

# **Vyčíslování chemických rovníc**

# Iontové rovnice

Jsou chemické rovnice, jimiž zapisujeme reakce iontů ve vodných roztocích kyselin, hydroxidů a solí.

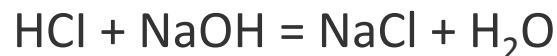
Jako celé molekuly zapisujeme

- a) nerozpustné látky ( $\text{PbI}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ , ...)
- b) slabé elektrolyty ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , ...)
- c) plynné látky ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{NH}_3$ , ...)

Aby se tyto reakce mohly uskutečnit, musí být splněna aspoň jedna podmínka z níže uvedených:

1. Tvoří (rozpouští) se nerozpustná látka
2. Tvoří se slabý elektrolyt
3. Tvoří se plynná látka
4. Mění se oxidační číslo atomu

Při zapisování „obyčejných“ (molekulárních) rovnic nezohledňujeme, že do reakce vstupují ionty:

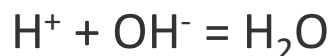


Ve vodném roztoku ovšem prakticky neexistují žádné molekuly HCl, ale pouze ionty  $\text{H}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , a podobně je tomu s NaOH. Správnější je proto iontový zápis:



Toto je kompletní (úplná) iontová rovnice.

Levá i pravá strana kompletní iontové rovnice obsahují stejné částice -  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , které se během reakce nemění. Jejich odstraněním dostaneme krátkou iontovou rovnici:



### **Algoritmus pro psaní iontových rovnic**

- 1.Sestavujeme rovnici molekulární reakce.
- 2.Všechny částice disociující se v roztoku do značné míry se zaznamenávají ve formě iontů, látky, které nejsou náchylné k disociaci, zůstávají „ve formě molekul“.
- 3.Odstraňujeme částice, které nejsou zapojeny do procesu.
- 4.Zkontrolujeme koeficienty a dostaneme konečnou odpověď - krátkou iontovou rovnici.

### **Ve formě iontů jsou psány:**

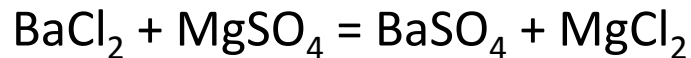
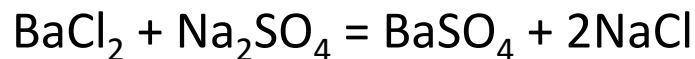
- rozpustné soli
- zásady (kromě  $\text{NH}_4\text{OH}$ ),
- silné kyseliny ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ...).

### **Ve formě molekul jsou psány:**

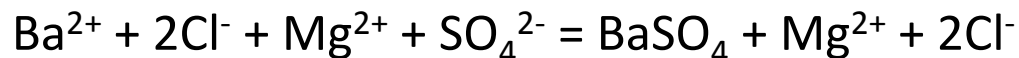
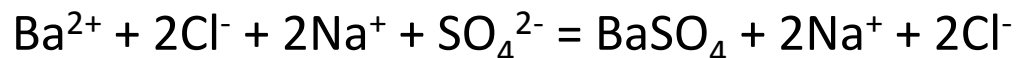
- všechny nerozpustné soli
- obecně všechny slabé elektrolyty (včetně vody).
  - všechny *slabé báze* (včetně nerozpustných hydroxidů,  $\text{NH}_4\text{OH}$  a podobných látek),
  - všechny *slabé kyseliny* ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HClO}$ , téměř všechny organické kyseliny)
- oxidy (všechny typy),
- všechny plynné sloučeniny (zejména  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ )
- jednoduché látky (kovy a nekovy),
- téměř všechny organické sloučeniny (s výjimkou solí org. kyselin rozpustných ve vodě).

## ***Příklad 1 - vytvoření nerozpustné látky***

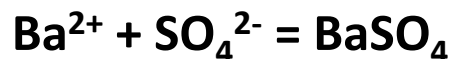
Působením chloridu barnatého na síran sodný nebo síran hořečnatý vzniká sraženina síranu barnatého a v roztoku zůstává druhý produkt reakce:



Protože obě reakce probíhají v roztoku, jsou to reakce volně pohyblivých iontu:



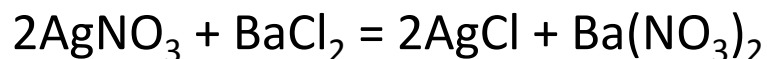
Vynecháme-li na obou stranách rovnice ty ionty, které se reakce nezúčastnily (opakují se na obou stranách rovnice beze změny), napíšeme obě reakce zkrácenou **iontovou rovnicí**:



Rovnice vyjadřuje podstatu reakce - **barnatý kationt reagoval se síranovým aniontem a vznikl síran barnatý.**

## ***Příklad 2 - vytvoření nerozpustné látky***

Reakci dusičnanu stříbrného s chloridem barnatým můžeme zapsat buď rovnicí:



nebo iontově:

