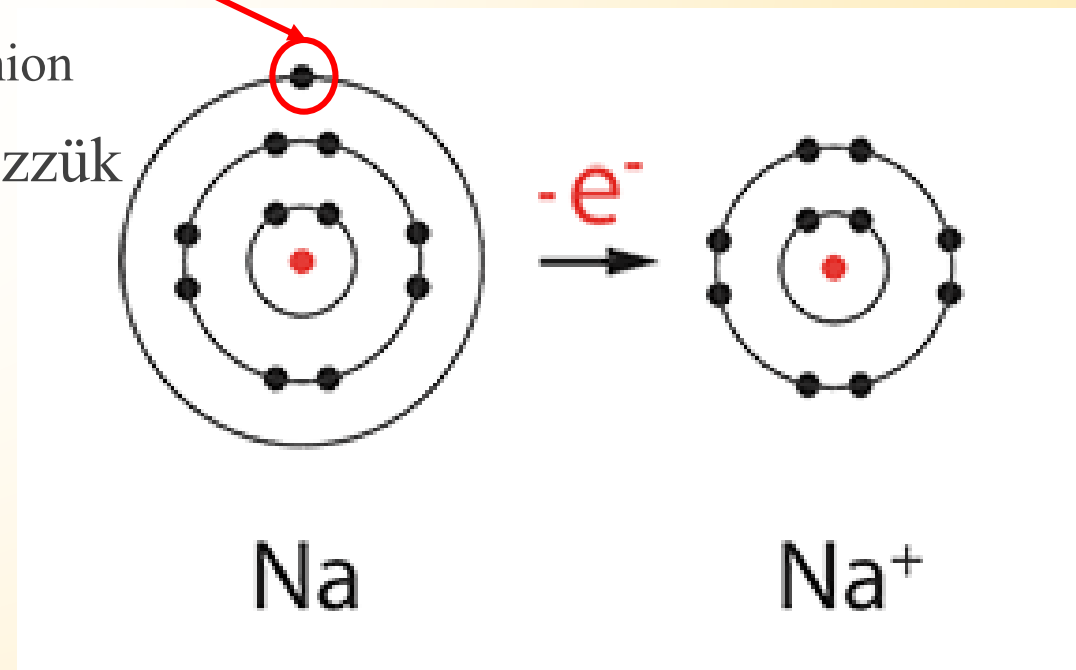




6. Az ionkötés és az ionrács

Az egyszerű ionok képződése

- ▶ egyszerű ion: olyan töltéssel rendelkező kémiai részecske, amely egy atomból elektronleadással vagy –felvétellel jön létre
- ▶ pl. a nátriumatom energia hatására a legkülső elektronját leadja
 - ▶ így egy új kémiai részecske, a nátriumion jön létre
 - ▶ 11 p⁺-ra 10 e⁻ jut, ezért pozitív töltésű a nátriumion
- ▶ a pozitív töltésű ionokat **kationoknak** nevezzük



