

Sole składają się z jonu metalu i jonu reszty kwasowej. Ogólny wzór soli można zapisać w postaci


$$M_nR_m$$

gdzie:

- M – jon metalu (a także jon amonowy – NH_4^+),
- R – reszta kwasowa
- m, n – indeksy stechiometryczne, przy czym m równa się wartościowości metalu,
- n – wartościowości reszty kwasowej


Sole można podzielić na trzy grupy:

1. **Sole obojętne** o wzorze ogólnym M_nR_m
2. **Wodorosole** o wzorze ogólnym $M_n(\text{HR})_m$
3. **Hydrososole** o wzorze ogólnym $[\text{M}(\text{OH})_x]_nR_m$



Otrzymywanie. Sole można otrzymywać wieloma sposobami, wśród których najważniejszych jest sześć:

- 1) zasada + kwas \rightarrow sól + woda
- 2) metal + kwas \rightarrow sól + wodór
- 3) tlenek metalu + kwas \rightarrow sól + woda
- 4) zasada + bezwodnik kwasowy \rightarrow sól + woda
- 5) bezwodnik zasadowy + bezwodnik kwasowy \rightarrow sól
- 6) metal + niemetal \rightarrow sól



Otrzymywanie soli


Sole - substancje powstałe w wyniku zastąpienia w kwasach atomu wodoru innymi atomami lub grupami. W roztworach wodnych dysocjują na aniony i kationy (sole rozpuszczalne).

Kation pochodzi od zasady (metal lub NH_4^+) anion od kwasu (reszta kwasowa).

1. Reakcja kwasu z zasadą:

$$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{jonowo})$$

$$\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad (\text{po uproszczeniu})$$


2. Reakcja kwasu z metalem:

$$\text{Na} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \frac{1}{2} \text{H}_2 \uparrow \quad (\text{cząsteczkowo})$$


$$\text{Na} + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \frac{1}{2} \text{H}_2 \uparrow \quad (\text{jonowo})$$

$$\text{Na} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Na}^+ + \frac{1}{2} \text{H}_2 \uparrow \quad (\text{po uproszczeniu})$$

3. Reakcja kwasu z tlenkiem metalu:

$$\text{Na}_2\text{O} + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$\text{Na}_2\text{O} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Na}^+ + 2 \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{jonowo})$$

$$\text{Na}_2\text{O} + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{po uproszczeniu})$$


4. Reakcja metalu z niemetalem (sole kwasów beztlenowych):

$$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- \quad (\text{jonowo})$$

5. Reakcja tlenku metalu z tlenkiem niemetalu:


$$\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} \quad (\text{jonowo})$$

6. Reakcja tlenku niemetalu z zasadą

$$\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$\text{CO}_2 + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{jonowo})$$

$$\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{po uproszczeniu})$$


7. Reakcja zasady z tlenkiem niemetalu (bezwodnikiem kwasowym)

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{cząsteczkowo})$$

$$\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{jonowo})$$

Reakcje, w których sole powstają z innych soli

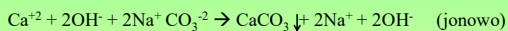
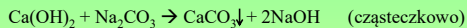
8. Reakcja soli z kwasem

$$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \quad (\text{cząsteczkowo})$$

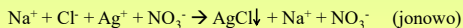
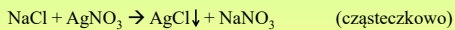
$$\text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \quad (\text{jonowo})$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow \quad (\text{po uproszczeniu})$$

9. Reakcja soli z zasadą



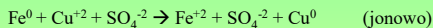
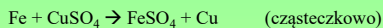
10. Reakcja soli z solą



7

11. Reakcja soli z metalem

(wydziela się metal szlachetniejszy – mniej aktywny)



Szereg metali uporządkowany w kierunku wzrostu potencjału (od mniej do bardziej szlachetnych - spadek łatwości tworzenia kationów):

Li K Na Ca Mg Al Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Sb Bi Cu Ag Hg Pt Au

Każdy metal o niższym potencjale normalnym wypiera z roztworu soli metal o wyższym potencjale.

