

“铁及其化合物”复习导航

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

一、知识归纳

1. 铁

(1) 铁的原子结构: 铁的原子序数(核电荷数)是 26, 在元素周期表中位于第四周期第 VIII 族(第 VIII

列), 原子结构示意图为 $\text{②6} \left(\begin{array}{c} 28 \\ 14 \\ 2 \end{array} \right)$. 铁原子的最外电

子层只有 2 个电子.

(2) 铁的物理性质: 铁具有银白色金属光泽, 密度为 7.86 g/cm^3 , 熔、沸点高(熔点为 1535°C , 沸点为 2750°C); 铁有良好的延展性和导电性、导热性, 铁能被磁铁吸引. 纯铁的抗腐蚀能力强.

(3) 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; 当铁与弱氧化剂作用时, 只失去最外层电子而显 +2 价; 当与强氧化剂作用时, 铁失去 3 个(最外层 2 个和次外层 1 个)电子而显 +3 价.

①铁与非金属反应: 铁能够与 O_2 、 Cl_2 、 S 等非金属单质反应.

A. 与 O_2 反应: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ (灼热的铁丝在氧气里燃烧, 生成黑色的 Fe_3O_4)

B. 与 Cl_2 反应: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ (铁丝在 Cl_2 中燃烧, 产生棕黄色烟)

C. 与 S 反应: $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ (S 的氧化性比 Cl_2 弱, 铁与硫反应生成 FeS)

②铁与水反应: 常温下铁与水不反应, 但在潮湿

的空气中, 铁易被腐蚀而形成铁锈. 在高温条件下, 铁能够与水蒸气反应:



③铁与酸反应: 铁既能与非氧化性酸反应, 又能与氧化性酸反应.

A. 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+} : $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (有无色无味的气体产生, 溶液变为浅绿色).

B. 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+} : $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3$ (稀) $\rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3$ (稀) $\rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$.

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: $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3$ (浓) $\xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3$ (浓) $\xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

④铁与盐溶液反应: 铁既能与比它活动性弱的金属的盐溶液发生置换反应, 如: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$; 又能与 Fe^{3+} 盐溶液反应生成 Fe^{2+} 盐: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$.

2. 铁的氧化物的比较(如表 1 所示)

表 1

类别	氧化亚铁(FeO)	氧化铁(Fe ₂ O ₃)	四氧化三铁(Fe ₃ O 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	$\text{FeO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
与氢碘酸反应	$\text{FeO} + 2\text{HI} \rightleftharpoons \text{FeI}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 为非氧化还原反应	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} \rightleftharpoons 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ +3 价铁表现氧化性, 为氧化还原反应	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HI} \rightleftharpoons 3\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

表 1(续)

与浓、稀硝酸反应	$\text{FeO} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 9\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$
与浓硫酸反应	$2\text{FeO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	$2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$
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 Fe(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: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$

注意: FeO 和 Fe₃O₄ 均能与氧化性酸(浓硝酸、稀硝酸、浓硫酸)发生氧化还原反应,且 +2 价铁表现还原性; Fe₂O₃ 与氧化性酸(浓硝酸、稀硝酸、浓硫酸)的反应为非氧化还原反应.

3. 铁的氢氧化物的比较(如表 2 所示)

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	$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$	不反应
稳定性	不能在空气中稳定存在	受热分解: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
与盐酸、稀硫酸(H ⁺)反应	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
与氢碘酸反应	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HI} \rightleftharpoons \text{FeI}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 发生复分解反应	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{HI} \rightleftharpoons 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ +3 价铁表现氧化性 发生氧化还原反应
与浓、稀硝酸反应	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
与浓硫酸反应	$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
生成原理	①含 Fe ²⁺ 的溶液与强碱溶液反应: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ ②含 Fe ²⁺ 的溶液与氨水反应: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$	①含 Fe ³⁺ 的溶液与强碱溶液反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ ②含 Fe ³⁺ 的溶液与氨水反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
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: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$	将 NaOH 溶液滴入 FeCl ₃ 或 Fe ₂ (SO ₄) ₃ 溶液中制得: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

注意: Fe(OH)₂ 与氧化性酸(浓硝酸、稀硝酸、浓硫酸)的反应为氧化还原反应,且 +2 价铁表现还原性; Fe(OH)₃ 与氧化性酸(浓硝酸、稀硝酸、浓硫酸)的反应为复分解反应.

