

## 第二课时 铁盐和亚铁盐



## 【课程标准要求】

- 1.结合真实情境中的应用实例或通过实验探究，了解铁盐和亚铁盐的主要性质，了解它们在生产、生活中的应用。
- 2.能从物质的类别、元素价态的角度，依据复分解反应和氧化还原反应原理，预测物质的化学性质和变化，设计实验进行初步验证，并能分析、解释有关实验现象。

////// 新知自主预习

---

////// 课堂互动探究

---

////// 课堂小结·即时达标

---

////// 课时训练

---

////// 微专题

---

////// 阶段重点突破练（五）

---

1

# 新知自主预习

## 一、Fe<sup>3+</sup>和Fe<sup>2+</sup>的检验

### 1. Fe<sup>3+</sup>的检验

(1)操作：待测液  $\xrightarrow{\text{滴加KSCN溶液}}$  溶液变成 红 色  $\xrightarrow{\text{结论}}$  溶液中含有 Fe<sup>3+</sup>。

(2)原理：反应的离子方程式为： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 。

## 2. Fe<sup>2+</sup> 的检验

(1)操作: 待测液  $\xrightarrow{\text{滴加KSCN溶液}}$  溶液 不变色  $\xrightarrow{\text{滴加氯水}}$  溶液变成 红 色  $\xrightarrow{\text{结论}}$  溶液中含有 Fe<sup>2+</sup>。

(2)原理: 滴加氯水时反应的离子方程式为:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

## 【微自测】

1.下列描述中，正确的打“√”，错误的打“×”。

(1)向某溶液中滴加KSCN溶液，溶液变成红色，则该溶液中一定含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，一定不含 $\text{Fe}^{2+}$  ( × )

(2)向某溶液中先滴加几滴氯水，再滴加KSCN溶液，溶液变成红色，则该溶液中一定含有 $\text{Fe}^{2+}$  ( × )

(3)向含 $\text{Fe}^{3+}$ 的溶液中滴加KSCN溶液，溶液中产生红色沉淀 ( × )

(4)向某溶液中滴加NaOH溶液，先产生白色沉淀，然后迅速变成灰绿色，最终变成红褐色，说明溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$  ( √ )

## 二、铁盐、亚铁盐的性质与转化

### 1. 铁盐——含 $\text{Fe}^{3+}$ 的溶液为棕黄色

$\text{FeCl}_3$ 溶液与铁反应的离子方程式为：



，反应中 $\text{Fe}^{3+}$ 表现 氧化性。

## 2. 亚铁盐——含 $\text{Fe}^{2+}$ 的溶液为浅绿色

(1) 还原性：向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加氯水，溶液颜色变为棕黄色，反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

(2) 氧化性：向 $\text{FeCl}_2$ 的溶液中加入足量锌粉，溶液颜色变为无色，反应的离子方程式为： $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ 。

## 3. $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{Fe}^{3+}$ 的相互转化：



## 【微自测】

2. 现欲探究铁及其化合物的氧化性或还原性，可供选用的试剂有铁粉、 $\text{FeCl}_3$ 溶液、 $\text{FeCl}_2$ 溶液、氯水、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液、锌片。下列叙述不正确的是( C )

- A. 在 $\text{FeCl}_2$ 溶液中加入锌片，溶液逐渐由浅绿色变为无色
- B. 向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加氯水，溶液变为棕黄色，则 $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性
- C. 向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加酸化的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，溶液变为棕黄色，并产生大量无色气体
- D. 在 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入足量铁粉，溶液由棕黄色变为浅绿色，则Fe具有还原性

**解析** 向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中加入锌片，发生反应 $\text{FeCl}_2 + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{Fe}$ ，溶液由浅绿色变为无色，A正确；向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加氯水，发生反应 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$ ，溶液变为棕黄色， $\text{FeCl}_2$ 作还原剂，体现还原性，B正确；向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加酸化的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，溶液变为棕黄色，但不产生气体，C错误；在 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入足量铁粉，发生反应 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$ ，Fe作还原剂，体现还原性，D正确。