A kationok képződése

➤ kis elektronegativitású elemek képeznek leginkább kationokat

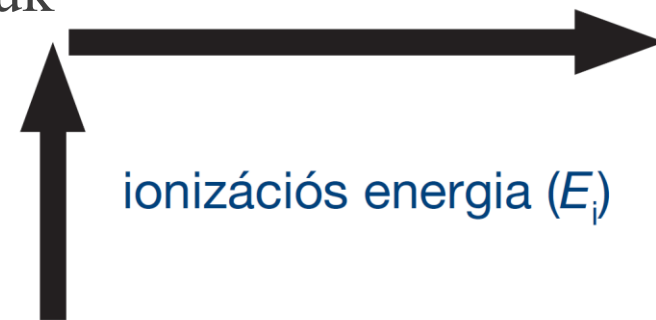
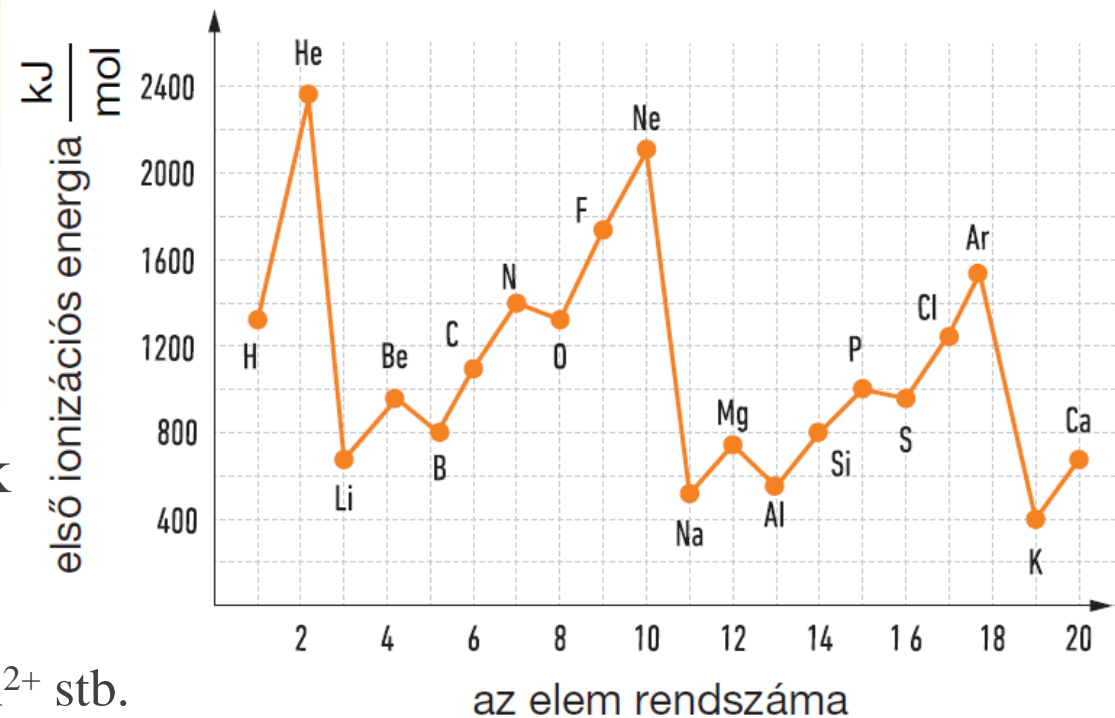
➤ pl.: alkálifémek (Na^+ , K^+), alkáliföldfémek (Mg^{2+} , Ca^{2+}), Al^{3+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} stb.

➤ méretük kisebb, mint azon atomé, amelyikből képződnek

➤ **első ionizációs energia (E_i):** az az energiamennyiség, amely ahhoz szükséges, hogy 1 mol szabad állapotú (gáz-halmazállapotú) alapállapotú atomból a legkönnyebben leszakítható elektront eltávolítsuk

