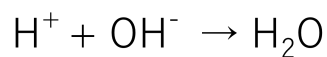


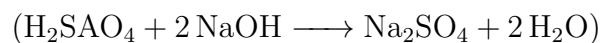
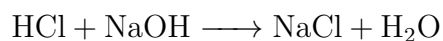
無機化学

化学反応式 総整理

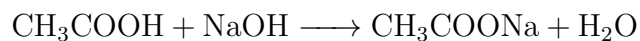
中和反応：



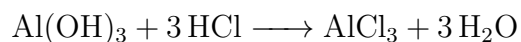
1. 塩酸 (硫酸) に水酸化ナトリウム水溶液を加える



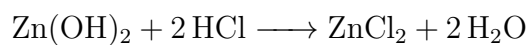
2. 酢酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える



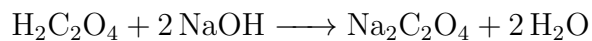
3. 水酸化アルミニウムに塩酸を加える



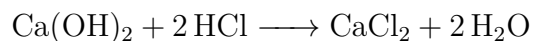
4. 水酸化亜鉛に塩酸を加える



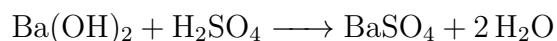
5. シュウ酸に水酸化ナトリウム水溶液を加える



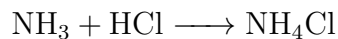
6. 水酸化カルシウムに塩酸を加える



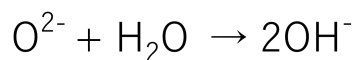
7. 水酸化バリウムに希硫酸を加える



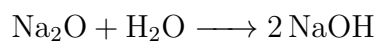
8. アンモニアと塩化水素の反応



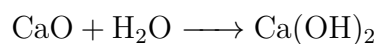
金属元素の酸化物と水の反応：



1. 酸化ナトリウムを水に加える



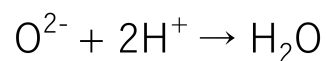
2. 酸化カルシウムを水に加える



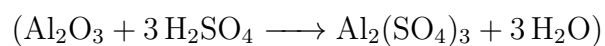
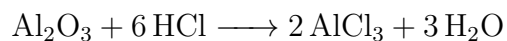
補足：

常温で水と反応する金属元素の酸化物は，アルカリ金属とアルカリ土類金属のみ。

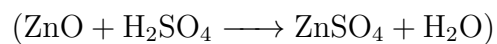
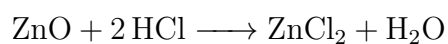
金属元素の酸化物と酸の反応：



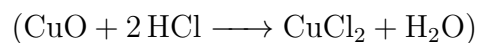
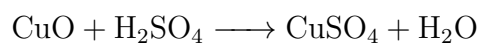
1. 酸化アルミニウムに塩酸 (希硫酸) を加える