Reguła ta nie dotyczy litowców i berylowców, które nie wypierają innych metali z wodnych roztworów, gdyż pierwszeństwo ma reakcja z wodą prowadząca do otrzymania wodorotlenków. Jedynie magnez i beryl, które reagują z wodą na gorąco, mogą wypierać w temperaturze pokojowej inne metale z roztworu. Glin nie wydziela z roztworów zawierających jony Fe^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} i Cu^{2+} metali, ponieważ ulega pasywacji – pokrywa się warstwą ochronną swojego tlenku.

8

Laboratorium zajęcia L2 (identyfikacja pojedynczych kationów w roztworze) i L3 (analiza wybranych anionów)

Symbole, nazwy i wartościowości pierwiastków: H, Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Ba, Cr, Mo, Fe, Co, Ni, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Sn, Hg, B, Al, C, Si, Pb, N, P, O, S, F, Cl, Br, I, He

Wzory oraz nazwy kwasów (wartościowości anionów) i soli od nich pochodzących: H_2CO_3 , H_2SO_4 , H_2SO_3 , HNO_3 , HNO_2 , H_3PO_4 , HCl , H_2S , HBr , HF

L2:

Znajomość instrukcji

Nazwy i wzory soli (pięć wzorów na podstawie podanych nazw i pięć nazw na podstawie podanych wzorów)

Sposoby otrzymywania soli

L3:

Znajomość instrukcji

Opisy wiązań chemicznych wewnątrzcząsteczkowych (jonowe, kowalencyjne, spolaryzowane)

Uzgodnienie szczegółów dotyczących zajęć L2 i L3 z osobą prowadzącą: [magdalena.janus@zut.edu.pl](mailto:magdalenajanus@zut.edu.pl)

9

	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Au ³⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Hg ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	
OH ⁻	+	+	+	-	-	T	+	-	-	-	T	T	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
F ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cl ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Br ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
I ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SO ₃ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SO ₄ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO ₂ ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO ₃ ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PO ₄ ³⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CO ₃ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SiO ₃ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MnO ₄ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CrO ₄ ²⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CH ₃ COO ⁻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Legenda:

- + - substancja dobrze rozpuszczalna (rozpuszczalność powyżej 1 g w 100 g wody)
- T - substancja o niewielkiej rozpuszczalności, tracąca się przy odpowiednim stężeniu roztworu (rozpuszczalność 0,1-1 g w 100 g wody)
- - - substancja praktycznie nierozpuszczalna, tracąca się z rozcieńczonych roztworów (rozpuszczalność poniżej 0,1 g w 100 g wody)
- & - zachodzi skomplikowane reakcje lub substancja nie została otrzymana

Solubility Table Common Ionic Compounds

	Group 1				Group 2			Transition Metals					
	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺
F ⁻	sol	sol	sol	sol	insol	insol	sl sol	sol	sl sol	sol	sol	sol	insol
Cl ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	insol	sol	sol
Br ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	insol	sol	sol
I ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	insol	sol	insol
OH ⁻	sol	sol	sol	sol	insol	sl sol	sol	insol	insol	insol	insol	insol	insol
S ²⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	insol	insol	insol	insol	insol	insol
SO ₃ ²⁻	sol	sol	sol	sol	sl sol	insol	sol	sol	sol	sl sol	sol	sol	insol
SO ₄ ²⁻	sol	sol	sol	sol	insol	insol	insol	sol	sol	sol	insol	insol	insol
NO ₂ ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol
NO ₃ ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol
PO ₄ ³⁻	sol	sol	sol	sol	insol	insol	insol	insol	insol	insol	insol	insol	insol
CrO ₄ ²⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	insol	insol	insol	insol	insol	insol	insol
CH ₃ CO ₂ ⁻	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol	sol

sol — soluble
sl sol — slightly soluble
insol — insoluble
(blank) — compound does not exist



11