

元素及其化合物·二·「铁 (Fe) 及其化合物」

铁单质

物理性质

- 银白色固体，有金属性光泽
- 容易被磁铁吸引
- 地壳中居第四位

化学性质

铁元素性质活泼，有较强的还原性，主要化合价为+2价和+3价

1. 与非金属单质反应

- $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$
- $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$
- $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$

2. 与水反应

- 铁在高温下与水蒸气反应： $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

3. 与酸反应

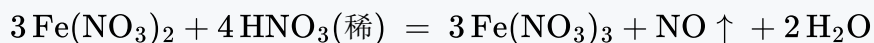
- 与非还原性酸： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
- 与少量稀硝酸： $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- 与过量稀硝酸： $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 铁遇到冷的浓硫酸或浓硝酸会钝化

常考：对于特定比例的 Fe 与 HNO_3 进行反应的方程式

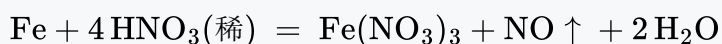
1. 当比例大于等于 3 : 8，此时铁过量，生成物全部都是亚铁



2. 比例介于 3 : 8 和 1 : 4 之间，则会有部分二价铁继续被硝酸氧化成三价铁



3. 比例小于等于 1 : 4，此时稀硝酸足量，铁单质全都被氧化成三价铁



4. 与盐溶液反应

- 置换反应： $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
- 与氯化铁溶液： $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$

铁的氧化物

物理性质

名称	氧化亚铁 FeO	氧化铁 Fe ₂ O ₃	四氧化三铁 Fe ₃ O ₄
俗称	-	铁红	磁性氧化铁
化合价	+2	+3	+2、+3
物理性质	黑色粉末	红褐色粉末	黑色粉末
用途	-	炼铁、铝热剂、油漆、涂料	炼铁

化学性质

1. 与非氧化性酸（盐酸 HCl）反应：

- 氧化亚铁 FeO： $\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- 氧化铁 Fe₂O₃： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 四氧化三铁 Fe₃O₄： $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

2. 与氧化性酸（过量稀硝酸 HNO₃）反应：

- 氧化亚铁 FeO： $3\text{FeO} + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
- 氧化铁 Fe₂O₃： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 四氧化三铁 Fe₃O₄： $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$

3. 与氧化性酸（少量稀硝酸 HNO₃）反应：

- 氧化亚铁 FeO： $\text{FeO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 氧化铁 Fe₂O₃： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 四氧化三铁 Fe₃O₄： $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

4. 与还原性酸（氢碘酸 HI）反应：

- 氧化亚铁 FeO： $\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- 氧化铁 Fe₂O₃： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 四氧化三铁 Fe₃O₄： $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 3\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

5. 与还原性物质（CO）反应：

- 氧化亚铁 FeO： $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$
- 氧化铁 Fe₂O₃： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- 四氧化三铁 Fe₃O₄： $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} = 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$

铁的氢氧化物

物理性质

名称	氢氧化亚铁 	氢氧化铁 
颜色状态	白色固体	红褐色固体

名称	氢氧化亚铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$	氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
水溶性	难溶	难溶

化学性质

1. 与非氧化性酸（盐酸 HCl ）反应：

- 氢氧化亚铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ： $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ： $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

2. 与氧化性酸（稀硝酸 HNO_3 ）反应：

- 氢氧化亚铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ：
$$\begin{aligned} \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3(\text{少量}) &= \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \\ 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 10\text{HNO}_3(\text{过量}) &= 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 8\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$
- 氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ： $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

3. 与还原性酸（氢碘酸 HI ）反应：

- 氢氧化亚铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ： $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HI} = \text{FeI}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ： $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HI} = \text{FeI}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

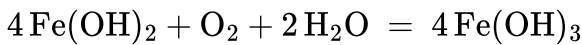
4. 稳定性

- $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 不稳定，在空气中易被氧化
$$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$$
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 不稳定（但较 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 稳定），受热分解
$$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

5. 制备

- $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$
（将含有 NaOH 的滴管插入到含 Fe^{2+} 的溶液中，防止被空气中的 O_2 氧化）
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$

6. 转化



铁盐与亚铁盐

Fe^{2+}

含有 Fe^{2+} 的溶液呈浅绿色，既有氧化性又有还原性

1. 氧化性： $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$
2. 还原性： $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
3. 特性：含有 Fe^{2+} 的盐溶液遇铁氰化钾 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 生成蓝色沉淀

Fe^{3+}

含有 Fe^{3+} 的溶液呈黄色，有较强的氧化性

1. 氧化性

1. 铁离子与铜 (Cu) 的反应: $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
 2. 铁离子与碘离子 (I^-) 的反应: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
 3. 铁离子与硫离子 (S^{2-}) 的反应: $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} = \text{Fe}_2\text{S}_3$
2. 特性: 含有 Fe^{3+} 的盐溶液遇 KSCN 溶液 变成红色

常见的铁盐与亚铁盐

1. 三氯化铁 FeCl_3 : 棕黄色固体, 一种常见的氧化剂, 能与多种还原剂发生氧化还原反应, 能回收废铜, 刻制印刷电路板时作腐蚀液, 其反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

- 制备无水 FeCl_3 : 在 HCl 气氛中加热蒸干 FeCl_3 溶液, 抑制 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ 正移
- 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体: 向沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液并煮沸至溶液呈红褐色为止

2. 绿矾 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 一种重要的还原剂, 可用作补血剂及植物的补铁剂
3. 高铁酸钾 K_2FeO_4 : 深紫色晶体, 具有强氧化性, 可用作水处理剂和高能电池
4. 铁铵矾 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$: 无色晶体, 易溶于水, 常用作化学分析试剂药物和织物媒染剂
5. 赤血盐 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: 红色晶体, 易溶于水, 常用于检验 Fe^{2+} , 生成蓝色沉淀

盐溶液保存

- Fe^{2+} 的盐溶液: 加入少量铁粉, 防止 Fe^{2+} 被氧化; 加入少量对应的酸, 抑制 Fe^{2+} 水解
- Fe^{3+} 的盐溶液: 加入少量对应的酸, 抑制 Fe^{3+} 水解

Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的检验

1. 直接观察颜色
 - 含有 Fe^{2+} 的溶液呈浅绿色
 - 含有 Fe^{3+} 的溶液呈黄色
2. 利用显色反应
 - KSCN 溶液
 - 溶液变红色: Fe^{3+}
 - 溶液不变色, 加入 HCl/氯水, 变红色: Fe^{2+}
 - 苯酚
 - 溶液呈紫色: Fe^{2+}
3. 利用 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀的颜色
 - NaOH 溶液
 - 红褐色沉淀: Fe^{3+}
 - 生成白色絮状沉淀, 白色沉淀变为灰绿色, 最后变为红褐色: Fe^{2+}
4. 利用 Fe^{3+} 的氧化性
 - Cu 片

- 铜被腐蚀，溶液变为蓝绿色： Fe^{3+}
- 淀粉-KI 试纸
 - 变蓝： Fe^{3+}
- H_2S 水溶液
 - 产生淡黄色沉淀： Fe^{3+}

5. 利用 Fe^{2+} 的还原性

- 溴水
 - 溴水褪色： Fe^{2+}
- KMnO_4 溶液
 - 紫色褪去： Fe^{2+}

6. 利用 Fe^{2+} 的特殊反应

- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 - 生成蓝色沉淀： $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

铁及其重要化合物的转化