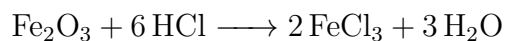
2. 酸化亜鉛に塩酸 (希硫酸) を加える



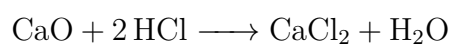
3. 酸化銅 (II) に希硫酸 (希塩酸) を加える



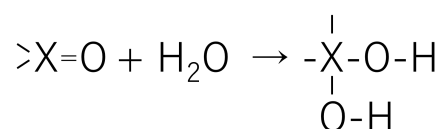
4. 酸化鉄 (III) に希塩酸を加える



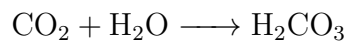
5. 酸化カルシウムに塩酸を加える



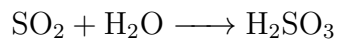
非金属元素の酸化物と水の反応：



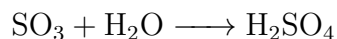
1. 二酸化炭素を水に溶かす



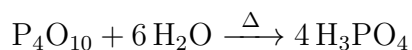
2. 二酸化硫黄を水に溶かす



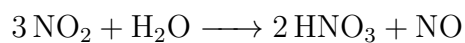
3. 三酸化硫黄を水に溶かす



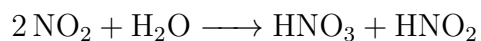
4. 十酸化四リンに水を加えて加熱する



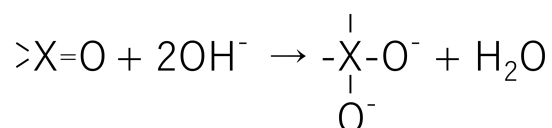
5. 二酸化窒素を温水に溶かす



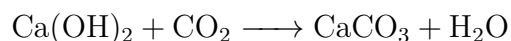
6. 二酸化窒素を冷水に溶かす



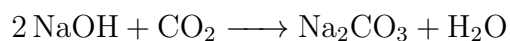
非金属元素の酸化物と塩基の反応：



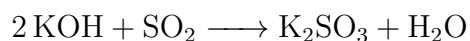
1. 水酸化カルシウム水溶液 (石灰水) に二酸化炭素を通じると白濁する



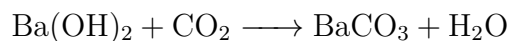
2. 水酸化ナトリウム水溶液に二酸化炭素を通じる



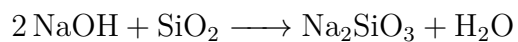
3. 水酸化カリウム水溶液に二酸化硫黄を通じる



4. 水酸化バリウム水溶液に二酸化炭素を通じると白濁する

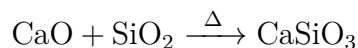


5. 二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱する

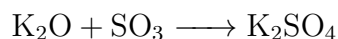


金属元素の酸化物と非金属元素の酸化物の反応：

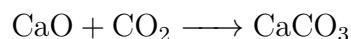
1. 酸化カルシウムと二酸化ケイ素を混ぜて加熱する



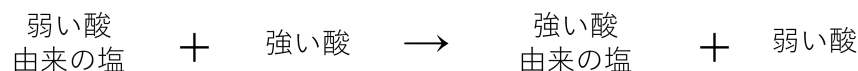
2. 酸化カリウムと三酸化硫黄との反応



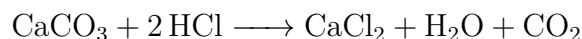
3. 酸化カルシウムと二酸化炭素との反応



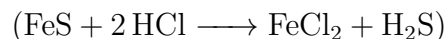
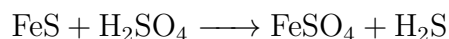
弱酸 (弱塩基) 遊離反応：



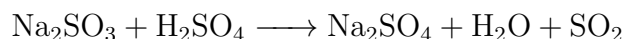
1. 石灰石 (炭酸カルシウム) に塩酸を加える



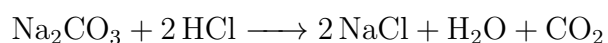
2. 硫化鉄 (II) に希硫酸 (希塩酸) を加える



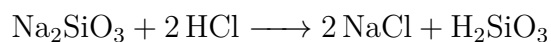
3. 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える



4. 炭酸ナトリウムに希塩酸を十分に加える



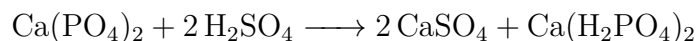
5. ケイ酸ナトリウムに塩酸を加える



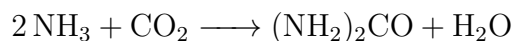
6. 炭酸カルシウムの沈殿を含む水溶液に二酸化炭素を通じ続ける



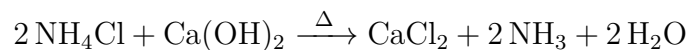
7. リン酸カルシウムと硫酸を反応させて過リン酸石灰をつくる



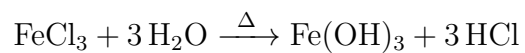
参考：アンモニアと二酸化炭素を高温・高圧下で反応させて尿素をつくる



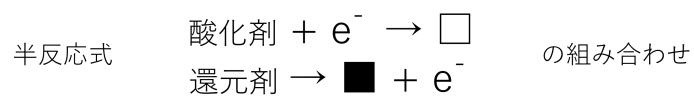
8. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する