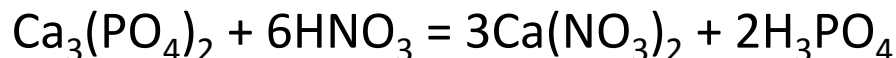


zkrácená iontová reakce:

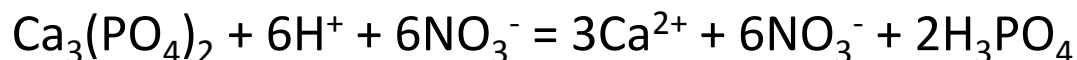


## ***Příklad 3 - rozpouštění sraženiny***

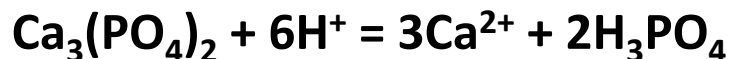
Reakci fosforečnanu vápenatého s kyselinou dusičnou můžeme zapsat rovnicí:



nebo iontově:



zkrácená iontová reakce:

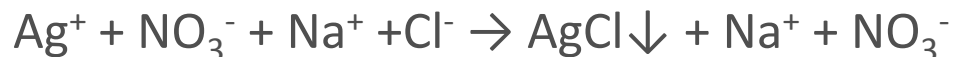


Napište iontový zápis a zkrácený iontový zápis reakce chloridu sodného s dusičnanem stříbrným.

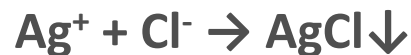
Nejprve si napíšeme stechiometrickou rovnici reakce a vyčíslíme ji:



Následně rozpíšeme všechny sloučeniny do iontového tvaru, kromě sraženiny:



Jestliže vynecháme na obou stranách rovnice ionty, které se opakují (a nezúčastňují se samotné srážecí reakce), dostaneme zkrácenou iontovou rovnici:



Napište iontový zápis srážecí reakce kyseliny sírové s chloridem barnatým.

Nejprve napíšeme rovnici ve stechiometrickém tvaru:

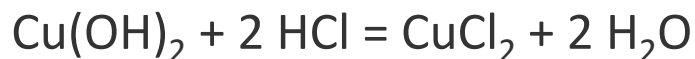


Následně rozepíšeme rovnici disociace a poté výslednou rovnici:

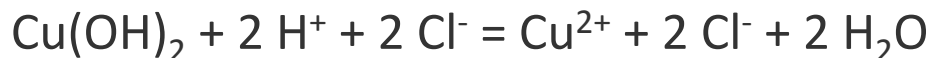


Vytvořte úplnou iontovou rovnici, která popisuje interakci hydroxidu měďnatého a kyseliny chlorovodíkové.

Hydroxid měďnatý je nerozpustná báze. Všechny nerozpustné báze reagují se silnými kyselinami za vzniku soli a vody:

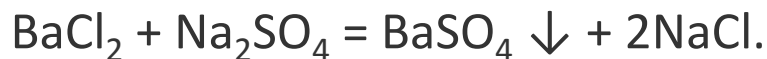


Hydroxid měďnatý je nerozpustná báze (viz tabulka rozpustnosti), slabý elektrolyt. Nerozpustné báze se zaznamenávají v molekulární formě. HCl je silná kyselina, v roztoku se téměř úplně disociuje na ionty a  $\text{CuCl}_2$  je rozpustná sůl. Obojí píšeme v iontové formě. Voda je slabý elektrolyt, prakticky nedisociuje, píšeme ji v molekulární formě.



Vytvořte úplnou a krátkou iontovou rovnici, která popisuje interakci vodných roztoků chloridu barnatého a síranu sodného.

Nejprve vytvoříme molekulární rovnici. Chlorid barnatý a síran sodný jsou dvě soli. Obě soli mohou vzájemně reagovat, pokud se během reakce vytvoří sraženina.



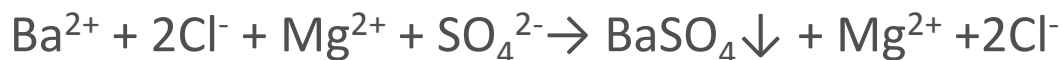


Působením chloridu barnatého na síran horečnatý vzniká sraženina síranu barnatého. Zapište zkrácenou iontovou rovnicí.

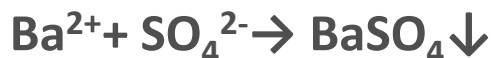
Nejprve si napíšeme úplnou chemickou rovnicí:



Reakce probíhají v roztoku, jedná se o reakce volně se pohybujících iontů.  $\text{BaSO}_4$  je sraženina málo rozpustná ve vodě, proto se nerozpisuje na samostatné ionty:

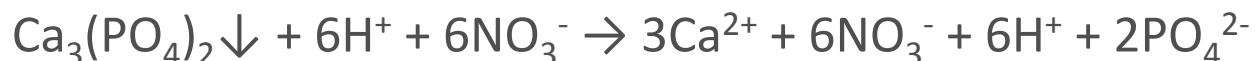


Pokud vynecháme na obou stranách rovnice ionty, které se opakují (a neúčastní se samotné srážecí reakce), dostaneme zkrácenou iontovou rovnicí:



Rozpouštění sraženiny fosforečnanu vápenatého pomocí kyseliny dusičné můžeme zapsat chemickou rovnicí:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$ . Napište iontovou a zkrácenou iontovou rovnicí tohoto děje.

