元素化学笔记整理

胡译文

January 25, 2020

目录

1	Na		2
	1.1	Na单质	2
		1.1.1 物理性质	2
		1.1.2 化学性质	2
			2
		1.1.4 钠的用途	3
	1.2	Na的化合物	3
			3
		1.2.2 碳酸钠和碳酸氢钠	3
		- FARANTINA AND THE PROPERTY OF THE PROPERTY O	Ĭ
2	Mg	和AI	4
	2.1	Mg单质和Al单质	4
		2.1.1 化学性质	4
			5
	2.2	铝、氧化铝和氢氧化铝的两性	5
	2.3		5
			5
			6
	2.4		6
			6

1 Na

1.1 Na单质

1.1.1 物理性质

- · 银白色固体, 有金属性光泽;
- · 密度介于水和煤油之间, 用煤油或石蜡保存;
- · 熔点低:
- · 质地较软,可以用小刀切割。

1.1.2 化学性质

与非金属单质反应

$$\cdot \ \left\{ \begin{array}{l} 4\,Na + O_2 \longrightarrow 2\,Na_2O \\ 2\,Na + O_2 \stackrel{\Delta}{\longrightarrow} Na_2O_2 \end{array} \right.$$

•
$$2 \text{Na} + \text{S} \longrightarrow \text{Na}_2 \text{S}$$

• 2 Na + H₂
$$\xrightarrow{\Delta}$$
 2 NaH

.
$$\left\{ \begin{array}{l} 2\,\text{Na} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\,\text{NaBr} \\ 2\,\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\underline{\text{h.M.}}} 2\,\text{NaCl} \end{array} \right.$$

与水反应 2 Na + 2 H₂O → 2 NaOH + H₂↑

・ 浮: 钠的密度比水小

· 溶: 反应放热, 钠的熔点低

· 游: 生成氢气推动钠

· 响:反应剧烈

・ 红: 生成NaOH遇到酚酞变红

与盐酸反应 2Na+2HCl → 2NaCl+H₂↑

与碱反应 实质是先与水反应,产物再和盐反应。

与盐溶液反应 实质是先与水反应,产物再和盐反应(钠不能与盐溶液发生置换反应)。

・ 钠与硫酸铜溶液
$$\left\{ \begin{array}{l} 2\,\text{Na} + 2\,\text{H}_{20} \longrightarrow 2\,\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow \\ 2\,\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \end{array} \right.$$

与
$$\mathbf{CO_2}$$
反应
$$\left\{ \begin{array}{l} 4\,\mathsf{Na} + \mathsf{CO_2} \overset{\Delta}{\longrightarrow} 2\,\mathsf{Na_2O} + \mathsf{C} \\ 4\,\mathsf{Na} + 3\,\mathsf{CO_2} \overset{\Delta}{\longrightarrow} 2\,\mathsf{Na_2CO_3} + \mathsf{C} \end{array} \right.$$

1.1.3 钠的制取

$$\left\{ \begin{array}{l} 2\,\text{NaCI}(I) \xrightarrow{\hbox{\tt left}} 2\,\text{Na} + \text{CI}_2\,\uparrow \\ 2\,\text{NaOH}(I) \xrightarrow{\hbox{\tt left}} 2\,\text{Na} + \text{O}_2\,\uparrow + \text{H}_2\,\uparrow \end{array} \right.$$

1.1.4 钠的用途

- ・ 冶炼金属: 4Na+TiCl₄(I) ---- 4NaCI+Ti
- · 原子反应导热剂
- 钠光灯

1.2 Na的化合物

1.2.1 氧化钠和过氧化钠

比较氧化钠和过氧化钠

名称	氧化钠	过氧化钠
化学式	Na ₂ O	Na ₂ O ₂
物理性质	白色固体	淡黄色固体
氧化物类型	碱性氧化物	过氧化物
制取	$4 \text{ Na} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ NaO}$	$2 \text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2 \text{O}_2$
与水反应	$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2 NaOH$	$2 \operatorname{Na_2O_2} + 2 \operatorname{H_2O} \longrightarrow 4 \operatorname{NaOH} + \operatorname{O_2} \uparrow$
与酸反应	$Na_2O + 2H^+ \longrightarrow 2Na^+ + H_2O$	$2 \operatorname{Na_2O_2} + 4 \operatorname{H}^+ \longrightarrow 4 \operatorname{Na}^+ + 2 \operatorname{H_2O} + \operatorname{O_2} \uparrow$
与CO ₂ 反应	$Na_2O + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3$	$2 \operatorname{Na_2O_2} + 2 \operatorname{CO_2} \longrightarrow 2 \operatorname{Na_2CO_3} + \operatorname{O_2}$
用途	制取烧碱	漂白剂、消毒剂、供氧剂