9. 塩化鉄 (III) 水溶液を沸騰水に加える



代表的な酸化剤と還元剤の反応：



代表的な酸化剤

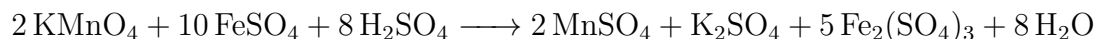
	名称	反応前		反応後
1	過マンガン酸イオン (酸性溶液中)	MnO_4^-	\longrightarrow	Mn^{2+}
2	二クロム酸イオン	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	\longrightarrow	2Cr^{3+}
3	過酸化水素	H_2O_2	\longrightarrow	$2 \text{H}_2\text{O}$
4	二酸化硫黄	SO_2	\longrightarrow	S
5	濃硝酸	HNO_3	\longrightarrow	NO_2
6	希硝酸	HNO_3	\longrightarrow	NO
7	熱濃硫酸	H_2SO_4	\longrightarrow	SO_2
8	塩素	Cl_2	\longrightarrow	2Cl^-
9	酸素	O_2	\longrightarrow	$2 \text{H}_2\text{O}$
10	オゾン	O_3	\longrightarrow	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

代表的な還元剤

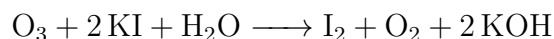
	名称	反応前		反応後
11	ナトリウム	Na	→	Na ⁺
12	硫化水素	H ₂ S	→	S
13	二酸化硫黄	SO ₂	→	SO ₄ ²⁻
14	過酸化水素	H ₂ O ₂	→	O ₂
15	シュウ酸	H ₂ C ₂ O ₄	→	2 CO ₂
16	鉄(II)イオン	Fe ²⁺	→	Fe ³⁺
17	ヨウ化物イオン	2 I ⁻	→	I ₂
18	チオ硫酸イオン	2 S ₂ O ₃ ²⁻	→	S ₄ O ₆ ²⁻

1. $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
5. $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
8. $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-$
9. $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
10. $\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
11. $\text{Na} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
12. $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
13. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
14. $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
15. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
16. $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$
17. $2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
18. $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^-$

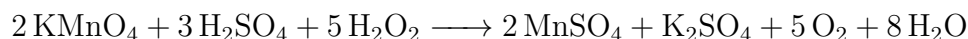
1. 硫酸鉄 (II) と硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を混ぜ合わせる



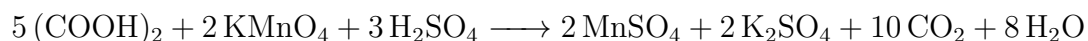
2. ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じる



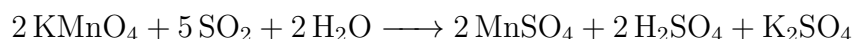
3. 過酸化水素水と硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を混ぜ合わせる



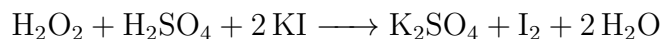
4. シュウ酸と硫酸酸性の過マンガン酸カリウムを混ぜ合わせる



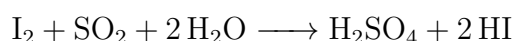
5. 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に二酸化硫黄を通じる



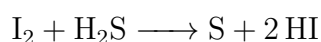
6. 硫酸酸性で過酸化水素水にヨウ化カリウム水溶液を加える



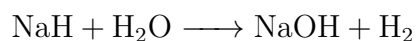
7. ヨウ素溶液に二酸化硫黄を通じる



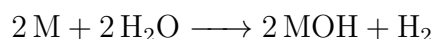
8. ヨウ素溶液に硫化水素を通じる



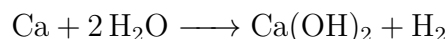
9. 水素化ナトリウムを水に加える



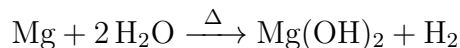
10. アルカリ金属 (M) を水に加える



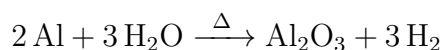
11. カルシウムを水に加える



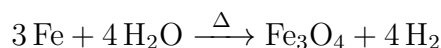
12. マグネシウムを熱水に加える



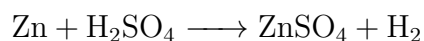
13. アルミニウムを高温の水蒸気に触れさせる

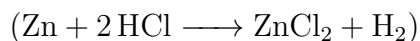


14. 鉄を高温の水蒸気と反応させる

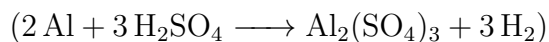
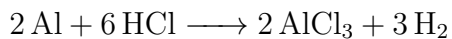