# 2

## 课堂互动探究

一、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  的检验

二、铁盐、亚铁盐的性质与转化

# 一、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 的检验

## 【活动探究】

### 情境素材

离子	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$
实验操作	 <p>KSCN溶液</p> <p><math>\text{FeCl}_3</math>溶液</p>	 <p>KSCN溶液</p> <p>新制氯水</p> <p><math>\text{FeCl}_2</math>溶液</p>
实验现象	溶液变成红色	开始无明显现象，滴加新制氯水后溶液变成红色

反应 原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^-$ $\rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$
实验 结论	Fe <sup>3+</sup> 遇SCN <sup>-</sup> 显红色, 可利用此现象检验Fe <sup>3+</sup> 的存在	Fe <sup>2+</sup> 和SCN <sup>-</sup> 混合无明显现象, 加入新制 氯水后, Fe <sup>2+</sup> 被氧化成Fe <sup>3+</sup> ; 可用先加 KSCN溶液再加新制氯水的方法检验Fe <sup>2+</sup> 的存在

## ■ 问题探究

1. 如何通过实验证明铁锈中含有 $\text{Fe}^{3+}$ ?

**提示：**向试管中加入少量铁锈，加入稀盐酸使其溶解，再滴入几滴KSCN溶液，若溶液变成红色，则说明铁锈中含有 $\text{Fe}^{3+}$ 。

2. 向某溶液中滴加氯水后再滴入几滴KSCN溶液，溶液变成红色，能否说明溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$ 。

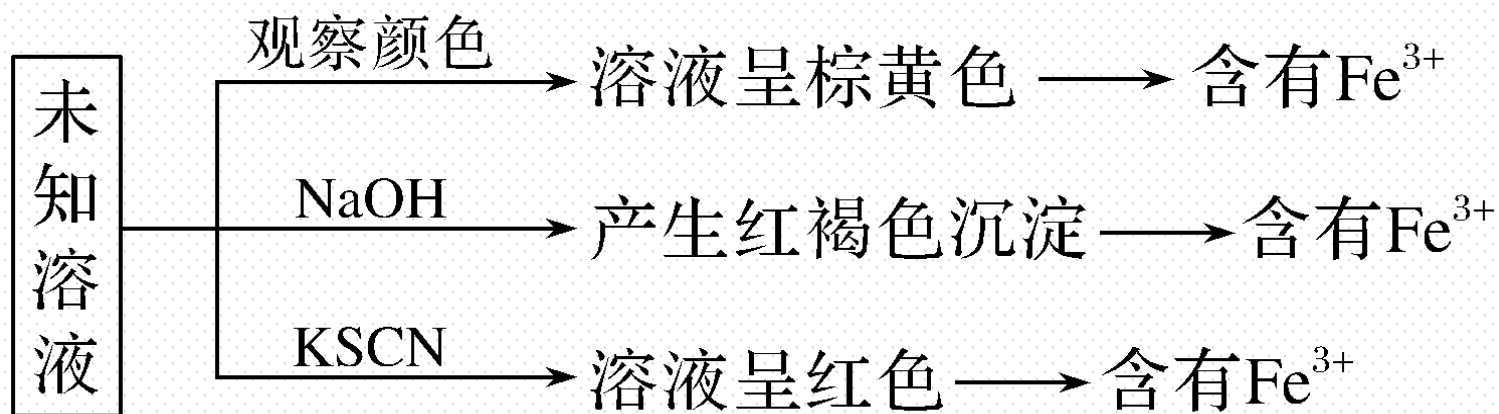
**提示：**不能；若溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ 而不含 $\text{Fe}^{2+}$ ，会发生相同的现象。