Iontová rovnice je:

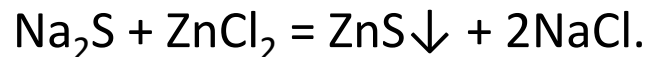


Zkrácená iónová rovnice je:

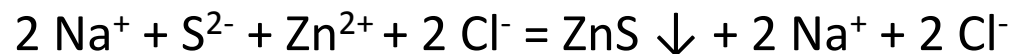


Sulfid sodný ve vodném roztoku reaguje s chloridem zinečnatým za vzniku sraženiny. Vytvořte pro tuto reakci úplnou iontovou rovnici.

Sulfid sodný a chlorid zinečnatý jsou soli. Interakce těchto solí vysráží sulfid zinečnatý:

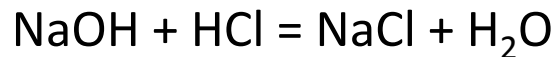


Iontová rovnice je



#### ***Příklad 4 - vytvoření slabého elektrolytu***

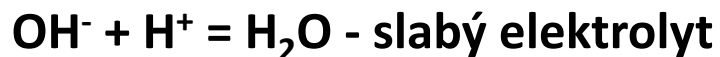
Reakci hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou můžeme zapsat buď rovnicí:



nebo iontově:

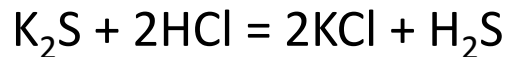


zkrácená iontová reakce:



#### ***Příklad 5 - vytvoření plynné látky***

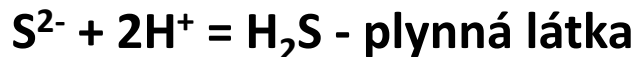
Reakci sulfidu draselného s kyselinou chlorovodíkovou můžeme zapsat buď rovnicí:



nebo iontově:

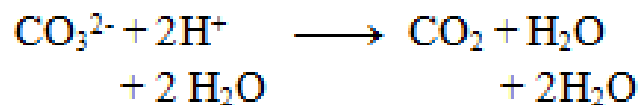
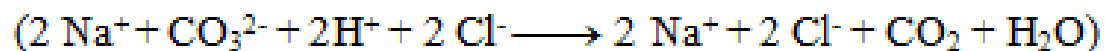


zkrácená iontová reakce:



Zapište rovnici v iontovém tvaru:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HCl} \longrightarrow 2 \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Jako ionty můžeme zapsat jen vzorce silných kyselin a zásad a solí dobře rozpustných ve vodě. Ostatní látky se nerozpisují:



Sestavte iontovou rovnici reakce hydroxidu sodného s kyselinou sírovou.

Nejprve si napíšeme úplnou chemickou rovnici a vyčíslíme ji:



Oba reaktanty jsou v roztoku úplně disociované, jedná se totiž o silnou kyselinu a silnou zásadu. Vznikající síran sodný je ve vodě dobře rozpustný. Vodu považujeme za slabý elektrolyt, proto ji v iontové rovnici nerozpisujeme:

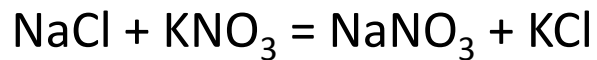


Tuto neutralizační reakci můžeme zapsat zkráceným obecným zápisem každé neutralizace:

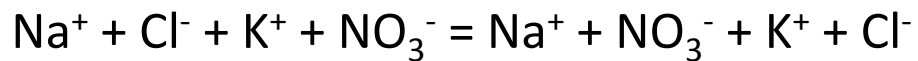


## ***Příklad 6***

rovnice:



iontově:



**NaCl + KNO<sub>3</sub> = NEREAGUJÍ, protože nebyla splněna žádná z výše uvedených podmínek.**

Máme směs roztoku NaCl a KNO<sub>3</sub> (přesněji směs iontů Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Sestavte iontovou rovnici reakce hydroxidu sodného s kyselinou sírovou.

