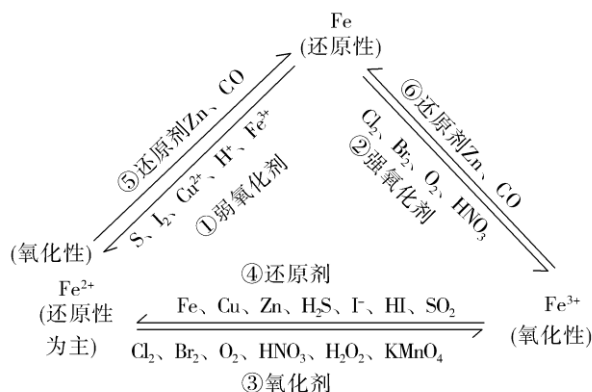


3.1.3 铁及其化合物转化关系的应用

学习目标

1. 掌握铁及其化合物的转化关系及应用。
2. 理解化工流程及实验室中实现铁及其化合物的转化原理和条件分析。

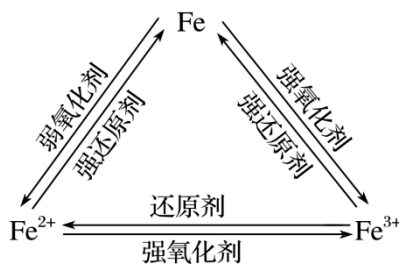
重点难点



学习过程

一、铁及其化合物之间的转化——“铁三角”

从 Fe、Fe²⁺和 Fe³⁺的结构可知：Fe 只有还原性，Fe³⁺通常只有氧化性，Fe²⁺既具有氧化性又具有还原性。上述微粒通过跟一定的氧化剂或还原剂发生氧化还原反应，才能实现不同价态铁的相互转化，我们把这个相互转化设计成三角形，常称为铁三角。



1. Fe³⁺的形成

由于 Fe³⁺的氧化性较强，要想生成 Fe³⁺，需要强氧化剂，通常有：Cl₂、Br₂、HNO₃、浓 H₂SO₄、KMnO₄(H⁺)。

Fe 与 Cl₂ 反应：_____

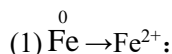
2. Fe⁰的形成

单质 Fe 的还原性较强，要想生成单质 Fe，得需强还原剂，通常有：Al、Zn、CO、H₂。

Fe²⁺与 Zn_____

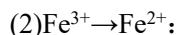
3. Fe²⁺的形成

Fe^{2+} 的氧化性、还原性都不强，所以，从 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，弱氧化剂即可，通常有： S 、 H^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ；从 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，能被 Fe^{3+} 氧化的还原剂有： Fe 、 Cu 、 I^- 、 S^{2-} 、 HS^- 、 SO_2 、 SO_3^{2-} 。



Fe 与 2H^+ _____

Fe 与 Cu^{2+} _____

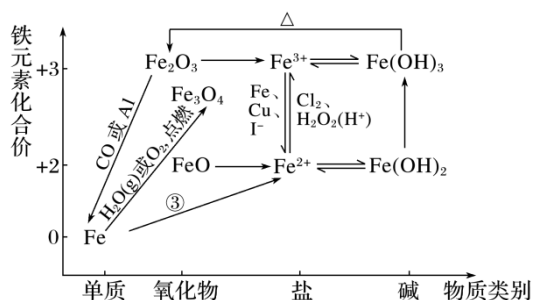


$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ (据此反应，用 Fe 可除去 Fe^{2+} 溶液中的 Fe^{3+} ；在 FeSO_4 溶液中，常放少量铁粉，就是为了防止 FeSO_4 被氧化)；

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ (据此反应，可用 FeCl_3 溶液腐蚀 Cu 来制线路板：把一铜板粘在塑料板上，用油漆画出线路图，然后浸在 FeCl_3 溶液中， Cu 被 FeCl_3 腐蚀，而用漆画过的线条留了下来，这就成了线路)。

二、铁及其化合物的价类二维图

从物质类别和物质所含核心元素的化合价两个角度总结、预测物质的性质是学习化学的重要方法之一。



三、变价“铁”的常见考法

1. Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的氧化还原性强弱顺序

氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{I}_2 > \text{Fe}^{2+}$

还原性： $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{Cu} < \text{I}^- < \text{S}^{2-}$

2. 工业生产时溶液中 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的除去方法

(1)原理： Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 完全生成氢氧化物沉淀时，溶液的 pH 分别为 $\text{pH} \geq 3.7$ 、 $\text{pH} \geq 9.6$ 。

(2)步骤：

①除去溶液中的 Fe^{3+} 时，一般是加入能与酸反应的物质(但不能引入新的杂质)，调节溶液的 $\text{pH} \geq 3.7$ ，使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去。

②除去溶液中的 Fe^{2+} 时，先加入 H_2O_2 (或其他氧化剂，但不引入新杂质)，使 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，然后调节溶液的 $\text{pH} \geq 3.7$ ，使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去。

(3)示例：

①除去 MgCl_2 溶液中的 Fe^{3+} ，可在加热搅拌条件下，加入足量 MgO 或 MgCO_3 或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，充分反应过滤除去。

②除去 CuCl_2 溶液中的 Fe^{2+} ，先加入 H_2O_2 (或通入 Cl_2)，然后在加热搅拌条件下，加入足量 CuO 或 CuCO_3 或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，充分反应后过滤除去。

