

# 元素及其化合物 · 二 · 「铁 (Fe) 及其化合物」

## 1. 铁单质

### 1.1 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

### 1.2 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

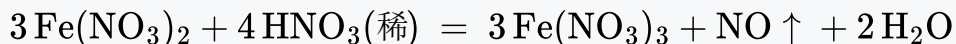
- 与非还原性酸： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
- 与少量稀硝酸： $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- 与过量稀硝酸： $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 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  $\text{HNO}_3$  进行反应的方程式

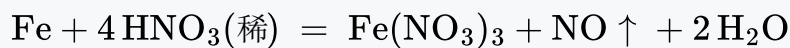
1. 当比例大于等于 3 : 8，此时铁过量，生成物全部都是亚铁



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： $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$

## 2. 铁的氧化物

### 2.1 物理性质

名称	氧化亚铁 $\text{FeO}$	氧化铁 $\text{Fe}_2\text{O}_3$	四氧化三铁 $\text{Fe}_3\text{O}_4$
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

Table 2-1

### 2.2 化学性质

#### 1. 与非氧化性酸（盐酸 $\text{HCl}$ ）反应：

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

#### 2. 与氧化性酸（过量稀硝酸 $\text{HNO}_3$ ）反应：

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

#### 3. 与氧化性酸（少量稀硝酸 $\text{HNO}_3$ ）反应：

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

#### 4. 与还原性酸（氢碘酸 $\text{HI}$ ）反应：

- 氧化亚铁  $\text{FeO}$ ： $\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

- ### 5. 与还原性物质 (CO) 反应:

- ### 3. 铁的氢氧化物

### 3.1 物理性质

名称	氢氧化亚铁 $\text{Fe}(\text{OH})_2$	氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
颜色状态	白色固体	红褐色固体
水溶性	难溶	难溶

Table 3-1

### 3.2 化学性质

- ### 1. 与非氧化性酸（盐酸 HCl）反应：

- ## 2. 与氧化性酸（稀硝酸 $\text{HNO}_3$ ）反应：

- ### 3. 与还原性酸（氢碘酸 HI）反应：

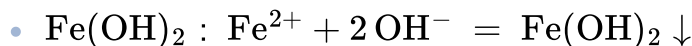
- ## 4. 稳定性

- $\text{Fe}(\text{OH})_2$  不稳定，在空气中易被氧化  

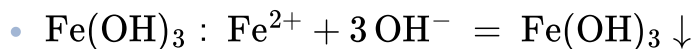
$$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$$
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$  不稳定（但较  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  稳定），受热分解  

$$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

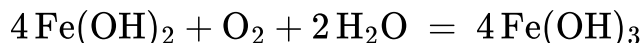
## 5. 制备



(将含有 NaOH 的滴管插入到含  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液中，防止被空气中的  $\text{O}_2$  氧化)



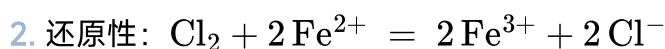
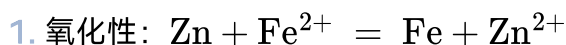
## 6. 转化



## 4. 铁盐与亚铁盐

### 4.1 $\text{Fe}^{2+}$

含有  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液呈浅绿色，既有氧化性又有还原性

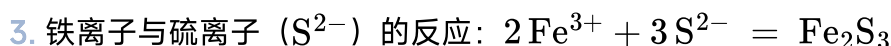
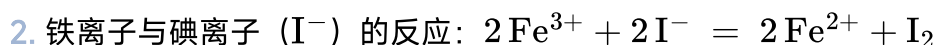


3. 特性: 含有  $\text{Fe}^{2+}$  的盐溶液遇铁氰化钾  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  生成蓝色沉淀