4. 铁盐和亚铁盐(Fe³⁺和Fe²⁺)溶液的比较(如表3所示)

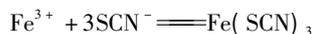
表3

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	Zn + 2Fe ³⁺ = 2Fe ²⁺ + Zn ²⁺ 或 3Zn + 2Fe ³⁺ = 2Fe + 3Zn ²⁺	Zn + Fe ²⁺ = Fe + Zn ²⁺
与Fe或Cu反应	2Fe ³⁺ + Fe = 3Fe ²⁺ 或 2Fe ³⁺ + Cu = 2Fe ²⁺ + Cu ²⁺	不反应
与Cl ₂ 或溴水反应	不反应	2Fe ²⁺ + Cl ₂ = 2Fe ³⁺ + 2Cl ⁻ 或 2Fe ²⁺ + Br ₂ = 2Fe ³⁺ + 2Br ⁻
与KI溶液反应	2Fe ³⁺ + 2I ⁻ = 2Fe ²⁺ + I ₂	不反应
与强碱(OH ⁻)溶液反应	Fe ³⁺ + 3OH ⁻ = Fe(OH) ₃ ↓(红褐色)	Fe ²⁺ + 2OH ⁻ = Fe(OH) ₂ ↓(白色)
与氨水反应	Fe ³⁺ + 3NH ₃ ·H ₂ O = Fe(OH) ₃ ↓ + 3NH ₄ ⁺	Fe ²⁺ + 2NH ₃ ·H ₂ O = Fe(OH) ₂ ↓ + 2NH ₄ ⁺
与KSCN溶液反应	Fe ³⁺ + 3SCN ⁻ = Fe(SCN) ₃ (血红色)	Fe ²⁺ + 2SCN ⁻ = Fe(SCN) ₂ (无色)

5. 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。

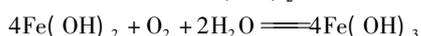
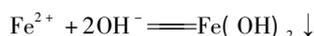
(2) KSCN(或NH₄SCN)法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别滴入KSCN(或NH₄SCN)溶液, 溶液立即呈血红色者为Fe³⁺的溶液, 否则为Fe²⁺的溶液。



(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; 能生成白色沉淀并立刻转变为灰绿色, 最后变成红褐色沉淀者为Fe²⁺的溶液。



(4) NaOH(或KOH)法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别滴入NaOH(或KOH)溶液, 能生成红褐色沉淀者为Fe³⁺的溶液; 能生成白色沉淀并立刻转变为灰绿色, 最后变成红褐色沉淀者为Fe²⁺的溶液。



(5) 氯气法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别通入氯气, 溶液由浅绿色变为棕黄色者为Fe²⁺的溶液, 否则为Fe³⁺的溶液。

液, 否则为Fe³⁺的溶液。



(6) 淀粉碘化钾试纸法: 分别将待鉴别的两种溶液滴到淀粉碘化钾试纸上, 能使淀粉碘化钾试纸变蓝色者为Fe³⁺的溶液, 否则为Fe²⁺的溶液。



(7) 苯酚法: 取待鉴别的两种溶液少许, 分别滴入苯酚溶液, 溶液呈紫色者为Fe³⁺的溶液, 否则为Fe²⁺的溶液。

6. Fe、Fe²⁺、Fe³⁺相互转化的“铁三角”(如图1所示)

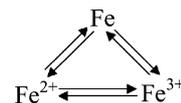


图1

(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⁺。

(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⁺。

7. 铁及其重要化合物的相互转化(如图2所示)

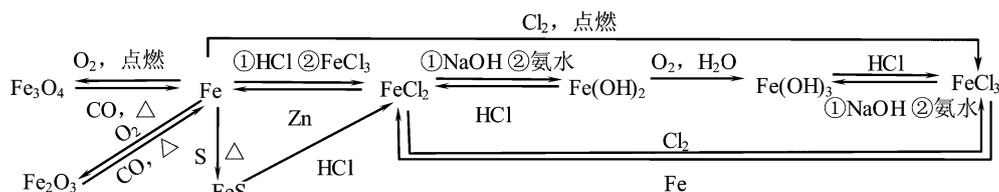


图2

二、高考题例析

1. 考查铁及其化合物的性质

例1 (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项错误; FeCl₃溶液有较强的氧化性,能将Cu氧化, B项正确; 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项错误; Cl₂的氧化性较强, Fe在Cl₂中燃烧生成FeCl₃, D项错误。故答案为B。

2. 考查铁与Fe²⁺和Fe³⁺的性质

例2 (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。

3. 考查铁的化合物的性质

例3 (2011年上海化学卷)高铁酸钾(K₂FeO₄)是一种新型的自来水处理剂,它的性质和作用是()。

- A. 有强氧化性,可消毒杀菌,还原产物能吸附水中杂质
 B. 有强还原性,可消毒杀菌,氧化产物能吸附水中杂质
 C. 有强氧化性,能吸附水中杂质,还原产物能消毒杀菌
 D. 有强还原性,能吸附水中杂质,氧化产物能消毒杀菌