➤ mértékegysége: $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

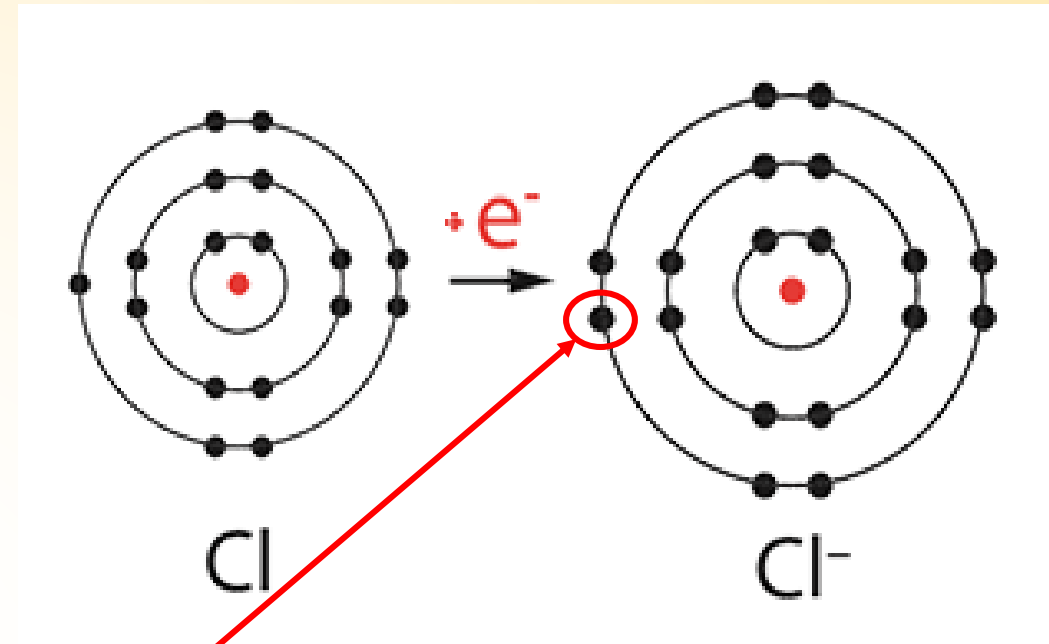
➤ mindig pozitív



A fontosabb fémionok kialakulása

A fématom neve	A fématom vegyjele	A külső elektronok száma	A leadott elektronok száma	A képződött ion neve	A képződött ion képlete	A végbement folyamat
nátrium	Na	1	1	nátriumion	Na^+	$\text{Na} - e^- \rightarrow \text{Na}^+$
lítium	Li	1	1	lítiumion	Li^+	$\text{Li} - e^- \rightarrow \text{Li}^+$
magnézium	Mg	2	2	magnéziumion	Mg^{2+}	$\text{Mg} - 2 e^- \rightarrow \text{Mg}^{2+}$
alumínium	Al	3	3	alumíniumion	Al^{3+}	$\text{Al} - 3 e^- \rightarrow \text{Al}^{3+}$
kálium	K	1	1	káliumion	K^+	$\text{K} - e^- \rightarrow \text{K}^+$
kalcium	Ca	2	2	kalciumion	Ca^{2+}	$\text{Ca} - 2 e^- \rightarrow \text{Ca}^{2+}$
vas	Fe		2	vas(II)ion	Fe^{2+}	$\text{Fe} - 2 e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
vas	Fe		3	vas(III)ion	Fe^{3+}	$\text{Fe} - 3 e^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
cink	Zn		2	cinkion	Zn^{2+}	$\text{Zn} - 2 e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$
réz	Cu		2	réz(II)ion	Cu^{2+}	$\text{Cu} - 2 e^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}$
ezüst	Ag		1	ezüst(I)ion	Ag^+	$\text{Ag} - e^- \rightarrow \text{Ag}^+$

Az anionok képződése



▶ a kloridion képződése:

- ▶ a klóratom rendszáma 17, vagyis az atommagjában a neutronok mellett 17 darab proton található, míg körülöttük – az elektronfelhőben – 17 darab elektron kering
 - ▶ a klóratom tehát semleges
- ▶ ha a klóratom felvesz egy elektront, akkor kloridionná alakul
 - ▶ a 17 protont tartalmazó atommag körül immár 18 elektron kering
 - ▶ a kialakult ionban a negatív töltésű részecskék száma eggyel több, mint a pozitív töltésű részecskéké, így az egész kloridion negatív töltésű lesz

Az anionok

- ▶ a negatív töltésű ionokat összefoglalóan anionoknak nevezzük
- ▶ az egyszerű anionok nemfématomokból (nagy elektronegativitású atomokból) jönnek létre
- ▶ a fontosabb anionok egyszeres vagy kétszeres negatív töltésű ionok
- ▶ az anionok neve „idion” végződést kap
- ▶ a hidrogén tud kationt és aniont is képezni
- ▶ a nemfématomokra nem jellemző, hogy többféle iont képezzenek, mint ahogy ezt a fémek kationná alakulásánál láttuk
- ▶ az anionok mérete mindig nagyobb, mint azon atom mérete, amelyből képződött

A fontosabb egyszerű anionok kialakulása

A nemfém-atom neve	A nemfém-atom vegyjele	A külső elektronok száma	A felvett elektronok száma	Az ionban a külső elektronok száma	A képződött ion neve	A képződött ion képlete	A végbement folyamat
klór	Cl	7	1	8	kloridion	Cl^-	$\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
fluor	F	7	1	8	fluoridion	F^-	$\text{F} + \text{e}^- \rightarrow \text{F}^-$
oxigén	O	6	2	8	oxidion	O^{2-}	$\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$
kén	S	6	2	8	szulfidion	S^{2-}	$\text{S} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$
hidrogén	H	1	1	2	hidridion	H^-	$\text{H} + \text{e}^- \rightarrow \text{H}^-$
bróm	Br	7	1	8	bromidion	Br^-	$\text{Br} + \text{e}^- \rightarrow \text{Br}^-$
jód	I	7	1	8	jodidion	I^-	$\text{I} + \text{e}^- \rightarrow \text{I}^-$

