



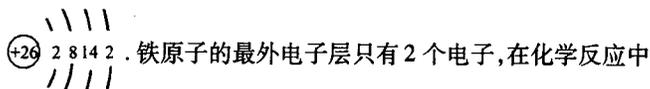
“铁及其化合物”复习导航

■ 师殿峰

一、铁

1. 铁的原子结构

铁的原子序数(核电荷数)是26,原子结构示意图为



容易失去这2个电子而变为亚铁离子(Fe^{2+});铁原子也能失去3个电子,生成铁离子(Fe^{3+}).

2. 铁的化学性质

在金属活动性顺序表里铁位于氢的前面,铁是比较活泼的金属.在化学反应中,铁作还原剂;当铁与弱氧化剂反应时,被氧化成+2价化合物;当与强氧化剂反应时,被氧化成+3价化合物.

(1) 铁与非金属反应

①与 O_2 反应:常温时,铁在干燥的空气里不易跟 O_2 起反应,在潮湿的空气中易生锈;在点燃条件下,铁丝能在 O_2 (纯氧)中剧烈燃烧,火星四射,生成黑色的 Fe_3O_4 固体: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$.

②与 Cl_2 反应:在点燃条件下,铁丝能在 Cl_2 中燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl_3 固体: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$.

③与S反应:在加热条件下,铁与硫反应生成黑色的FeS固体: $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$.

注意:变价金属Fe与 Cl_2 反应生成高价金属的氯化物(FeCl_3),与S反应生成低价金属的硫化物(FeS).

(2) 铁与水蒸气反应

铁不能与冷水和热水反应,但能与水蒸气反应,生成黑色的 Fe_3O_4 固体和 H_2 : $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \uparrow$.

(3) 铁与酸反应

①铁与非氧化性酸(如盐酸、稀硫酸)发生置换反应,铁被氧化为 Fe^{2+} : $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (有无色无味的气体产生,溶液变为浅绿色).

②铁与氧化性酸(如硝酸、浓硫酸)反应,都不会产生氢气.

a. 常温下,铁遇到浓硫酸、浓硝酸会发生钝化现象.因此,可用铁制容器盛装浓硫酸和浓硝酸.

b. 铁与稀硝酸反应时,铁被氧化为 Fe^{3+} ;当铁过量时, Fe^{3+} 又与Fe反应生成 Fe^{2+} : $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$.

c. 在加热条件下,铁与浓硝酸、浓硫酸反应时,铁被氧化为 Fe^{3+} ;当铁过量时, Fe^{3+} 又与Fe反应生成 Fe^{2+} .如: $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

二、铁的重要化合物

1. 铁的氧化物的比较(见表1)

表1

类别	氧化亚铁(FeO)	氧化铁(Fe_2O_3)	四氧化三铁(Fe_3O_4)
俗名	/	铁红	磁性氧化铁
颜色状态	黑色粉末	红棕色粉末	黑色晶体
铁元素的价态	+2	+3	+2、+3
溶解性	难溶于水		
稳定性	不稳定 ($6\text{FeO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_3\text{O}_4$)	稳定	稳定
与盐酸、稀硫酸(H^+)反应	$\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
与氢碘酸反应	$\text{FeO} + 2\text{HI} = \text{FeI}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 为非氧化还原反应	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 为氧化还原反应, +3价铁表现氧化性	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HI} = 3\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
与浓、稀硝酸反应	$\text{FeO} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{HNO}_3(\text{浓}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{HNO}_3(\text{稀}) = 9\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$
与浓硫酸反应	$2\text{FeO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	$2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
与CO反应	$\text{FeO} + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe} + \text{CO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$
制法	高温熔融,过量的铁与 O_2 反应制得: $2\text{Fe} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{FeO}$	加热 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 分解制得: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	铁在氧气中燃烧制得: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$



2. 铁的氢氧化物的比较(见表2)

表2

类别	氢氧化亚铁[Fe(OH) ₂]	氢氧化铁[Fe(OH) ₃]
颜色状态	白色固体	红褐色固体
溶解性	难溶于水	
与空气中的 O ₂ 反应	$4\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe(OH)}_3$	不反应
稳定性	不能在空气中稳定存在	受热分解: $2\text{Fe(OH)}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
与盐酸、稀硫酸(H ⁺)反应	$\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
与氢碘酸反应	$\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{HI} = \text{FeI}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 发生复分解反应	$2\text{Fe(OH)}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 发生氧化还原反应, +3价铁表现氧化性
与浓、稀硝酸反应	$\text{Fe(OH)}_2 + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Fe(NO}_3)_3 + \text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe(OH)}_2 + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Fe(NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Fe(NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
与浓硫酸反应	$2\text{Fe(OH)}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$	$2\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
生成原理	①含 Fe ²⁺ 的溶液与强碱溶液反应: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_2\downarrow$ ②含 Fe ²⁺ 的溶液与氨水反应: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe(OH)}_2\downarrow + 2\text{NH}_4^+$	①含 Fe ³⁺ 的溶液与强碱溶液反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_3\downarrow$ ②含 Fe ³⁺ 的溶液与氨水反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$
实验室制法	用长滴管将 NaOH 溶液送入 FeSO ₄ 溶液液面以下制得: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_2\downarrow$	将 NaOH 溶液滴入 FeCl ₃ 或 Fe ₂ (SO ₄) ₃ 溶液中制得: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_3\downarrow$