3. 判断离子能否大量共存

(1) Fe^{2+} ：与 $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 、 ClO^- 、 $\text{MnO}_4^-(\text{H}^+)$ 不能大量共存(因发生氧化还原反应)。

(2) Fe^{3+} ：与 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 、 HS^- 不能大量共存(因发生氧化还原反应)。

4. 含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 溶液的配制要点

(1)配制 FeCl_3 溶液时先将 FeCl_3 固体溶于浓盐酸中(抑制 FeCl_3 水解，防止生成沉淀而导致溶液变浑浊)，再加水稀释至所需浓度。

(2)配制 FeCl_2 溶液时，为防止 Fe^{2+} 被空气氧化还需加入少量铁粉。

5. 高铁酸钾的性质

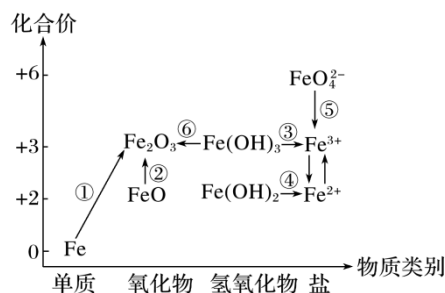
高铁酸钾(K_2FeO_4)中的 Fe 显+6 价，它是一种高效复合水处理剂：

(1)由于具有强氧化性能杀菌、消毒。

(2)由于反应后还原产物为 Fe^{3+} ， Fe^{3+} 在溶液中水解生成氢氧化铁胶体，能吸附水中的悬浮杂质，起到净水的作用。

检测反馈

【例 1】如图为铁元素的价类二维图，其中的箭头表示部分物质间的转化关系。下列说法正确的是()



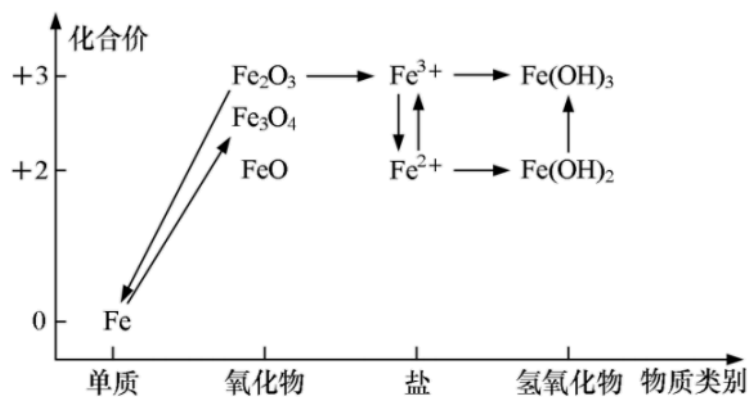
A. 铁与高温水蒸气的反应可实现上述转化①

B. FeO 是一种黑色粉末，不稳定，在空气中受热，迅速发生转化②生成红棕色粉末

C. 加热 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 发生转化⑥，加水溶解可实现转化③

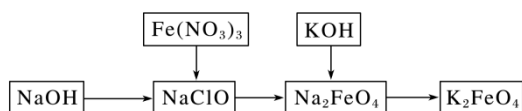
D. 由图可预测：高铁酸盐(FeO_4^{2-})具有强氧化性，可用于消毒， FeO_4^{2-} 与水反应最终可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，从而吸附水中的悬浮物，故高铁酸盐可作净水剂

【对点训练 1】化合价和物质类别是整理元素及化合物知识的两个要素，可表示为“价类”二维图。下图是铁元素的“价类”二维图，下列说法正确的是()



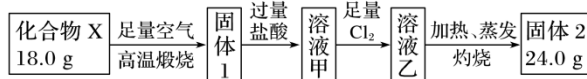
- A. 常温下 Fe 与水反应生成 Fe_3O_4
- B. 工业上用 CO 还原 Fe_2O_3 炼铁, 该反应属于置换反应
- C. 维生素 C 能将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 过程中维生素 C 做还原剂
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 浊液露置于空气中, 白色迅速转变为红褐色

【例 2】高铁酸钾是一种重要的绿色净水剂, 具有净水和消毒双重功能。某课外学习小组设计如图所示方案制备高铁酸钾。下列说法不正确的是()



- A. 高铁酸钾中铁元素的化合价为+6, 具有强氧化性
- B. 反应 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{ClO}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ 中, 生成 2 mol FeO_4^{2-} 时, 转移 6 mol 电子
- C. 制备高铁酸钾的化学方程式为 $2\text{KOH} + \text{Na}_2\text{FeO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{FeO}_4 + 2\text{NaOH}$, 根据复分解反应原理, 高铁酸钠的溶解度大于高铁酸钾的溶解度
- D. 明矾、硫酸铁、高铁酸钾都能净水, 其净水原理完全相同

【对点训练 2】球墨铸铁中含有一种铁碳化合物 X。实验小组为测定化合物 X 的组成设计实验如下:



- 下列说法不正确的是()
- A. 固体 2 是氧化铁
- B. X 的化学式可以表示为 Fe_3C_2
- C. 溶液甲加热、蒸发、灼烧也可得到 24.0 g 固体
- D. X 与足量的热浓硝酸反应有 NO_2 和 CO_2 生成