Az elektronaffinitás

- jele: E_a
- mértékegysége: $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- lehet pozitív vagy negatív
- 1: az az energiamennyiség, amely akkor szabadul fel, vagy nyelődik el, amikor 1 mol szabad (gáz-halmazállapotú) alapállapotú atomból egyszeresen negatív töltésű ion képződik
- 2: az az energiamennyiség, amely akkor szabadul fel, vagy nyelődik el, amikor 1 mol szabad állapotú (gáz-halmazállapotú) negatív töltésű ionból a töltést okozó elektront eltávolítjuk

Az összetett ionok kialakulása

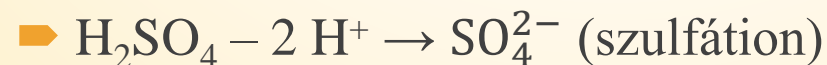
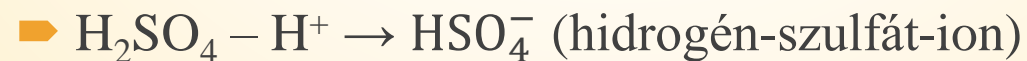
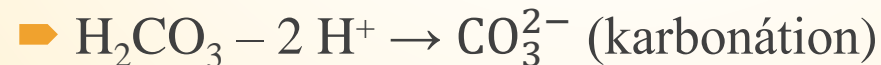
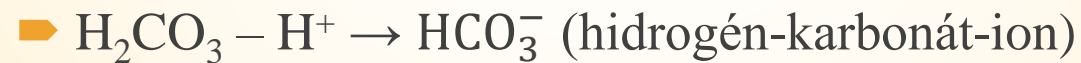
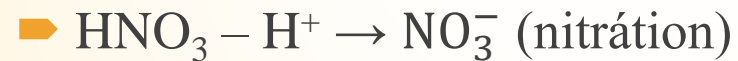
- ▶ összetett ion: olyan töltéssel rendelkező kémiai részecske, amely felépítésében legalább két atommag vesz részt
- ▶ kialakulás: molekulákból hidrogénion-felvétellel (kationok) vagy leadással (anionok)

Összetett ionok kialakulása

▶ kationok:



▶ anionok:



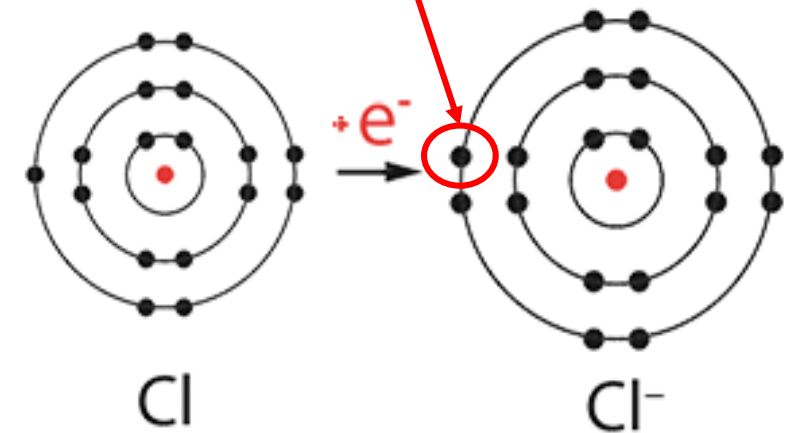
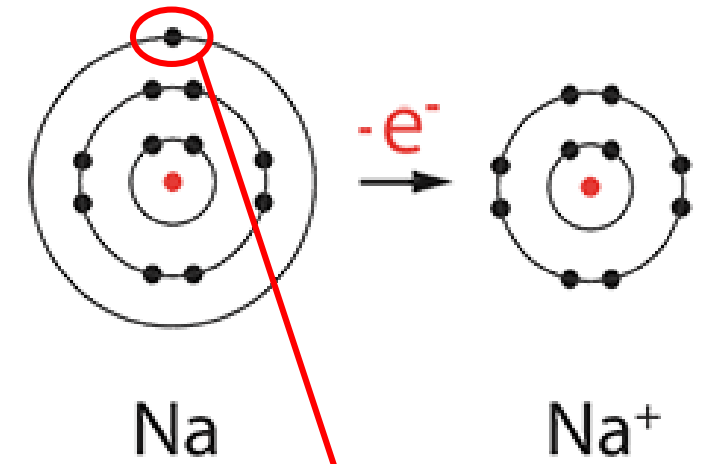
Összetett ionok kialakulása