Nejprve si napíšeme úplnou chemickou rovnici a vyčíslíme ji:



Oba reaktanty jsou v roztoku úplně disociované, jedná se totiž o silnou kyselinu a silnou zásadu. Vznikající síran sodný je ve vodě dobře rozpustný. Vodu považujeme za slabý elektrolyt, proto ji v iontové rovnici nerozpisujeme:

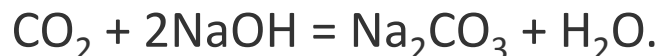


Tuto neutralizační reakci můžeme zapsat zkráceným obecným zápisem každé neutralizace:

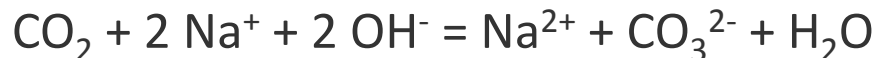


Napište kompletní iontovou rovnici pro reakci oxidu uhličitého s vodným roztokem NaOH.

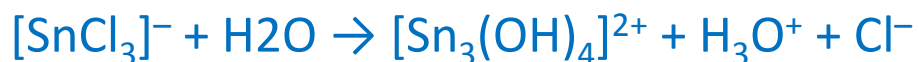
Oxid uhličitý je typický oxid kyseliny, NaOH je báze. Při interakci oxidů kyselin s vodnými roztoky alkálií se tvoří sůl a voda. Sestavujeme rovnici molekulární reakce:



CO<sub>2</sub> - oxid, plynná sloučenina, píšeme v molekulární formě. NaOH je silná báze (alkálie), píšeme ve formě iontů. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> je rozpustná sůl, píšeme ve formě iontů. Voda je slabý elektrolyt, prakticky nedisociuje, ponecháváme ji v molekulární formě.



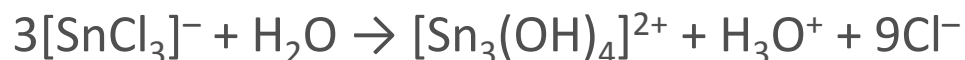
Zjistěte stechiometrické koeficienty v následující chemické rovnici:



V chemické rovnici se oxidační čísla všech atomů nemění, takže není redoxní. Najdeme látku, s největšími stechiometrickými indexy a budeme předpokládat, že její stechiometrický koeficient bude 1 = produkt  $[\text{Sn}_3(\text{OH})_4]^{2+}$ . Na pravé straně rovnice máme 3 atomy Sn, proto na levou stranu rovnice dáme před  $[\text{SnCl}_3]^-$  koeficient 3:

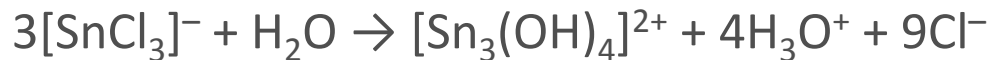


Na levé straně tak máme 9 atomů Cl, proto před  $\text{Cl}^-$  dáme koeficient 9:

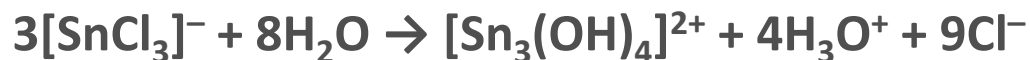


Zůstal ještě neznámý koeficient pro vodu a oxoniový kation. Ide o iónovou rovnici.

Využijeme pravidlo bilance nábojů: Na levé straně rovnice je součet nábojových čísel:  $3 \times (-1) + 0 = -3$ . Na pravé straně rovnice je součet nábojových čísel (kromě  $\text{H}_3\text{O}^+$ ):  $1 \cdot 2 + 9 \cdot (-1) = -7$ . Z toho vyplývá, že koeficient  $\text{H}_3\text{O}^+$  musí být 4, aby byl na obou stranách rovnice stejný součet nábojových čísel (-3):

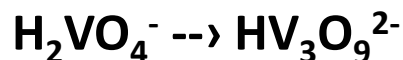


Na pravé straně máme  $4 + 4 \cdot 3 = 16$  atomů H, z čehož vyplývá, že na levé straně rovnice musí mít voda koeficient 8:

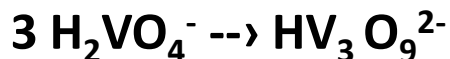


*Správnost stechiometrických koeficientů ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (8 = 8). Protož získané stechiometrické koeficienty (3, 8 = 1, 4, 9) už kromě čísla 1 nemají jiného společného dělitele, vyčíslování rovnice je skončeno.*

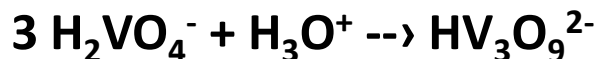
Dihydrogenvanadičnan se ve vhodném prostředí mění na hydrogentrivanadičnan



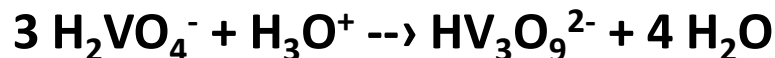
1. Vyrovnáme na obou stranách počty centrálních atomů



2. porovnáme na obou stranách náboje, v případě, že se nerovnájí, doplníme prostředí, buď kyselé  $\text{H}_3\text{O}^+$  nebo zásadité  $\text{OH}^-$  tak, aby se vyrovnaly náboje.  $\text{H}_3\text{O}^+$  nebo  $\text{OH}^-$  se vyrovnává buď na straně reaktantů nebo produktů. Pozor: nelze vyrovnávat na obou stranách zároveň, to znamená, nemůže být na jedné straně  $\text{H}_3\text{O}^+$  a na druhé  $\text{OH}^-$ , přestože by to čistě matematicky vycházelo.