解析 高铁酸钾(K₂FeO₄)中Fe的化合价是+6价(铁元素的最高价),则高铁酸钾具有强氧化性,可消毒杀菌; 其还原产物Fe³⁺水解生成氢氧化

铁胶体具有吸附性,则能吸附水中杂质。故答案为A。

例4 (2014年山东理综卷)等质量的下列物质与足量稀硝酸反应,放出NO物质的量最多的是()。

- A. FeO B. Fe₂O₃ C. FeSO₄ D. Fe₃O₄

解析 Fe₂O₃与稀硝酸反应(为非氧化还原反应)不产生NO,则可排除B项; FeO、FeSO₄(可改写为FeO·SO₃)及Fe₃O₄(可改写为FeO·Fe₂O₃)与稀硝酸反应时均为+2价铁被氧化为+3价铁,还原产物均为NO; 等质量的还原剂与稀硝酸反应时转移电子的物质的量越多,放出NO的物质的量越多,而等质量的这三种物质中+2价铁含量最大的是FeO,即等质量的这三种物质与稀硝酸反应时转移电子的物质的量最多的是FeO,则放出NO物质的量最多的是FeO。故答案为A。

4. 以Fe²⁺与Fe³⁺的性质为载体,考查离子能否大量共存的判断

例5 (2014年广东理综卷)水溶液中能大量共存的一组离子是()。

- A. Na⁺、Ca²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻ B. Fe²⁺、H⁺、SO₃²⁻、ClO⁻
 C. Mg²⁺、NH₄⁺、Cl⁻、SO₄²⁻ D. K⁺、Fe³⁺、NO₃⁻、SCN⁻

解析 A组中的Ca²⁺与SO₄²⁻能够生成微溶物CaSO₄而不能大量共存; B组中的Fe²⁺、SO₃²⁻在H⁺存在下能够被ClO⁻氧化而不能大量共存(且H⁺能够与ClO⁻结合生成HClO, H⁺能够与SO₃²⁻反应); C组离子彼此不反应而能够大量共存; D组中的Fe³⁺与SCN⁻能够发生络合反应而不能大量共存。故答案为C。

5. 以铁及其化合物的性质为载体,考查离子方程式正误的判断

例6 (2010年全国理综卷I)能正确表示下列反应的离子方程式是()。

A. 将铁粉加入稀硫酸中:



B. 将磁性氧化铁溶于盐酸:



C. 将氯化亚铁溶液和稀硝酸混合:



D. 将铜屑加入Fe³⁺溶液中:



解析 A项错在产物不符合客观事实, H⁺的氧化性较弱,只能将Fe氧化为Fe²⁺,其正确的离子方程式为Fe + 2H⁺ = Fe²⁺ + H₂↑; B项错在产物不符合客观事实,产物中还有Fe²⁺,且电荷不守恒,其

正确的离子方程式为 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$; C 项错在电荷和得失电子不守恒; 其正确的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO} \uparrow$; 而 D 项符合离子方程式的书写原则. 故答案为 D.

6. 考查 Fe^{2+} 或 Fe^{3+} 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 Fe^{3+} 杂质. 检验 Fe^{3+} 常用的试剂是 _____, 可以观察到的现象是 _____.

解析 检验 Fe^{3+} 常用的试剂是 KSCN 溶液; 因 Fe^{3+} 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).

7. 考查 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的性质及 Fe^{3+} 的检验

例 8 (2014 年北京理综卷, 节选) 用 FeCl_2 酸性溶液脱除 H_2S 后的废液, 通过控制电压电解得以再生. 某同学使用石墨电极, 在不同电压(x) 下电解 pH=1 的 0.1 mol/L FeCl_2 溶液, 研究废液再生机理. 记录如表 4 所示(a, b, c 代表电压值):

表 4

序号	电压/V	阳极现象	检验阳极产物
I	$x \geq a$	电极附近出现黄色, 有气泡产生	有 Fe^{3+} 、有 Cl_2
II	$a > x \geq b$	电极附近出现黄色, 无气泡产生	有 Fe^{3+} 、无 Cl_2
III	$b > x > 0$	无明显变化	无 Fe^{3+} 、无 Cl_2

(1) 用 KSCN 溶液检验出 Fe^{3+} 的现象是_____.

(2) I 中, Fe^{3+} 产生的原因可能是 Cl^- 在阳极放电, 生成的 Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化. 写出有关反应_____.