### 3.设计实验方案检验 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 中存在 $\text{Fe}^{2+}$ 。

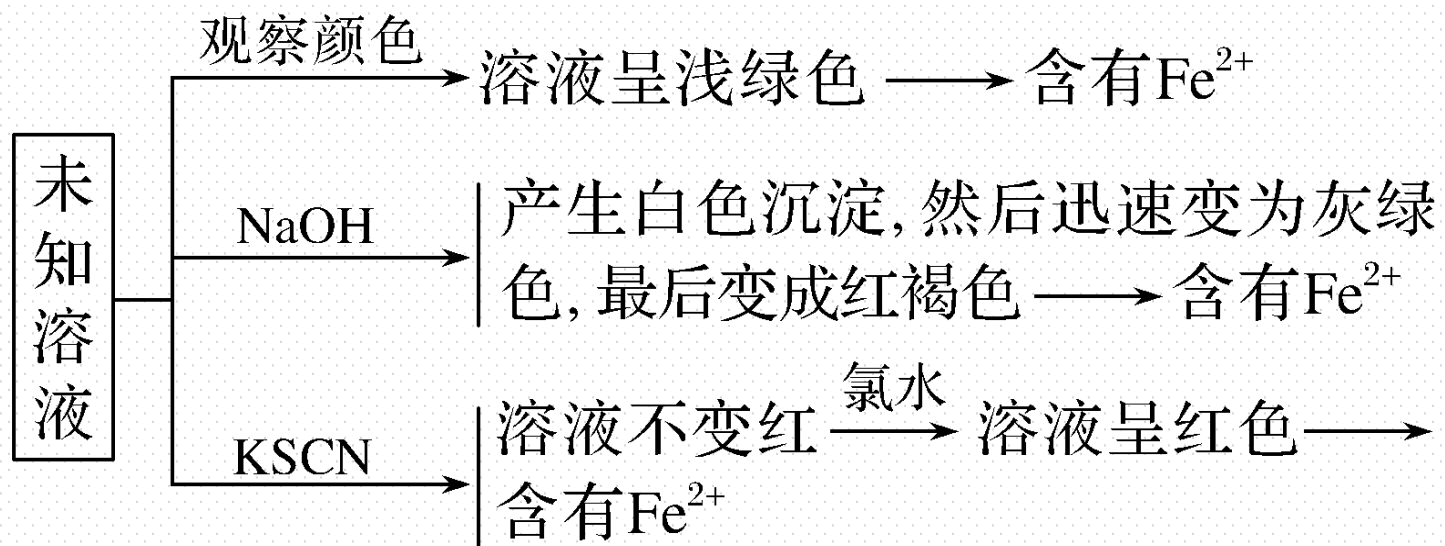
**提示：**取少量固体于试管中，加入稀硫酸(不能用盐酸)使固体完全溶解，向溶液中滴入几滴酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液，若溶液紫红色褪去，说明固体中存在 $\text{Fe}^{2+}$ 。

## 【核心归纳】

### 1. $\text{Fe}^{3+}$ 的检验方法



## 2. $\text{Fe}^{2+}$ 的检验方法



### 3. 检验 $\text{Fe}^{2+}$ 的注意事项

(1) 只含  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液：检验  $\text{Fe}^{2+}$  加入试剂的顺序

待测液  $\xrightarrow{\text{KSCN 溶液}}$  不变色  $\xrightarrow{\text{氧化剂}}$  红色(含  $\text{Fe}^{2+}$ 、不含  $\text{Fe}^{3+}$ )。  
如氯水、 $\text{H}_2\text{O}_2$

①加 KSCN 溶液前，防止加氧化性物质，使  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化。

如  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$  等

②氧化剂不能选用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，原因：酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液本身显紫红色，对  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  红色有干扰；酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液能氧化 KSCN，溶液不变红色，不能证明不含  $\text{Fe}^{2+}$ 。