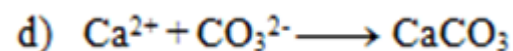
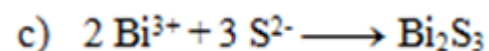
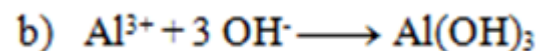
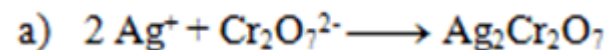
3. porovnáme na obou stranách vodíky, v případě, že nerovnájí, doplníme za pomoci vody, kterou podtrhneme



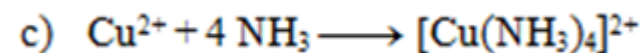
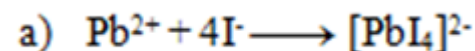
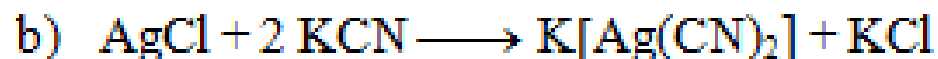
4. Zkontrolujeme počet atomů kyslíku.



Zapište následující srážecí rovnice v iontovém tvaru:



Zapište následující rovnice komplexotvorných reakcí v iontovém tvaru:



Vyčíslete následující iontové rovnice



a) 1,2,1,6,4



b) 1,1,2,1,1,1



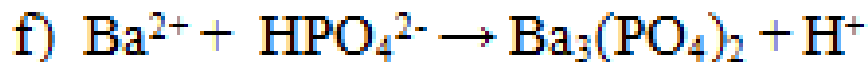
c) 2,1,4,1,1,2



d) 1,1,1,1,2



e) 2,1,4,1,1,2

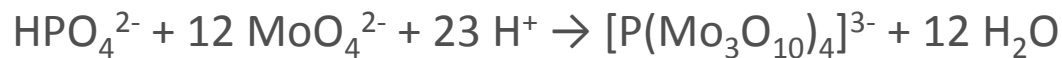
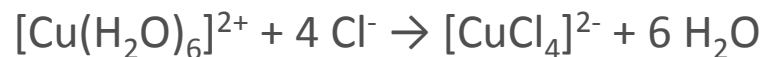
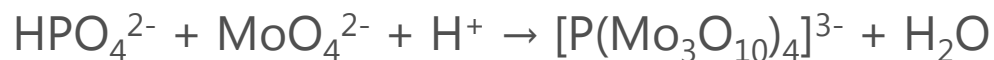
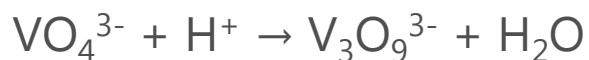
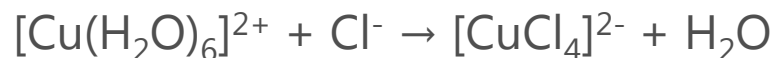
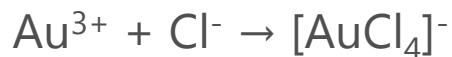


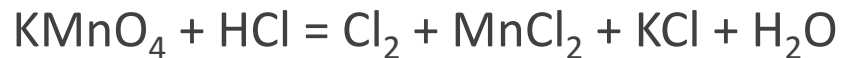
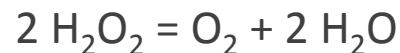
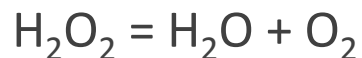
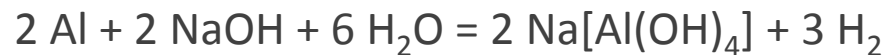
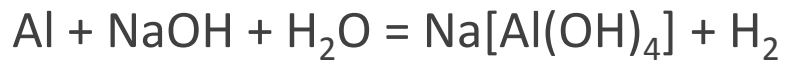
f) 3,2,1,2



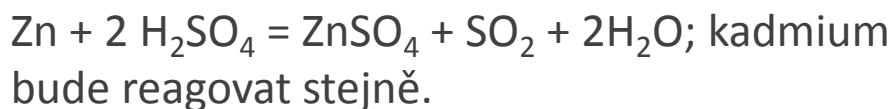
g) 1,1,2,1,1,1

Vyčíslete následující iontové reakce :

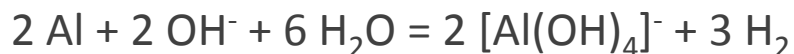
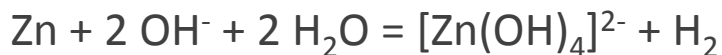




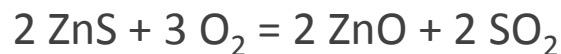
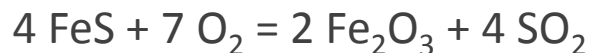
Napište rovnici reakce zinku a kadmia s koncentrovanou kyselinou sírovou za tepla.