过氧化钠的强氧化性

- · 与SO₂反应: Na₂O₂ + SO₂ → Na₂SO₄
- · 投入FeCl₂溶液中生成Fe(OH)₃沉淀
- · 投入氢硫酸,氧化硫化氢成硫单质,溶液浑浊
- ・ 氧化SO₃^{2 -} 成SO₄^{2 -}
- · 使品红溶液褪色

1.2.2 碳酸钠和碳酸氢钠

碳酸钠Na₂CO₃

- ・ 俗名: 纯碱、苏打
- ・ 与盐酸反应: Na₂CO₃ + 2 HCl → 2 NaCl + H₂O + CO₂↑
- · 与Ca(OH)₂溶液反应: Na₂CO₃ + Ca(OH)₂ → CaCO₃ ↓ + 2 NaOH
- · 与BaCl₂溶液反应: Na₂CO₃ + BaCl₂ → BaCO₃ ↓ + 2 NaCl

碳酸氢钠NaHCO3

- ・ 俗名: 小苏打
- ・ 与盐酸反应: NaHCO₃ + HCI → NaCI + H₂O + CO₂↑

- ・ 与过量Ca(OH)₂溶液反应: Ca₂⁺ + OH⁻ + HCO₃⁻ → CaCO₃ ↓ + H₂O
- ・ 与少量Ca(OH)₂溶液反应: Ca₂+2OH-2HCO₃+Ca(OH)₂ → CaCO₃↓+2H₂O+CO₃²⁻
- · 与BaCl₂溶液反应: 无明显现象
- ・ 受热分解:2 NaHCO₃ → Na₂CO₃ + H₂O + CO₂↑

相互转换 Na₂CO₃ (CO₂+H₂O或H⁺) NaHCO₃

鉴别Na₂CO₃和NaHCO₃

固体 根据热稳定性加热,能产生使澄清石灰水变浑浊的气体的是NaHCO₃

溶液

- · 与可溶性钙、钡盐生成沉淀的是Na₂CO₃
- · 与足量盐酸反应剧烈的是NaHCO3
- · 逐滴加盐酸先生成气体的是NaHCO3
- · 等物质的量pH值较大的是Na₂CO₃

2 Mg和Al

2.1 Mg单质和AI单质

2.1.1 化学性质

与非金属单质反应

・ 与
$$O_2$$
反应:
$$\left\{ \begin{array}{l} 2\,Mg + O_2 \xrightarrow{\underline{\text{h.m.}}} 2\,MgO(耀眼白光) \\ 4\,AI + 3\,O_2 \xrightarrow{\underline{\text{h.m.}}} 2\,AI_2O_3 \end{array} \right.$$

- ・ 与 CO_2 反应: $2Mg + CO_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2MgO + C(耀眼白光, 黑色固体生成)$
- ・ 与N₂反应: 3 Mg + N₂ ^{点燃}→ Mg₃N₂

・ 与卤素反应:
$$\begin{cases} 2 \text{ Mg} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2 \text{ MgCl}_2 \\ 2 \text{ Al} + 3 \text{ Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2 \text{ AlCl}_3 \end{cases}$$

・ 与硫反应:
$$\left\{ \begin{array}{l} \mathsf{Mg} + \mathsf{S} \stackrel{\Delta}{\longrightarrow} \mathsf{MgS} \\ 2\,\mathsf{Al} + 3\,\mathsf{S} \stackrel{\Delta}{\longrightarrow} \mathsf{Al}_2\mathsf{S}_3 \end{array} \right.$$

注意,镁在空气中燃烧时会同时发生前三个反应。

与热水反应
$$\begin{cases} Mg + H_2O(沸水) \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2 \uparrow \\ 2AI + 6H_2O \longrightarrow 2AI(OH)_3 + 3H_2 \uparrow \end{cases}$$

与酸发生置换反应 特例:铝在冷的浓硫酸或浓硝酸中钝化。

铝热反应 可以与FeO、Fe₂O₃、Fe₃O₄、Cr₂O₃、MnO₂、V₂O₅等氧化物反应。

$$2 AI + Fe_2O_3 \xrightarrow{\overline{\text{ 高温}}} AI_2O_3 + 2 Fe$$

$$2 AI + Cr2O3 \xrightarrow{\overline{\text{高温}}} AI2O3 + 2 Cr$$

用途: 焊接金属、冶炼难溶金属。

与碱反应 镁不与碱反应。铝与强碱发生反应:2AI+2NaOH+6H₂ → 2NaAlO₂+4H₂O+3H₂↑

2.1.2 制备

・ 工业制铝: $2 AI_2O_3(I) \xrightarrow{\text{冰晶石}} 4 AI + 3 O_2 \uparrow$

・ 工业制镁:
$$\begin{cases} & \text{Mg}_2^+ + 2\,\text{OH}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow \\ & \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\,\text{HCI} \longrightarrow \text{MgCI}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ & \text{MgCI}_2(\text{I}) \xrightarrow{\underline{\mathfrak{M}} \textbf{e}} \text{Mg} + \text{CI}_2 \uparrow \end{cases}$$