(2)同时含有  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液

$\text{Fe}^{2+}$  对检验  $\text{Fe}^{3+}$  无干扰, 可以滴加 KSCN 溶液检验  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Fe}^{3+}$  对检验  $\text{Fe}^{2+}$  有干扰, 不能采用加 KSCN 溶液检验  $\text{Fe}^{2+}$ , 通常向溶液中滴加适量酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液, 溶液紫红色褪去说明含有  $\text{Fe}^{2+}$ 。

(3)检验铁的氧化物中是否有 +2 价铁时, 正确的思路为

少量固体  $\xrightarrow[\text{a}]{\text{稀H}_2\text{SO}_4\text{溶解}}$  溶液  $\xrightarrow[\text{b}]{\text{酸性KMnO}_4\text{溶液}}$  紫色褪去。

①步骤 a 中不能选用盐酸, 原因是酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液可以氧化  $\text{Cl}^-$ 。

②步骤 a 中, 不能选用稀  $\text{HNO}_3$ , 原因是稀  $\text{HNO}_3$  可以将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ 。

—————【**实践应用**】—————

1.为了检验某 $\text{FeCl}_2$ 溶液是否变质,可向溶液中加入( **C** )

A.NaOH溶液

B.铁片

C.KSCN溶液

D.石蕊溶液

**解析**  $\text{FeCl}_2$ 变质会被氧化为 $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ 遇KSCN溶液变红色,故可用KSCN溶液检验溶液是否变红色,来判断是否变质。

2.下列各试剂中,不能用来鉴别 $\text{FeSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的是( C )

A.NaOH溶液

B.酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液

C. $\text{BaCl}_2$ 溶液

D.KSCN溶液

**解析** A项,  $\text{FeSO}_4$ 溶液遇NaOH溶液生成白色沉淀并迅速变为灰绿色,最后变成红褐色,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 与NaOH溶液生成红褐色沉淀,可鉴别,错误; B项, 亚铁离子能使酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液褪色,可鉴别,错误; C项, 二者均与氯化钡溶液反应生成白色沉淀硫酸钡,不能鉴别,正确; D项, 加入KSCN溶液呈红色的是硫酸铁,没有明显现象的是硫酸亚铁,可鉴别,错误。

3. 下列离子的检验方法合理的是( C )

A. 向某溶液中滴入KSCN溶液, 溶液变成红色, 说明原溶液中不含 $\text{Fe}^{2+}$

B. 向某溶液中通入 $\text{Cl}_2$ , 再加入KSCN溶液, 溶液变成红色, 说明原溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$

C. 向某溶液中加入NaOH溶液, 立刻得到红褐色沉淀, 说明原溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$

D. 向某溶液中加入NaOH溶液, 得到白色沉淀, 一段时间后观察到沉淀颜色逐渐变成红褐色, 说明原溶液中只含有 $\text{Fe}^{2+}$ , 不含 $\text{Mg}^{2+}$

**解析** 滴入KSCN溶液，溶液变成红色，说明原溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，但不能说明原溶液中不含 $\text{Fe}^{2+}$ ，A项错误；向某溶液中通入 $\text{Cl}_2$ ，再加入KSCN溶液，溶液变成红色，不能说明原溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$ ，因为如果原溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，无论其是否含有 $\text{Fe}^{2+}$ ，都会出现相同的现象，B项错误；加入NaOH溶液，立刻得到红褐色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，说明原溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，C项正确；D项中操作和现象说明原溶液中肯定含有 $\text{Fe}^{2+}$ ，可能含有 $\text{Mg}^{2+}$ ，因为若生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 白色沉淀，会被红褐色沉淀掩盖，D项错误。

