

元素及其化合物

胡译文

目录

1 镁和铝	2
1.1 铝单质	2
1.1.1 物理性质	2
1.1.2 化学性质	2
1.1.3 制备	3
1.2 氧化铝	4
1.2.1 物理性质	4
1.2.2 化学性质	4
1.3 氢氧化铝	4
1.3.1 化学性质	4
1.4 铝离子	5
1.5 偏铝酸根	6
1.6 氢氧化铝	6
1.6.1 物理性质	6
1.6.2 制备	7
1.7 总结	7

1 镁和铝

1.1 铝单质

1.1.1 物理性质

银白色固体、导电性优良 ($\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Al}$)、熔点低、密度小

1.1.2 化学性质

与非金属单质反应

- $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (铝在氧气中无法剧烈燃烧)
离子晶体
- 铝在空气中生成致密的氧化膜, 阻止反应; 但硝酸汞可以阻止致密的氧化膜生成, 剧烈反应, 俗称铝的“铝汞齐”。
- $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{AlCl}_3$ (铝在氯气中可以剧烈燃烧)
分子晶体
- $2\text{Al} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{AlN}$
原子晶体
- $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{S}_3$

与热水反应

- $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}(\text{沸水}) \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$

铝(镁) 热反应 可以与 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 V_2O_5 等氧化物反应。用于焊接金属、冶炼难溶金属。

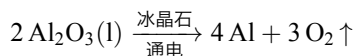
- $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$
- $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$

两性

- 与非氧化性酸: $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\uparrow$
- 与氧化性酸: 在冷的浓硫酸或浓硝酸中钝化.
- 与强碱: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\uparrow$

1.1.3 制备

工业制铝



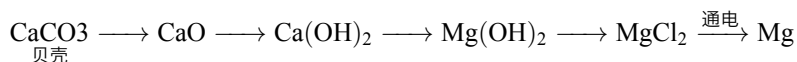
熔融冰晶石 (Na_3AlF_6) 可以溶解 Al_2O_3 , 是助熔剂, 而非催化剂。

1. 粉碎
2. NaOH 溶液浸泡: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
3. 过滤
4. 通入 CO_2 : $\text{CO}_2 + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$
5. 过滤
6. 煅烧: $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
7. 电解: $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) \xrightarrow[\text{通电}]{\text{冰晶石}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$

工业制镁

- $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{MgCl}_2(\text{l}) \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2\uparrow$

海水提镁



其中氯元素可以循环: $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl} \longrightarrow \text{MgCl}_2 \longrightarrow \text{Cl}_2$

1.2 氧化铝

1.2.1 物理性质

- 熔点高、硬度大。
- 俗称：刚玉、宝石。
- 用途：氧化铝坩锅、装饰品、蓝宝石保护层

1.2.2 化学性质

两性

- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

1.3 氢氧化铝

1.3.1 化学性质

两性

与强碱反应

- $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\uparrow$ （非氧化性酸）
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

与强碱反应

- $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\uparrow$
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

Al(OH)₃ 的电离

- $\text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^-$

受热分解

1.4 铝离子

与 NaOH 的相互滴加 缓慢滴加并搅拌

将 NaOH 滴入 Al³⁺ 溶液中

1. 先出现白色沉淀: $\text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^- \longrightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow$
2. 后沉淀消失: $\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2 \text{H}_2\text{O}$

将 Al³⁺ 滴入 NaOH 溶液中

1. 先无明显现象: $\text{Al}^{3+} + 4 \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
2. 后产生白色沉淀: $\text{Al}^{3+} + 3 \text{AlO}_2^- + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{Al}_3(\text{OH})_3 \downarrow$

与氨水反应 $\text{Al}^{3+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow + 3 \text{NH}_4^+$

双水解反应

- $\text{Al}^{3+} + 3 \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow + 3 \text{CO}_2 \uparrow$
- $\text{Al}^{3+} + 3 \text{CO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow + 3 \text{HCO}_3^-$
- $\text{Al}^{3+} + 3 \text{AlO}_2^- + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{Al(OH)}_3 \downarrow$
- $2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{S}^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{Al(OH)}_3 \downarrow + 3 \text{H}_2\text{S} \uparrow$

- $\text{AlO}_2^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$
- $2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{SiO}_3^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$

1.5 偏铝酸根

与强酸相互滴加 缓慢滴加并搅拌

将 H_2SO_4 滴入 AlO_2^- 溶液中

1. 先出现白色沉淀: $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
2. 后沉淀消失: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$

将 AlO_2^- 滴入 H_2SO_4 溶液中

1. 先无明显现象: $\text{AlO}_2^- + 4 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 2 \text{H}_2\text{O}$
2. 后产生白色沉淀: $\text{Al}^{3+} + 3 \text{AlO}_2^- + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

与碳酸反应 立即生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀且不溶解。

- CO_2 过量: $\text{AlO}_2^- + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$
- CO_2 少量: $2 \text{AlO}_2^- + 3 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$

与铵盐溶液反应 $\text{NH}_4^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$

1.6 氢氧化铝

1.6.1 物理性质

- 白色胶状沉淀

1.6.2 制备

- $\text{Al}^{3+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{NH}_4^+$
- $\text{AlO}_2^- + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$
- $\text{Al}^{3+} + 3 \text{AlO}_2^- + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{Al}_3(\text{OH})_3 \downarrow$

1.7 总结