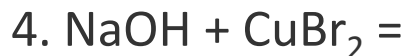
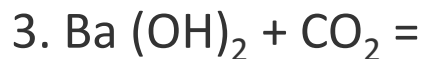
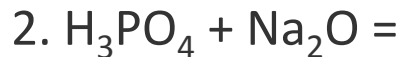
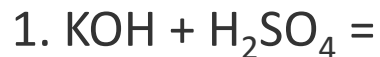
Napište obecné (iontové) rovnice reakcí a) zinku, b) hliníku s vodným roztokem hydroxidu alkalického kovu.



Napište rovnice chemických reakcí, které probíhají při pražení sulfidu železnatého a při pražení sulfidu zinečnatého.



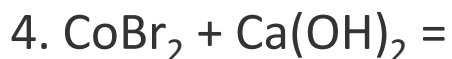
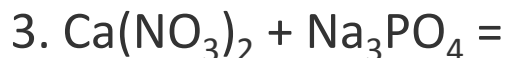
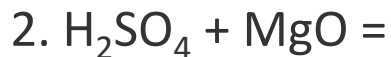
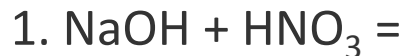
Dokončete rovnice pro následující reakce:



Napište molekulární rovnice reakcí (ve vodném roztoku) mezi:

- uhličitanem sodným a kyselinou dusičnou,
- chloridem nikelnatým a hydroxidem sodným,
- kyselinou fosforečnou a hydroxidem vápenatým,
- dusičnanem stříbrným a chloridem draselným,
- oxidem fosforečným (V) a hydroxidem draselného.

Složte molekulární a úplné iontové rovnice následujících reakcí:



Napište kompletní iontové rovnice popisující interakci:

- a) oxidu dusičného (V) s vodným roztokem hydroxidu barnatého,
- b) roztoku hydroxidu cesného s kyselinou jodovodíkovou,
- c) vodných roztoků síranu měďnatého a sulfidu draselného,
- d) hydroxidu vápenatého a vodného roztoku dusičnanu železa (III).

# Srážecí reakce

# Solubility Table

## Common Ionic Compounds

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

**sol** — soluble >1g/100 mL

**sl sol** — slightly soluble (0.1 to 1) g/100 mL

**insol** — insoluble <0.1g/100 mL

**(blank)** — not enough solubility data available to be determined

**FLINN**  
SCIENTIFIC  
"Your Safer Source for Science"

© 2016 Flinn Scientific, Inc. All Rights Reserved.  
AP6901



<b>Ions That Form Soluble Compounds</b>	<b>Exceptions</b>
Group 1 ions (Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , etc.)	
ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	
nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
acetate (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup> or CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> )	
hydrogen carbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
chlorate (ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
halides (Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> )	when combined with Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , or Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	when combined with Ag <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , or Pb <sup>2+</sup>

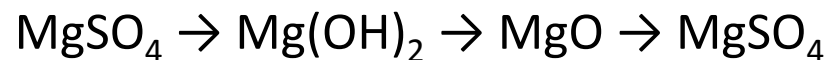
<b>Ions That Form Insoluble Compounds*</b>	<b>Exceptions</b>
carbonate (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	when combined with Group 1 ions or ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
chromate (CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	when combined with Group 1 ions, Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , or ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	when combined with Group 1 ions or ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
sulfide (S <sup>2-</sup> )	when combined with Group 1 ions or ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
hydroxide (OH <sup>-</sup> )	when combined with Group 1 ions, Ca <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , or ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )

\*compounds having very low solubility in H<sub>2</sub>O

Kterými reakcemi lze získat  $\text{CuCl}_2$  z  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  ?

Které soli  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  lze použít k přípravě chloridu draselného?

Sestavte rovnice podle nichž probíhají přeměny



Lze připravit roztok, který zároveň obsahuje

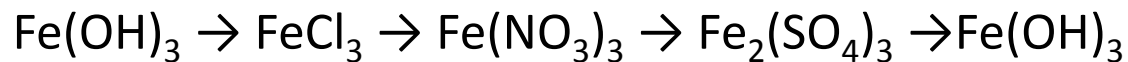
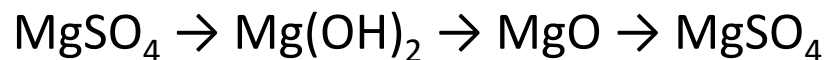
$\text{Ba}(\text{OH})_2$  a  $\text{HCl}$

$\text{CaCl}_2$  a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

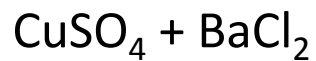
$\text{KCl}$  a  $\text{NaNO}_3$

$\text{NaCl}$  a  $\text{AgNO}_3$

Sestavte rovnice, podle nichž probíhají tyto přeměny



Lze tyto reakce uskutečnit v roztoku?