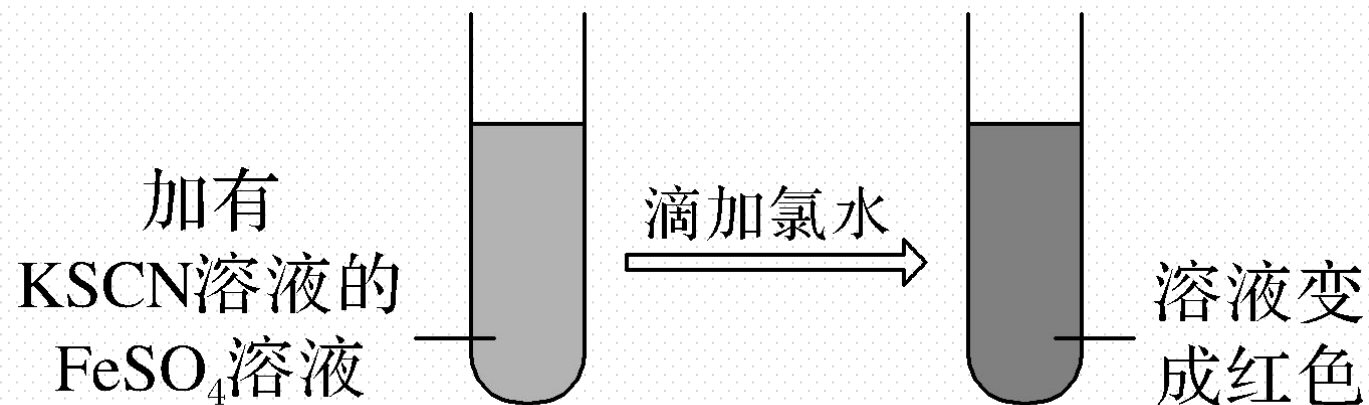
## 二、铁盐、亚铁盐的性质与转化

### 【活动探究】

#### 实验素材

[实验1]  $\text{FeSO}_4$ 溶液与氯水反应:

向加有KSCN溶液的 $\text{FeSO}_4$ 溶液中滴加氯水, 溶液变成红色。



## 问题探究

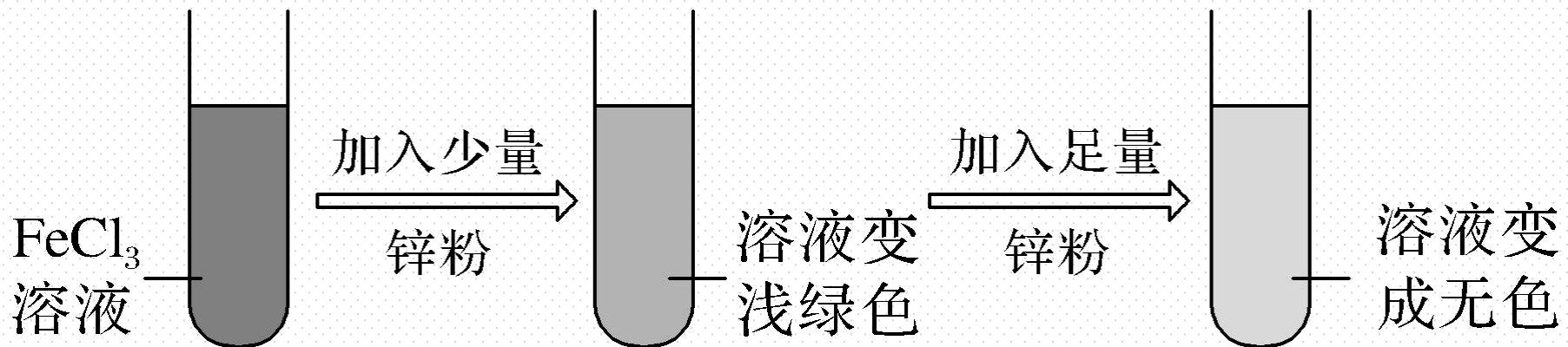
1. 写出上述颜色变化涉及反应的离子方程式，从氧化还原的角度判断含铁物质在反应中表现什么性质？