(3) 由 II 推测, Fe^{3+} 产生的原因还可能是 Fe^{2+} 在阳极放电, 原因是 Fe^{2+} 具有_____性.

解析 (1) 因 Fe^{3+} 与 KSCN 溶液反应生成血红色的络合物, 则用 KSCN 溶液检验出 Fe^{3+} 的现象是溶液变血红色.

(2) Cl^- 在阳极放电生成 Cl_2 , Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , Cl_2 被还原为 Cl^- , 则有关反应为 $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2$, $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$.

(3) Fe^{2+} 在阳极放电生成 Fe^{3+} , 原因是 Fe^{2+} 具有还原性.

故答案为: (1) 溶液变血红色; (2) $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2$, $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$; (3) 还原.

8. 考查有关铁及其化合物的计算

例 9 (2010 年上海化学卷) 由 5 mol Fe_2O_3 、4 mol Fe_3O_4 和 3 mol FeO 组成的混合物, 加入纯铁 1 mol 并在高温下和 Fe_2O_3 反应. 若纯铁完全反应, 则

反应后混合物中 FeO 与 Fe_2O_3 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 Fe_2O_3 反应生成 FeO,

由反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{FeO}$ 可知, 反应后 $n(\text{FeO}) = 3 \text{ mol} + 3 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$, $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5 \text{ mol} - 1 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$; 则 $n(\text{FeO}) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 6 \text{ mol} : 4 \text{ mol} = 3 : 2$. 假设 1 mol Fe 与 Fe_2O_3 反应生成 Fe_3O_4 , 由反应 $4\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe}_3\text{O}_4$ 可知, 反应后 $n(\text{FeO}) = 3 \text{ mol}$, $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5 \text{ mol} - 4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$; 则 $n(\text{FeO}) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \text{ mol} : 1 \text{ mol} = 3 : 1$; 当两反应均存在时, FeO 与 Fe_2O_3 的物质的量之比处于两者之间, 则 B、C 项符合题意. 故答案为 B、C.

例 10 (2010 年四川理综卷, 节选) $A(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 可用于生产红色颜料(Fe_2O_3), 其方法是: 将 556a kg A (摩尔质量为 278 g/mol) 溶于水, 加入适量氢氧化钠溶液恰好完全反应, 鼓入足量空气搅拌, 产生红褐色胶体; 再向红褐色胶体中加入 3336b kg A 和 112c kg 铁粉, 鼓入足量空气搅拌, 反应完成后, 有大量 Fe_2O_3 附着在胶体粒子上以沉淀形式析出; 过滤后, 沉淀经高温灼烧得红色颜料. 若所得滤液中溶质只有硫酸钠和硫酸铁, 则理论上可生产红色颜料 _____ kg.

解析 由题意可知, 共加入 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{(556a + 3336b) \times 10^3 \text{ g}}{278 \text{ g/mol}} = (2a + 12b) \times 10^3 \text{ mol}$, 加入 Fe 的物质的量为 $n(\text{Fe}) = \frac{112c \times 10^3 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 2c \times 10^3 \text{ mol}$; 因 NaOH 与 $2a \times 10^3 \text{ mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 恰好完全反应, 则 NaOH 的物质的量为 $n(\text{NaOH}) = 2 \times 2a \times 10^3 \text{ mol} = 4a \times 10^3 \text{ mol}$. 根据元素守恒原则可知, 溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = (2a + 12b) \times 10^3 \text{ mol}$, $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH}) = 4a \times 10^3 \text{ mol}$; 再由电荷守恒原则得, $n(\text{Na}^+) \times 1 + n(\text{Fe}^{3+}) \times 3 = n(\text{SO}_4^{2-}) \times 2$, 即 $4a \times 10^3 \text{ mol} \times 1 + n(\text{Fe}^{3+}) \times 3 = (2a + 12b) \times 10^3 \text{ mol} \times 2$, 解得 $n(\text{Fe}^{3+}) = 8b \times 10^3 \text{ mol}$. 再根据铁元素守恒原则得 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \times [(2a + 12b) \times 10^3 \text{ mol} + 2c \times 10^3 \text{ mol} - 8b \times 10^3 \text{ mol}] = (a + 2b + c) \times 10^3 \text{ mol}$, 故 $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \times M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (a + 2b + c) \times 10^3 \text{ mol} \times 160 \text{ g/mol} = 160(a + 2b + c) \times 10^3 \text{ g} = 160(a + 2b + c) \text{ kg}$. 故答案为: $160(a + 2b + c)$.

(收稿日期: 2014 - 10 - 13)