### 4.2 $\text{Fe}^{3+}$

含有  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液呈黄色，有较强的氧化性

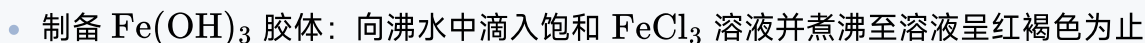
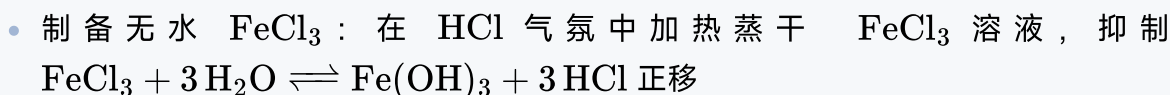
#### 1. 氧化性



2. 特性: 含有  $\text{Fe}^{3+}$  的盐溶液遇 KSCN 溶液 变成红色

### 4.3 常见的铁盐与亚铁盐

1. 三氯化铁  $\text{FeCl}_3$ : 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  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$



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  $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ：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  $\text{Fe}^{2+}$ ，生成蓝色沉淀

## 4.4 盐溶液保存

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

## 5. $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{Fe}^{3+}$ 的检验

### 1. 直接观察颜色

- 含有  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液呈浅绿色
- 含有  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液呈黄色

### 2. 利用显色反应

- KSCN 溶液
  - 溶液变红色： $\text{Fe}^{3+}$
  - 溶液不变色，加入 HCl / 氯水，变红色： $\text{Fe}^{2+}$
- 苯酚
  - 溶液呈紫色： $\text{Fe}^{2+}$

### 3. 利用 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀的颜色

- NaOH 溶液
  - 红褐色沉淀： $\text{Fe}^{3+}$
  - 生成白色絮状沉淀，白色沉淀变为灰绿色，最后变为红褐色： $\text{Fe}^{2+}$

### 4. 利用 $\text{Fe}^{3+}$ 的氧化性

- Cu 片
  - 铜被腐蚀，溶液变为蓝绿色： $\text{Fe}^{3+}$
- 淀粉—KI 试纸
  - 变蓝： $\text{Fe}^{3+}$
- $\text{H}_2\text{S}$  水溶液
  - 产生淡黄色沉淀： $\text{Fe}^{3+}$

### 5. 利用 $\text{Fe}^{2+}$ 的还原性

- 溴水
  - 溴水褪色： $\text{Fe}^{2+}$

- 紫色褪去:  $\text{Fe}^{2+}$

- $\text{K}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$

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

Diagram illustrating the various oxidation states of iron (Fe) and the reagents used to achieve them:

- Central Node:** Fe (Fe 单质) with oxidation state 0.
- Left Side (Oxidation States +2 and +3):**
  - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Oxidation State +2):**
    - Reagents: H<sub>2</sub>O(g) 高温, O<sub>2</sub> 点燃, Al, C, CO, H<sub>2</sub>.
    - Reagents: Fe<sub>3</sub>, S, Zn, Fe<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, H<sub>2</sub>, C, CO.
    - Reagents: H<sub>2</sub> (稀 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl), 少量稀 HNO<sub>3</sub>.
    - Reagents: O<sub>2</sub> 加热.
  - Fe (Oxidation State +2):**
    - Reagents: Cu, Fe, I<sup>-</sup>, S(S<sup>2-</sup>/HS<sup>-</sup>/H<sub>2</sub>S), S(SO<sub>2</sub><sup>-</sup>/H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>/HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>/SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).
    - Reagents: O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, 稀 HNO<sub>3</sub>, 浓 HNO<sub>3</sub>, 浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(H<sup>+</sup>), HClO, KMnO<sub>4</sub>(H<sup>+</sup>), K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(H<sup>+</sup>).
  - Right Side (Oxidation States +3 and +6):**
    - Fe (Oxidation State +3):**
      - Reagents: Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, 过量稀 HNO<sub>3</sub>, 浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 浓 HNO<sub>3</sub>, CO.
      - Reagents: Zn, Al, H<sub>2</sub>, C.
    - FeO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Oxidation State +6):**
      - Reagents: OH<sup>-</sup>, ClO<sup>-</sup>.

Additional notes:

  - 常温/冷下发生钝化, 加热下不发生钝化 (Passivation at room temperature/cold, no passivation upon heating).

Figure 6-1