2.2 铝、氧化铝和氢氧化铝的两性

与酸反应
$$\begin{cases} 2\,\text{Al} + 6\,\text{H}^+ \longrightarrow 2\,\text{Al}_3^+ + 3\,\text{H}_2 \uparrow (非氧化性酸) \\ \\ \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\,\text{H}^+ \longrightarrow 2\,\text{Al}_3^+ + 3\,\text{H}_2\text{O} \\ \\ \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\,\text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}_3^+ + 3\,\text{H}_2\text{O} \end{cases}$$

与强碱反应
$$\begin{cases} 2\,\mathsf{AI} + 2\,\mathsf{OH}^- + 2\,\mathsf{H}_2\mathsf{O} \longrightarrow 2\,\mathsf{AIO}_2^- + 3\,\mathsf{H}_2\uparrow \\ \\ \mathsf{AI}_2\mathsf{O}_3 + 2\,\mathsf{OH}^- \longrightarrow 2\,\mathsf{AIO}_2^- + \mathsf{H}_2\mathsf{O} \\ \\ \mathsf{AI}(\mathsf{OH})_3 + \mathsf{OH}^- \longrightarrow \mathsf{AIO}_2^- + 2\,\mathsf{H}_2\mathsf{O} \end{cases}$$

Al(OH)₃的电离
$$\begin{cases} Al(OH)_3 \Longleftrightarrow H^+ + AlO_2^- + H_2O \\ Al(OH)_3 \Longleftrightarrow Al_3^+ + OH^- \end{cases}$$

2.3 铝离子和偏铝酸根

2.3.1 铝离子

与NaOH的相互滴加 缓慢滴加并搅拌

将NaOH滴入Ala⁺溶液中

- 1. 先出现白色沉淀: Al₃⁺ + 3 OH⁻ → Al(OH)₃ ↓
- 2. 后沉淀消失: AI(OH)₃ + OH⁻ ---- AIO₂ + 2H₂O

将Al3⁺滴入NaOH溶液中

- 1. 先无明显现象: Al₃⁺ + 4 OH⁻ → AlO₂⁻ + H₂O
- 2. 后产生白色沉淀: Al₃⁺ + 3 AlO₂⁻ + 6 H₂O → 4 Al₃(OH)₃↓

与氨水反应 Al₃⁺ + NH₃ · H₂O → Al(OH)₃ ↓ + 3 NH₄⁺

2.3.2 偏铝酸根

与强酸相互滴加 缓慢滴加并搅拌

将H2SO4滴入AIO2 溶液中

- 1. 先出现白色沉淀: AIO₂ + H + H₂O → AI(OH)₃↓
- 2. 后沉淀消失: AI(OH)₃ + 3H⁺ ---- AI₃ + 3H₂O

将AIO2[¯]滴入H₂SO₄溶液中

- 1. 先无明显现象: AlO₂⁻ + 4 H⁺ → Al₃⁺ + 2 H₂O
- 2. 后产生白色沉淀: Al₃⁺ + 3 AlO₂⁻ + 6 H₂O → 4 Al₃(OH)₃ ↓

与碳酸反应 立即生成AI(OH)3沉淀且不溶解。

- · CO₂过量: AIO₂ + 2 H₂O + CO₂ → AI(OH)₃ ↓ + HCO₃ -
- · CO₂少量: 2 AIO₂⁻ + 3 H₂O + CO₂ → 2 AI(OH)₃ ↓ + CO₃²⁻

与铵盐溶液反应 NH₄⁺ + AlO₂⁻ + H₂O → Al(OH)₃↓ + NH₃↑

2.4 氢氧化铝

2.4.1 制备

- $Al_3^+ + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow AI(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$
- · $AIO_2^- + 2H_2O + CO_2 \longrightarrow AI(OH)_3 \downarrow + HCO_3^-$
- $\cdot \ \text{Al}_3{}^+ + 3 \, \text{AlO}_2{}^- + 6 \, \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \, \text{Al}_3(\text{OH})_3 \downarrow$