15. 亜鉛に希硫酸 (希塩酸) を加える

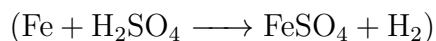
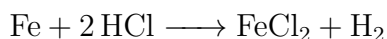




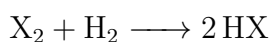
16. アルミニウムに希塩酸 (希硫酸) を加える



17. 鉄に希塩酸 (希硫酸) を加える



18. ハロゲン (X) の単体と水素の反応



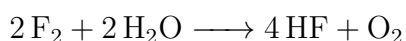
補足：

F_2 ：爆発的に反応する

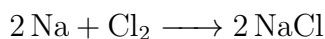
Cl_2 ：光照射で爆発的に反応する

Br_2, I_2 ：平衡状態になる ($\text{X}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HX}$)

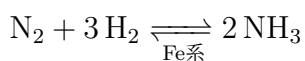
19. フッ素を水に通じる



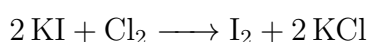
20. ナトリウムと塩素の反応



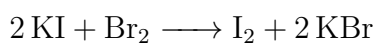
21. 窒素と水素を混合して、高温・高圧で反応させる



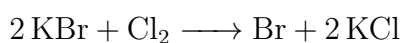
22. ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じる



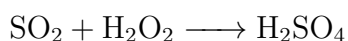
23. ヨウ化カリウム水溶液に臭素を加える



24. 臭化カリウム水溶液に塩素を通じる



25. 二酸化硫黄と過酸化水素の反応



26. 二酸化硫黄と硫化水素との反応



27. 銅に希硝酸を加える



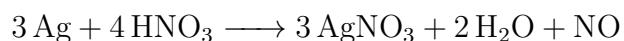
28. 銅に濃硝酸を加える



29. 銅に濃硫酸を加えて加熱する



30. 銀に希硝酸を加える



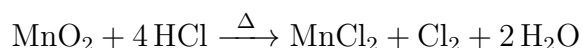
31. 銀に濃硝酸を加える



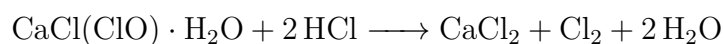
32. 銀に濃硫酸を加えて加熱する



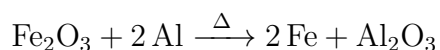
33. 酸化マンガン (IV) に濃塩酸を加えて加熱する



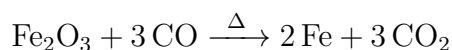
34. さらし粉に塩酸を加える



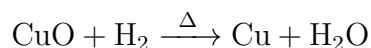
35. 酸化鉄 (III) の粉末とアルミニウムの粉末を混合して点火する



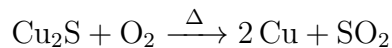
36. 酸化鉄 (III) を一酸化炭素と加熱して還元する



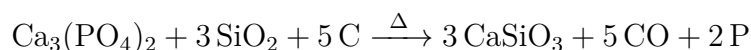
37. 酸化銅 (II) を水素と加熱して還元する



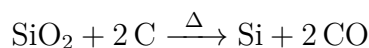
38. 硫化銅 (I) と酸素を混合して加熱する



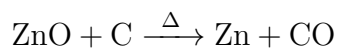
39. リン酸カルシウムと二酸化ケイ素とコークスを混合して加熱する



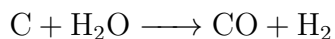
40. 二酸化ケイ素とコークスを混合して加熱する



41. 酸化亜鉛とコークスを混合して加熱する



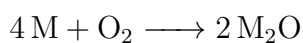
参考：赤熱したコークスと高温蒸気



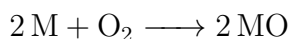
酸素との反応 (燃焼反応など)：



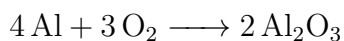
1. アルカリ金属 (M) と酸素の反応



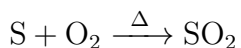
2. アルカリ土類金属 (M) と酸素の反応



