázis reakcióba lépnek (igen kis arányban)
↓
minden vizes oldatban van H⁺ és OH⁻ is (a sósavban is van nagyon kevés OH⁻)

- pH: híg oldatok kémhatásának számszerű jellemzése

$0 \leq \text{pH} < 7$	→ savas
$\text{pH} = 7$	→ semleges
$7 \leq \text{pH} < 14$	→ lúgos

4. Indikátor: olyan anyag, amely színével jelzi az oldat kémhatását

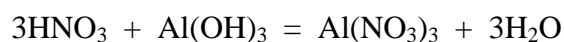
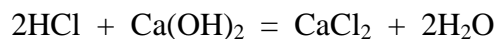
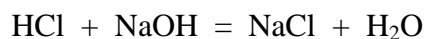
	SAVAS	SEMLEGES	LÚGOS
univerzális	piros	zöld	kék
fenolftalein	színtelen	színtelen	lila
metilnarancs	vörös	narancs	narancs
tea	világos	sötét	sötét

↓
ha citromsavat öntünk bele, kivilágosodik

5. Sav-bázis reakciók csoportosítása

a) közömbösítés: sav és bázis sztöchiometrikus reakciója

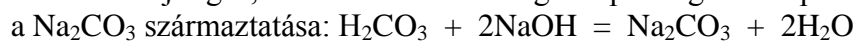
↳ vagyis egyik reaktánsból sem marad



b) sók hidrolízise:

ha a só gyenge savból vagy bázisból származik, oldatának kémhatása nem semleges

pl. Na₂CO₃ → a szikes talaj lúgos, vö. ARANY JÁNOS: Ég a napmelegtől a kopár szik sarja...)

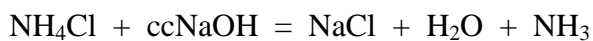
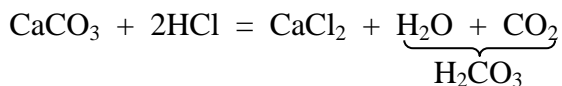


gyenge sav erős bázis

pl. NH₄Cl → savasan hidrolizál (származtatása: NH₃ + HCl = NH₄Cl)

gyenge bázis erős sav

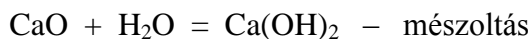
c) az erősebb sav a gyengébb és illékonyabb savat sójából kiszorítja → gázok lab. eá.



↳ az elv bázisokra is működik

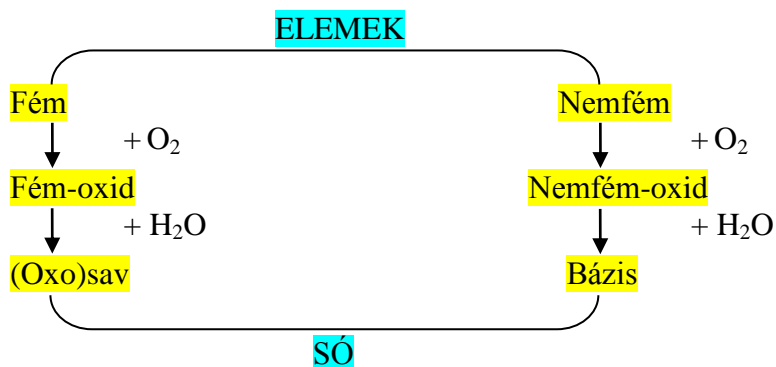
d) sav-/bázisanhidrid + víz

↳ olyan anyag, amit savból kapunk vízelvonással – többnyire nemfém-oxid $\xrightarrow{\text{vizzel való reakció}}$ (oxo)sav



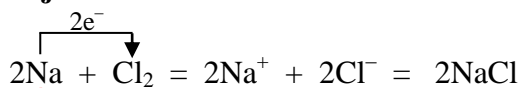
↳ bázisanhidrid + víz → bázis

a szerves kémia vázát az alábbi séma mutatja:

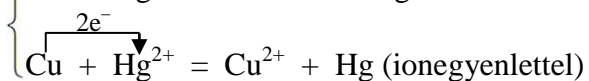
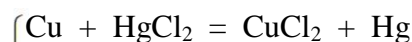
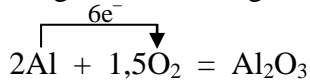
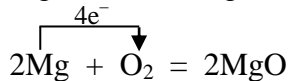
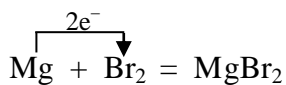


REDOXIREAKCIÓK

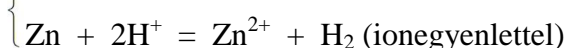
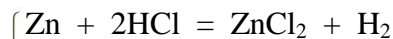
teljes e⁻-átmenet → ionok



oxidálódik redukálódik
redukálószer oxidálószer

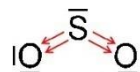
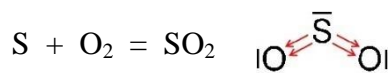


balrabb a feszültségi sorban → nagyobb redukálóképesség



részleges e⁻-átmenet

→ poláros kovalens kötés

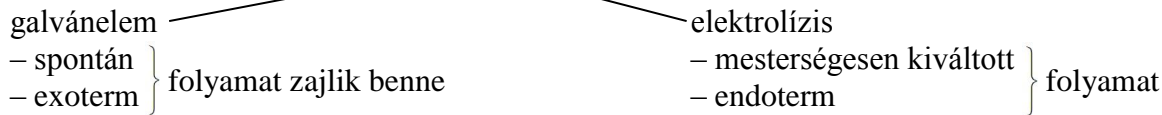


oxidáció: e⁻-leadás
 redukció: e⁻-felvétel
 (teljes / részleges egyaránt)