▶ anionok:

- ▶ $\text{H}_2\text{SO}_3 - \text{H}^+ \rightarrow \text{HSO}_3^-$ (hidrogén-szulfít-ion)
- ▶ $\text{H}_2\text{SO}_3 - 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$ (szulfition)
- ▶ $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ (dihidrogén-foszfát-ion)
- ▶ $\text{H}_3\text{PO}_4 - 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}$ (hidrogén-foszfát-ion)
- ▶ $\text{H}_3\text{PO}_4 - 3 \text{H}^+ \rightarrow \text{PO}_4^{3-}$ (foszfátion)

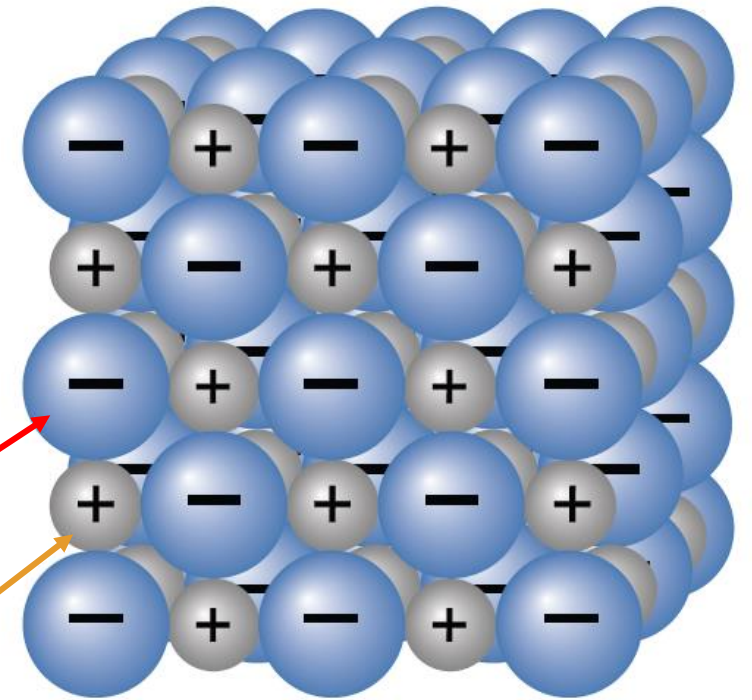
Az ionvegyületek képződése

- ▶ a nátriumatom egy elektront leadva nátriumionná alakul
- ▶ a nátriumatom által leadott elektron keres egy olyan atomot, amelyik szeretne elektront felvenni
- ▶ ilyen atom a klóratom, amely felvéve az elektront kloridionná alakul
- ▶ tulajdonképpen a két folyamat kéz-a-kézben jár: ha egy atom elektront ad le, egy másik felveszi az elektront
- ▶ eközben a kationokból és az anionokból ionvegyület (nátrium-klorid) keletkezik



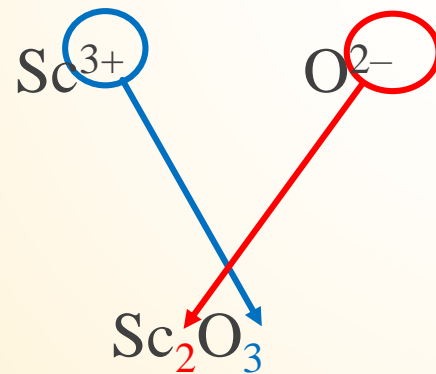
Az ionvegyületek képződése

- ▶ a kationok és az anionok szabályos rendben helyezkednek el egymáshoz képest: a kationok mellé az anionok kerülnek, az anionok körül pedig kationok vannak
- ▶ a nátrium-klorid esetében minden nátriumion képződése ugyanannyi kloridion képződését teszi lehetővé, vagyis a két ion számaránya 1:1
- ▶ az ellentétes töltésű ionok között eközben elektrosztatikus vonzás alakul ki, amit **ionkötésnek** nevezünk
 - ▶ erős, elsőrendű kémiai kötés