3. 铁盐和亚铁盐(Fe³⁺和Fe²⁺)溶液的比较(见表3)

表3

类别	铁盐(Fe ³⁺)溶液	亚铁盐(Fe ²⁺)溶液
溶液的颜色	棕黄色	浅绿色
氧化还原性	只有氧化性	既有氧化性, 又有还原性
与 Zn 反应	$\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ 或 $3\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe} + 3\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$
与 Fe 或 Cu 反应	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 或 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$	不反应
与 Cl ₂ 或溴水反应	不反应	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 或 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$
与 KI 溶液反应	$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$	不反应
与强碱(OH ⁻)溶液反应	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_3\downarrow(\text{红褐色})$	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe(OH)}_2\downarrow(\text{白色})$
与氨水反应	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe(OH)}_2\downarrow + 2\text{NH}_4^+$
与 KSCN 溶液反应	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe(SCN)}_3(\text{血红色})$	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{SCN}^- = \text{Fe(SCN)}_2(\text{无色})$

三、Fe、Fe²⁺、Fe³⁺相互转化的“铁三角”(如图1所示)

1. Fe 只有还原性. Fe 遇到强氧化剂(如 Cl₂、Br₂、O₂、HNO₃、浓 H₂SO₄ 等)时被氧化为 Fe³⁺; Fe 遇到弱氧化剂(如 S、I₂、H⁺、Cu²⁺、Fe³⁺、Ag⁺、Hg²⁺ 等)时被氧化为 Fe²⁺.

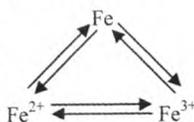


图1

2. Fe²⁺ 既有氧化性, 又有还原性. Fe²⁺ 遇到强氧化剂(如 Cl₂、Br₂、O₂、HNO₃、浓 H₂SO₄、KMnO₄、H₂O₂、Na₂O₂ 等)时被氧化为 Fe³⁺; Fe²⁺ 遇到还原剂(如 Zn、Al、Mg、CO、H₂、C 等)时被还原为 Fe.

3. Fe³⁺ 只有氧化性. Fe³⁺ 遇到强还原剂(如 H₂、CO、Mg、Al

等)时被还原为 Fe; Fe³⁺ 遇到弱还原剂(如 Fe、Cu、I⁻、S²⁻、H₂S、SO₂ 等)时被还原为 Fe²⁺.

四、Fe³⁺ 和 Fe²⁺ 的检验

1. 观察法: 观察待鉴别的两种溶液的颜色, 溶液呈浅绿色者为 Fe²⁺ 的溶液, 溶液呈棕黄色者为 Fe³⁺ 的溶液.

2. KSCN(或 NH₄SCN)法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别滴入 KSCN(或 NH₄SCN)溶液, 溶液立即呈血红色者为 Fe³⁺ 的溶液, 否则为 Fe²⁺ 的溶液.



3. 氨水(或氨气)法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别滴入氨水(或通入氨气), 能生成红褐色沉淀者为 Fe³⁺ 的溶液; 能生

例5 (2012年重庆、山东、天津理综卷及江苏化学卷组合)下列叙述正确的是()

- (A) Fe与S混合加热生成FeS₂
- (B) FeCl₃溶液能与Cu反应,可用于蚀刻印刷电路
- (C) Fe与稀HNO₃、稀H₂SO₄反应均有气泡产生,说明Fe与两种酸均发生置换反应
- (D) Fe在足量Cl₂中燃烧生成FeCl₂和FeCl₃

解析:Fe与S混合加热生成FeS,(A)错误;FeCl₃溶液有较强的氧化性,能将Cu氧化,(B)正确;Fe与稀HNO₃的反应没有单质生成(稀HNO₃的还原产物为NO),不属于置换反应,(C)错误;Cl₂的氧化性较强,Fe在Cl₂中燃烧生成FeCl₃,(D)错误.故答案为(B).