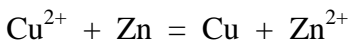
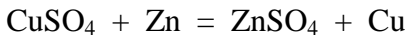
redukálószer: az a részecske
 (anyag), mely e⁻-t ad át
 reakciópartnerének

oxidálószer: az a részecske
 (anyag), mely e⁻-t vesz el
 a reakciópartnertől

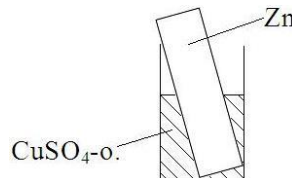
ELEKTROKÉMIA



1. „Normális” redoxireakció: az oxidáció és a redukció ugyanott zajlik

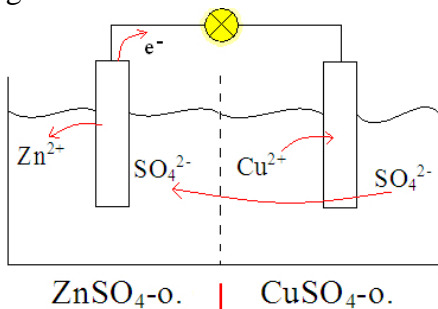


tapasztalat: kék oldat színe eltűnik (a Zn^{2+} színtelen)
 a szürke cinken vörös bevonat

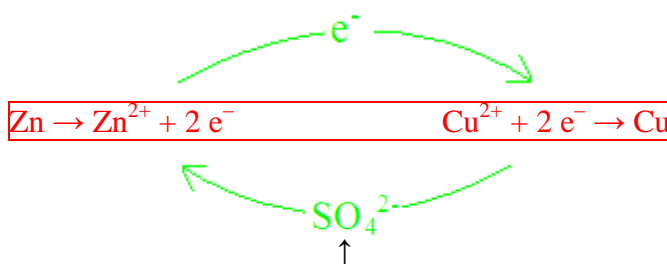


2. Térbeli elválasztás → elektrokémia

- galvánelem



szemipermeábilis / féligáteresztő hártya

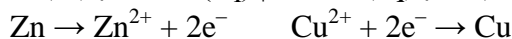


a negatív töltés áramlásának iránya (zárt áramkör)

elektrolitoldat: ionokat tartalmazó oldat

elektrod: fém + saját ionjait tartalmazó oldat

- DANIELL-elem** (1836): $\ominus \text{Zn}(\text{sz}) \mid \text{ZnSO}_4(\text{aq}) \mid \text{CuSO}_4(\text{aq}) \mid \text{Cu}(\text{sz}) \oplus$



ANÓD

KATÓD

oxidáció helye

redukció helye

\ominus

\oplus

- galvánelem:* kémiai E -nak elektromos E -vá való átalakítására alkalmas berendezés
 legegyszerűbb típusa két különböző (→ eltérő redukálóképességű) fémből áll
 pl. ceruzaelem (ún. LECLANCHÉ-féle szárazelem): Zn (elem alja), MnO_2

└─ nincs benne oldat

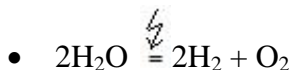
gombelem (RUBEN-MALLORY-elem, karórában): Zn, HgO

lítiumion-akkumulátor (nagy feszültség, tartós): Li, Mn-vegyületek

3. Elektrolízis: el. áram hatására végbemenő kémiai reakció ($E_{\text{elektromos}} \rightarrow E_{\text{kémiai}}$)

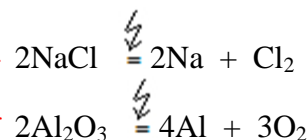
- CuCl_2 -oldat elektrolízise: $\oplus \rightarrow \text{ox. A} \quad 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$
 $\ominus \rightarrow \text{red. K} \quad \underline{\underline{\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}}}$
 $\text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{Cl}_2$

- NaCl -oldat elektrolízise: $\oplus \quad 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^- \quad \text{A} \quad \text{oxidáció}$
 $\ominus \quad \text{Na}^+ \quad \underline{\underline{2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-}} \quad \text{K} \quad \text{redukció}$
 hiszen a Na oldódik vízben! ┘
 \emptyset bruttó egyenlet



- ipari jelentőség: Na, Cl_2 , Al előállítása olvadákelektrolízissel

- galvanizálás:* vékony fémbevonat készítése
 pl. ezüstözés → díszítés, nikkelezés → korrózióvédelem



TARTALOMJEGYZÉK

Atomszerkezet	1
Fontos fogalmak	2
Radioaktivitás	4
Az elektronfelhő	4
A periódusos rendszer	5
Ionok	6
A kovalens kötés	7
A kristályrács	10
Gázok	13
Folyadékok	13
Oldatok	13
Halmazkeverékek	15
A kémiai reakció	16
Reakciókinetika	17
A kémiai egyensúly	19
Protolitikus / Sav-bázis reakciók	21
Redoxireakciók	23
Elektrokémia	24



[TÓTH ZOLTÁN: *Tévhitek a kémia oktatásában.*
Magyar Kémikusok Lapja, LXXIV. (2019) 4. sz. 115.]