Az ionvegyületek képlete

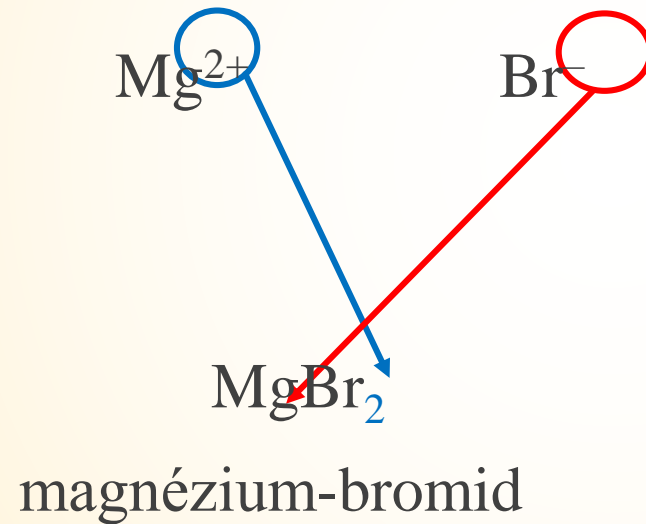
- ▶ az ionvegyületek képlete azt mutatja meg, hogy milyen arányban kell jelen legyen a kation és az anion ahhoz, hogy a vegyületnek ne legyen töltése
- ▶ a képlet tehát számarányt jelöl: vagyis nem 1 darab nátriumion és egy darab kloridion van a nátrium-kloridban (NaCl), hanem ugyanannyi nátriumion, mint kloridion
- ▶ például az ionvegyületet alkotó ionok képlete: Sc^{3+} és O^{2-}



szkandium-oxid

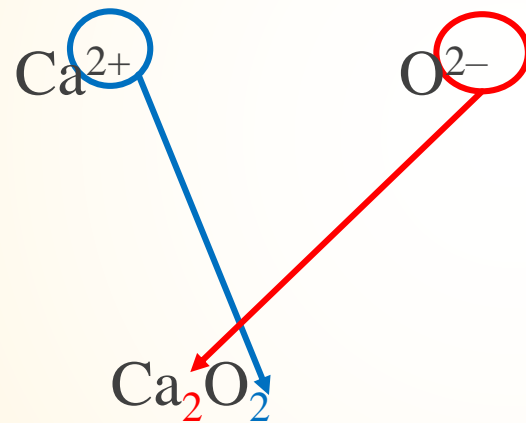
Az ionvegyületek képlete

- ▶ az ionvegyületet alkotó ionok képlete: Mg^{2+} és Br^-



Az ionvegyületek képlete

- ▶ az ionvegyületet alkotó ionok képlete: Ca^{2+} és O^{2-}



Ezt viszont leegyszerűsítjük: CaO

kalcium-oxid

Az ionvegyületek neve

- ▶ előbb megnevezzük a kationt, majd az aniont
- ▶ nem mondjuk az „ion” végződést
- ▶ írásban a két ion neve közé kötelező a kötőjel
- ▶ a vegyület nevét kisbetűvel kell írni
- ▶ réz(II)-klorid: ejtsd: réz-kettő-klorid

Ionvegyületek képlete és neve

	Na^+	Ca^{2+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
	nátriumion	kalciumion	alumíniumion	réz(II)ion
Cl^-	NaCl	CaCl_2	AlCl_3	CuCl_2
kloridion	nátrium-klorid	kalcium-klorid	alumínium-klorid	réz(II)-klorid
O^{2-}	Na_2O	CaO	Al_2O_3	CuO
oxidion	nátrium-oxid	kalcium-oxid	alumínium-oxid*	réz(II)-oxid