例6 (2014年上海化学卷)用FeCl₃溶液腐蚀印刷电路板上的铜,所得的溶液中加入铁粉.对加入铁粉充分反应后的溶液分析合理的是()

- (A) 若无固体剩余,则溶液中一定有Fe³⁺
- (B) 若有固体存在,则溶液中一定有Fe²⁺
- (C) 若溶液中有Cu²⁺,则一定没有固体析出
- (D) 若溶液中有Fe²⁺,则一定有Cu析出

解析:因氧化性:Fe³⁺>Cu²⁺>Fe²⁺,还原性:Fe>Cu;若无固体剩余,说明铁粉完全被溶液中的Fe³⁺氧化,但此时溶液中不一定有Fe³⁺,(A)项错误;若有固体存在,则固体中一定有铜,可能还有铁,因此溶液中一定有Fe²⁺,(B)项正确;若溶液中有Cu²⁺,则也可能有部分铜被置换出来,因此不一定没有固体析出,(C)项错误;若溶液中有Fe²⁺,但当溶液中的Fe³⁺过量时,则没有Cu析出,(D)项错误.故答案为(B).

4. 考查Fe²⁺或Fe³⁺的检验

例7 (2011年海南化学卷,节选)实验制得的硫酸亚铁铵晶体常含有Fe³⁺杂质.检验Fe³⁺常用的试剂是_____,可以观察到的现象是_____.

解析:检验Fe³⁺常用的试剂是KSCN溶液;因Fe³⁺与KSCN溶液反应溶液呈红色,则可以观察到的现象是溶液呈现红色.故答案为:KSCN溶液,溶液呈现红色(或呈现血红色).

5. 考查铁及其化合物的推断

例8 (2006年天津理综卷,节选)中学化学中几种常见物质的转化关系如图4所示:

将D溶液滴入沸水中可得到以F为分散质的红褐色胶体.请回答下列问题:

- (1) 红褐色胶体中F粒子直径大小的范围:_____.
- (2) A、B、H的化学式:A_____,B_____,H_____.
- (3) 写出C的酸性溶液与双氧水反应的离子方程式:_____.

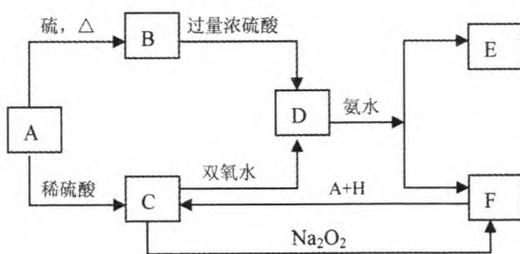


图3

(4) 在C溶液中加入与C等物质的量的Na₂O₂,恰好使C转化为F,写出该反应的离子方程式:_____.

解析:因将D溶液滴入沸水中可得到以F为分散质的红褐色胶体,则F为Fe(OH)₃(胶体F粒子直径大小范围为1~100 nm),D中含有Fe³⁺.因A $\xrightarrow{\text{稀硫酸}}$ C $\xrightarrow{\text{双氧水}}$ D,则A为Fe,C为FeSO₄,D为Fe₂(SO₄)₃;从而可知,B为FeS,E为(NH₄)₂SO₄,H为稀H₂SO₄;则可写出有关反应的离子方程式.

答案:(1)1~100 nm (2)Fe、FeS、H₂SO₄(稀) (3)2Fe²⁺+H₂O₂+2H⁺=2Fe³⁺+2H₂O (4)4Fe²⁺+4Na₂O₂+6H₂O=4Fe(OH)₃↓+O₂↑+8Na⁺.

6. 考查有关铁的化合物的计算

例10 (2010年上海化学卷)由5 mol Fe₂O₃、4 mol Fe₃O₄和3 mol FeO组成的混合物,加入纯铁1 mol并在高温下和Fe₂O₃反应.若纯铁完全反应,则反应后混合物中FeO与Fe₂O₃的物质的量之比可能是()

- (A)4:3 (B)3:2 (C)3:1 (D)2:1

解析:假设1 mol Fe与Fe₂O₃反应生成FeO,由反应Fe₂O₃+Fe $\xrightarrow{\text{高温}}$ 3FeO可知,反应后n(FeO)=3 mol+3 mol=6 mol,n(Fe₂O₃)=5 mol-1 mol=4 mol;则n(FeO):n(Fe₂O₃)=6 mol:4 mol=3:2.假设1 mol Fe与Fe₂O₃反应生成Fe₃O₄,由反应4Fe₂O₃+Fe $\xrightarrow{\text{高温}}$ 3Fe₃O₄可知,反应后n(FeO)=3 mol,n(Fe₂O₃)=5 mol-4 mol=1 mol;则n(FeO):n(Fe₂O₃)=3 mol:1 mol=3:1;当两反应均存在时,FeO与Fe₂O₃的物质的量之比处于两着之间,则(B)、(C)符合题意.故答案为(B)、(C).

[河南省鲁山县第三高级中学(467300)]