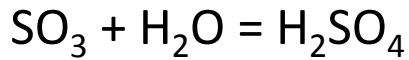


# Neutralizační reakce

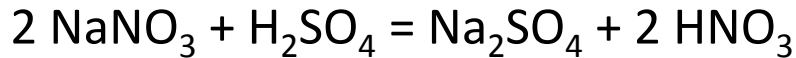
# Metody přípravy kyselin, zásad a solí

## *Příprava kyselin:*

Přímým sloučením kyselinotvorných oxidů s vodou

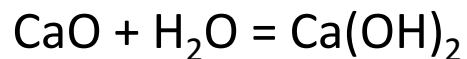
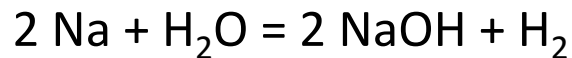


Reakcí kyseliny ze solí

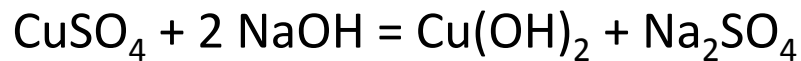


## *Příprava zásad (bází):*

Působením vody na alkalické kovy a kovy alkalických zemin, nebo jejich oxidy

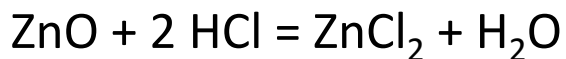
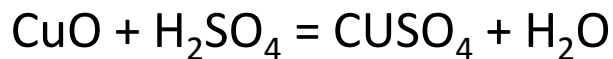
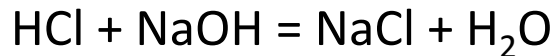


Nerozpustné báze se získají působením hydroxidů na soli příslušných kovů:

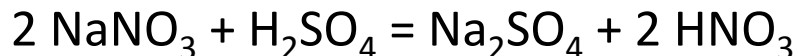


## ***Příprava solí:***

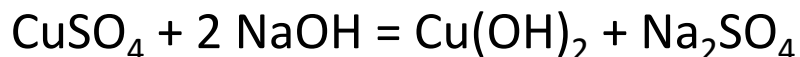
Reakcí kyseliny s hydroxidy, zásadotvornými a amfoterními oxidy (neutralizací):



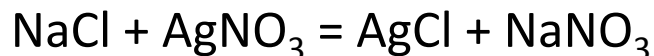
Působením kyseliny na sůl



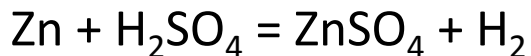
Působením hydroxidu na rozpustnou sůl kovu, který tvoří nerozpustnou zásadu



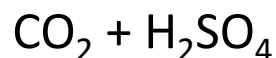
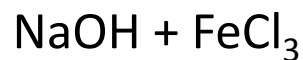
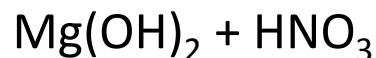
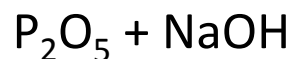
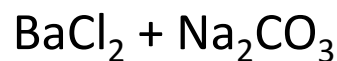
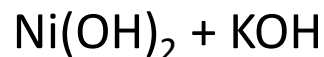
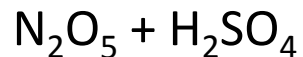
Reakcí dvou rozpustných solí, přičemž jeden z reakčních produktů musí být nerozpustný nebo při zahřívání snadno těká – čímž ho lze oddělit.



Působením kyselin na neušlechtilé kovy



Které z dvojic látek spolu reagují?



Ze které z látek  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reaguje kyselina chlorovodíková?

Ze které z látek  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  reaguje hydroxid sodný?

Sestavte rovnice neutralizačních reakcí, při nichž vznikají  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Jak se získá hydroxid železitý z chloridu železitého  $\text{FeCl}_3$ , kyselina orthofosforečná z  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , chlorid měďnatý z oxidu měďnatého?

Jak se připraví oxid nikelnatý  $\text{NiO}$  a chlorid nikelnatý  $\text{NiCl}_2$  ze síranu nikelnatého  $\text{NiSO}_4$ ?  $\text{NiCl}_2$  a  $\text{NiSO}_4$  jsou ve vodě rozpustné.

# Redoxní reakce



**Oxidace** = reaktant odevzdává elektron, roste jeho oxidační číslo.

**Redukce** = reaktant přijímá elektron, klesá jeho oxidační číslo.

**Redoxní potenciál** (oxidačně-redukční potenciál, redox potenciál) = míra schopnosti redoxního systému převést jednoho z reakčních partnerů do oxidovaného stavu. Vyjadřuje redukční stav systému v milivoltech (napětí mezi standardní vodíkovou elektrodou a příslušným oxidačně-redukčním přechodem)

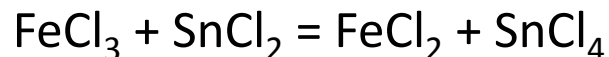
Čím více má činidlo  $E > 0$ , tím větším je **oxidačním činidlem** (akceptorem elektronů), čím více má činidlo  $E < 0$ , tím je silnějším **redukčním činidlem** (donorem elektronů).