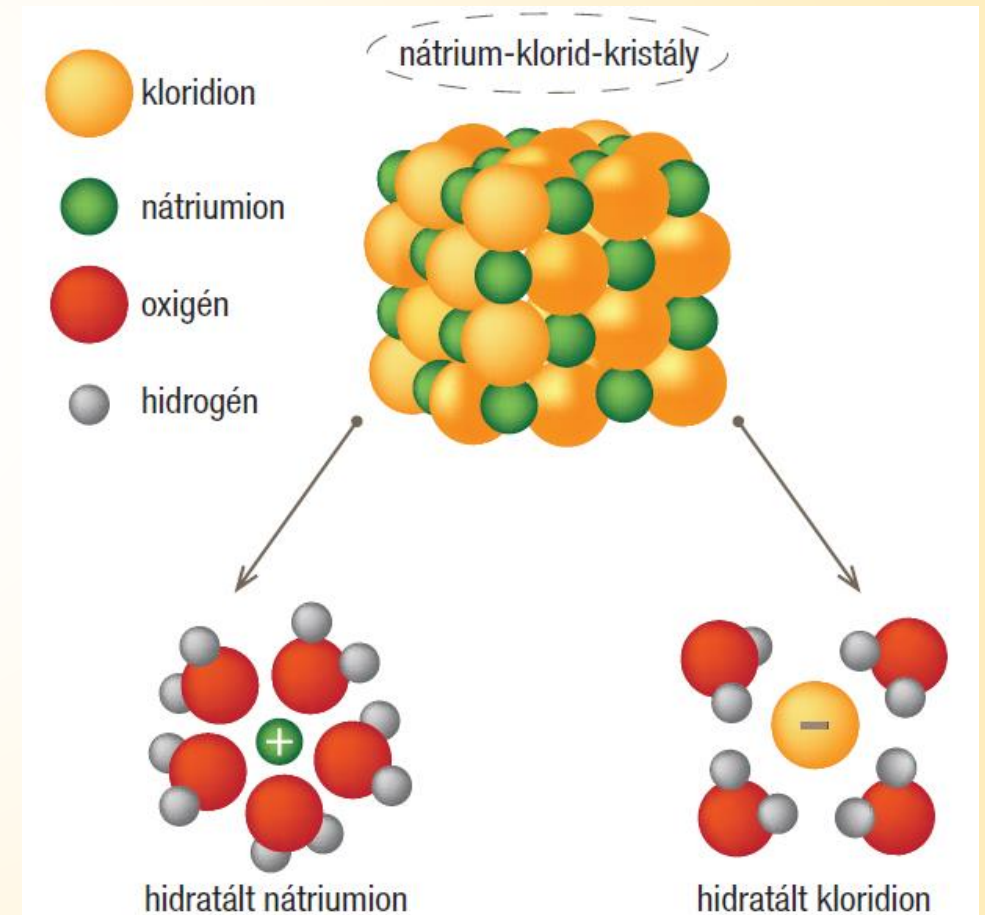
* Csak speciális körülmények között ionvegyület.

Ionvegyületek képlete és neve

	K^+	Mg^{2+}	NH_4^+	Cr^{3+}
	káliumion	magnéziumion	ammóniumion	króm(III)ion
NO_3^-	KNO_3	$Mg(NO_3)_2$	NH_4NO_3	$Cr(NO_3)_3$
nitrátion	kálium-nitrát	magnézium-nitrát	ammónium-nitrát	króm(III)-nitrát
SO_4^{2-}	K_2SO_4	$MgSO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	$Cr_2(SO_4)_3$
szulfátion	kálium-szulfát	magnézium-szulfát	ammónium-szulfát	króm(III)-szulfát

Az ionvegyületek tulajdonságai

- ▶ 25 °C hőmérsékleten, légköri nyomáson szilárd halmazállapotúak
- ▶ viszonylag magas az olvadás- és forráspontjuk
- ▶ vízben általában jól oldódnak (hidratált ionok képződnek)



A komplex ionok

- ▶ két részből állnak:
 - ▶ egy központi fémionból, például egy Cu^{2+} -, Al^{3+} -, Ag^+ -ionból és
 - ▶ ligandumokból, amelyek nemkötő elektrópárral rendelkező ionok vagy molekulák, mint például a H_2O , NH_3 , Cl^- , OH^-
- ▶ a központi ion és a ligandum között kötés alakul ki a nemkötő elektrópárokon keresztül
- ▶ töltése kiszámítható a központi fémion és a ligandumok töltésének összegéből
- ▶ $\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (neve: [tetraammino-réz(II)]-ion)

Felhasznált források

- ▶ https://www.nkp.hu/tankonyv/kemia_7/img/5679.png?max_width=800 (utoljára megtekintve és módosítva: 2021.09.28.)
- ▶ OH-KEM910TB/I. tankönyv: *6. Az ionkötés és az ionrács* (Oktatási Hivatal, 2021, 32-35. oldal)