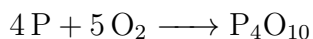
3. アルミニウムと酸素の反応



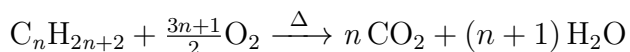
4. 硫黄の燃焼反応



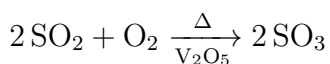
5. リンの燃焼反応



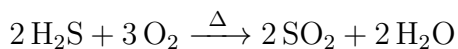
6. アルカンの燃焼反応



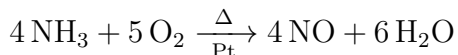
7. 二酸化硫黄と酸素の反応



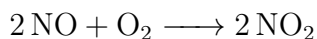
8. 硫化水素の燃焼反応



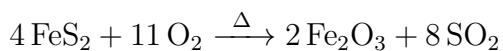
9. アンモニアを白金触媒を用いて、約 900°C で空気酸化する



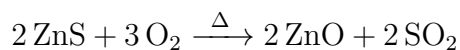
10. 一酸化窒素と酸素を混合する



11. 黄鉄鉱の燃焼反応

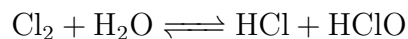


12. 硫化亜鉛の燃焼反応

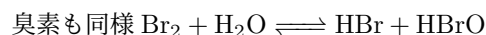


自己酸化還元反応：

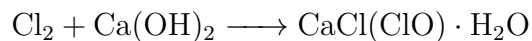
1. 塩素を水に通じる



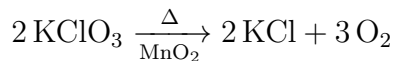
補足：



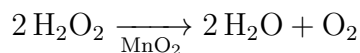
2. 塩素を水酸化カルシウム水溶液に通じる



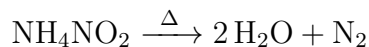
3. 塩素酸カリウム二酸化マンガン (IV) を加えて加熱する



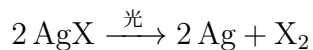
4. 過酸化水素水二酸化マンガン (IV) を加える



5. 亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱する



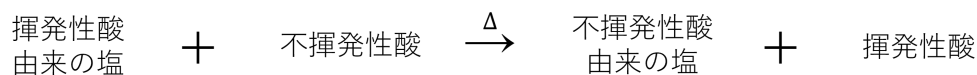
6. ハロゲン化銀に光を当てる



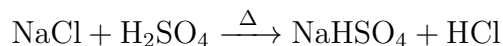
補足：

光のエネルギーで黒色に変化する (感光性)

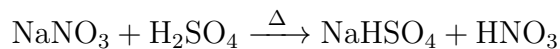
揮発性酸遊離反応：



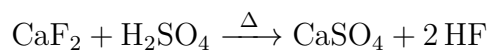
1. 塩化ナトリウムの固体に濃硫酸を加えて加熱する



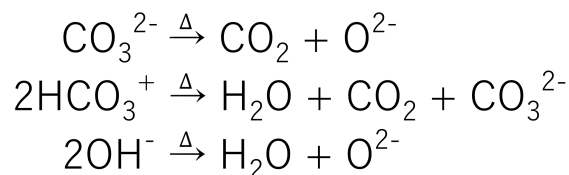
2. 硝酸ナトリウムの固体に濃硫酸を加えて加熱する



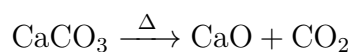
3. フッ化カルシウム (ホタル石) の固体に濃硫酸を加えて加熱する



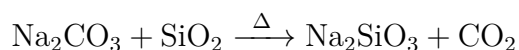
熱分解反応：



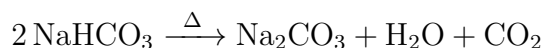
1. 炭酸カルシウムを加熱する



2. 炭酸ナトリウムと二酸化ケイ素を混合して加熱する



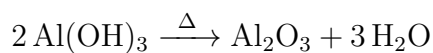
3. 炭酸水素ナトリウム (重曹) を加熱する



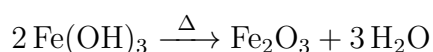
4. 炭酸水素カルシウム水溶液を加熱する



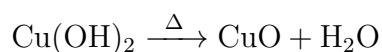
5. 水酸化アルミニウムを加熱する



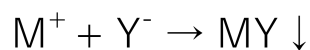
6. 水酸化鉄 (III) を加熱する



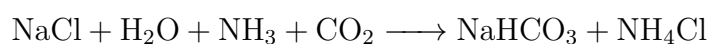
7. 水酸化銅 (II) を加熱する



沈殿生成反応：

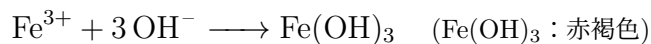
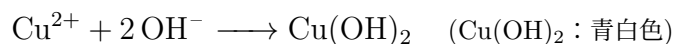
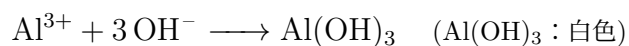