Čím má kov zápornější hodnotu redoxního potenciálu, tím má větší schopnost uvolňovat elektrony.

TABLE 17.1 Standard Reduction Potentials at 25 °C

Reduction Half-Reaction	$E^\circ$ (V)
<b>Stronger oxidizing agent</b> ↑	
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq)$	2.87
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	1.78
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	1.51
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$	1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$	1.33
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	1.23
$Br_2(aq) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq)$	1.09
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2O_2(aq)$	0.70
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$	0.54
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	0.34
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$	-0.13
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$	-0.26
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-0.45
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	-0.76
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$	-2.71
$Li^+(aq) + e^- \rightarrow Li(s)$	-3.04
<b>Weaker oxidizing agent</b> ↓	
	<b>Stronger reducing agent</b>

*Určete, kterým směrem bude probíhat reakce vyjádřená rovnicí*



Směr reakce zjistíme porovnáním standardních potenciálů daných soustav:

$$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} \quad 0,77 \text{ V}$$

$$\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+} \quad 0,15 \text{ V}$$

Elektrony vždy přecházejí ze soustavy s nižším potenciálem do soustavy s vyšším potenciálem a naopak. Má-li soustava  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  vyšší potenciál,  $\text{Fe}^{3+}$  oxiduje  $\text{Sn}^{2+}$  na  $\text{Sn}^{4+}$ . Naopak  $\text{Sn}^{4+}$  nedokáže oxidovat  $\text{Fe}^{2+}$  na  $\text{Fe}^{3+}$ .

Niklové destičky jsou ponořeny do roztoku  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$  a  $\text{AuCl}_3$ . S kterými solemi bude nikl reagovat?

Porovnáme standardní potenciály daných soustav:

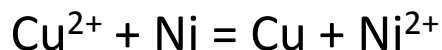
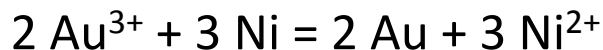
$$\text{Au}^{3+}/\text{Au} \quad 1,42 \text{ V}$$

$$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} \quad 0,34 \text{ V}$$

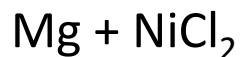
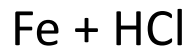
$$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg} \quad -2,38 \text{ V}$$

$$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni} \quad -0,23 \text{ V}$$

Nikl bude redukovat  $\text{Au}^{3+}$  na Au,  $\text{Cu}^{2+}$  na Cu, Mg z roztoku vyredukovat nedokáže.



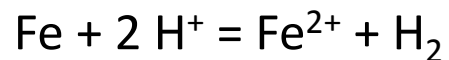
*Které z dvojic látek spolu budou reagovat?*



První dvě reakce vyjadřují rozpouštění kovů v kyselině. Vodík se bude uvolňovat pouze tehdy, budou-li kovy působit redukčně na vodíkové ionty v roztoku. To je možné pouze tehdy, jestliže jejich standardní potenciály budou menší než standardní potenciál soustavy  $2\text{H}^+/\text{H}_2$ , tedy pokud jejich standardní potenciály budou záporné.



Smysl má tudíž pouze reakce

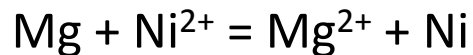


Cu s HCl nereaguje, protože HCl na samotnou měď nepůsobí oxidačně.

Pro zbylé dvě dvojice látek



Kov s nižším standardním potenciálem působí redukčně na kov s vyšším potenciálem. Proto Mg vyredukuje Ni z jeho roztoku:

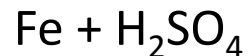
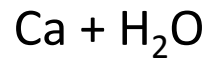
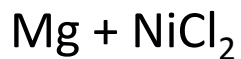
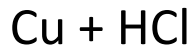
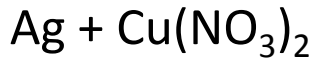
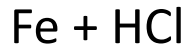


Zinek však Mg vyredukovat z jeho roztoku nedokáže.

Niklové destičky jsou ponořeny do roztoku NaCl, ZnCl<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub> a Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. S kterými solemi bude nikl reagovat?

V šesti zkumavkách jsou roztoky KBr, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, MgSO<sub>4</sub>, HgCl<sub>2</sub>, CuSO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, AgNO<sub>3</sub> a SnCl<sub>2</sub>. Do každé zkumavky byl vhozen kousek zinku. Ve kterých zkumavkách dojde k reakci?

Které z dvojic látek spolu budou reagovat?



Mezi kterými látkami proběhne substituční reakce?