1. 飽和食塩水にアンモニアと二酸化炭素を溶かす

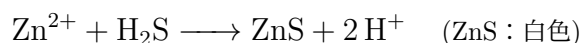
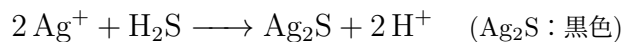


2. 金属陽イオン (Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+}) と水酸化物イオンとの反応





3. 金属陽イオン (Ag^{+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+}) と硫化水素との反応



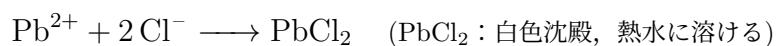
4. 銀イオンと塩化物イオン, 臭化物イオン, クロム酸イオンとの反応



5. バリウムイオンと炭酸イオン, 硫酸イオン, クロム酸イオンとの反応



6. 鉛 (II) イオンと硫酸イオン, クロム酸イオン, 塩化物イオンとの反応



水酸化物イオン OH^- との沈殿

ポイント：イオン化傾向

$\text{Li}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$	アルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素の水酸化物は沈殿しにくい
$\text{Mg}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	水酸化物 $\text{M}(\text{OH})_n$ の沈殿が生成する
$\text{Hg}^{2+}, \text{Ag}^+$	室温で水酸化物が分解し酸化物の沈殿が生じる

※ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ は沈殿せず, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は沈殿する場合もある (濃度による)

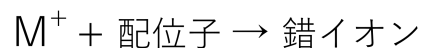
硫化物イオン S^{2-} との沈殿

ポイント：イオン化傾向

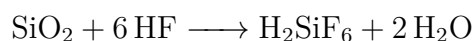
※ $\text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Cd}^{2+}$ は暗記

$\text{Li}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Al}^{3+}$	アルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素は沈殿しにくい
$\text{Mn}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	中・塩基性下なら沈殿が生成する
$\text{Cd}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Ag}^+$	液性に関わらず沈殿が生じる

錯イオン形成反応：



1. ガラスの主成分である二酸化ケイ素にフッ化水素酸を加える

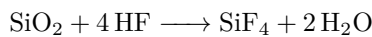


補足：

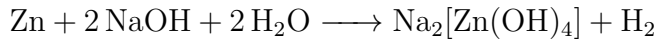
フッ化水素酸：フッ化水素の水溶液

H_2SiF_6 ：ヘキサフルオロケイ酸

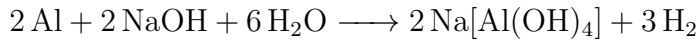
気体のフッ化水素では次の反応が起こる



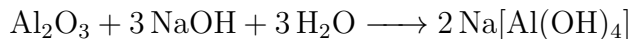
2. 亜鉛に水酸化ナトリウム水溶液を加える



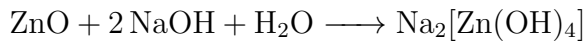
3. アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加える



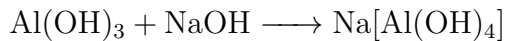
4. 酸化アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加える



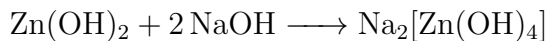
5. 酸化亜鉛に水酸化ナトリウム水溶液を加える



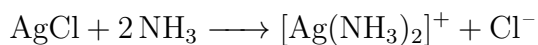
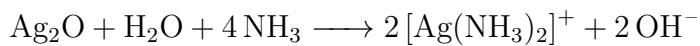
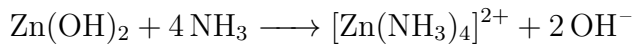
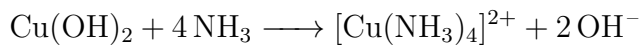
6. 水酸化アルミニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加える



7. 水酸化亜鉛に水酸化ナトリウム水溶液を加える



8. 過剰のアンモニア水と水酸化銅 (II), 水酸化亜鉛, 酸化銀, 塩化銀との反応



9. 塩化銀または臭化銀にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加える