**提示：**  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ； $\text{Fe}^{2+}$  表现还原性。

## 实验素材

[实验2]  $\text{FeCl}_3$ 溶液与锌粉的反应

向 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入少量锌粉，溶液变成浅绿色，再加入足量锌粉，溶液变成无色。



## 问题探究

2. 写出上述颜色变化涉及反应的离子方程式，从氧化还原的角度判断含铁物质在反应中表现什么性质？

**提示：** $2\text{Fe}^{3+} + \text{Zn} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 表现氧化性；

$\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$ ， $\text{Fe}^{2+}$ 表现氧化性。

实验素材

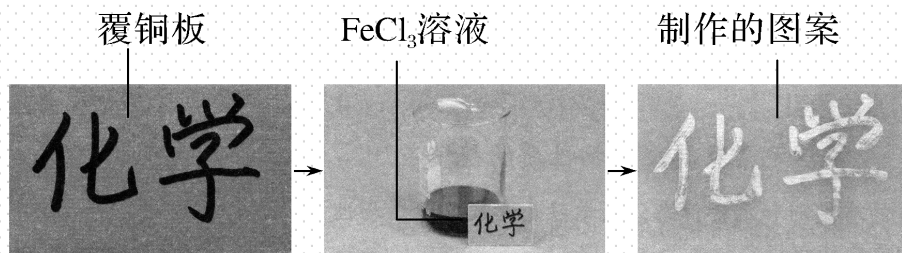
[实验3] 利用覆铜板制作图案

实验原理

利用 $\text{FeCl}_3$ 溶液作为“腐蚀液”，将覆铜板上不需要的铜腐蚀

实验操作

取一小块覆铜板，用油性笔在覆铜板上画上设计好的图案，然后浸入盛有 $\text{FeCl}_3$ 溶液的小烧杯中。过一段时间后，取出覆铜板并用水清洗干净。观察实验现象，并展示制作的图案



实验现象

用油性笔画出的图案处不被腐蚀，洗净后板上留下设计的图案

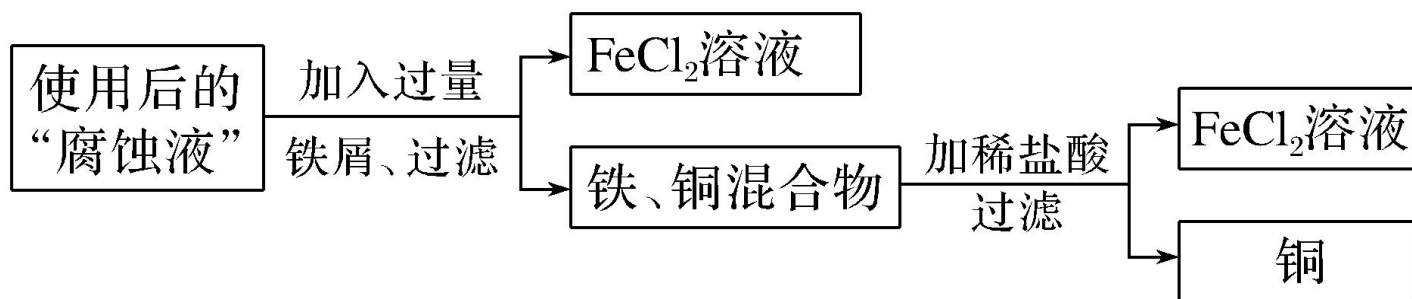
## 问题探究

3. 写出上述用“腐蚀液”制作图案过程中发生反应的化学方程式，从氧化还原的角度判断含铁物质在反应中表现什么性质？

**提示：** $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$ ； $\text{Fe}^{3+}$ 表现氧化性。

4.使用后的“腐蚀液”中的主要成分是什么？如何从使用后的“腐蚀液”中回收金属铜？

**提示：**使用后的“腐蚀液”中的主要成分是 $\text{CuCl}_2$ 和 $\text{FeCl}_2$ ；从使用后的“腐蚀液”中回收铜的方法是：



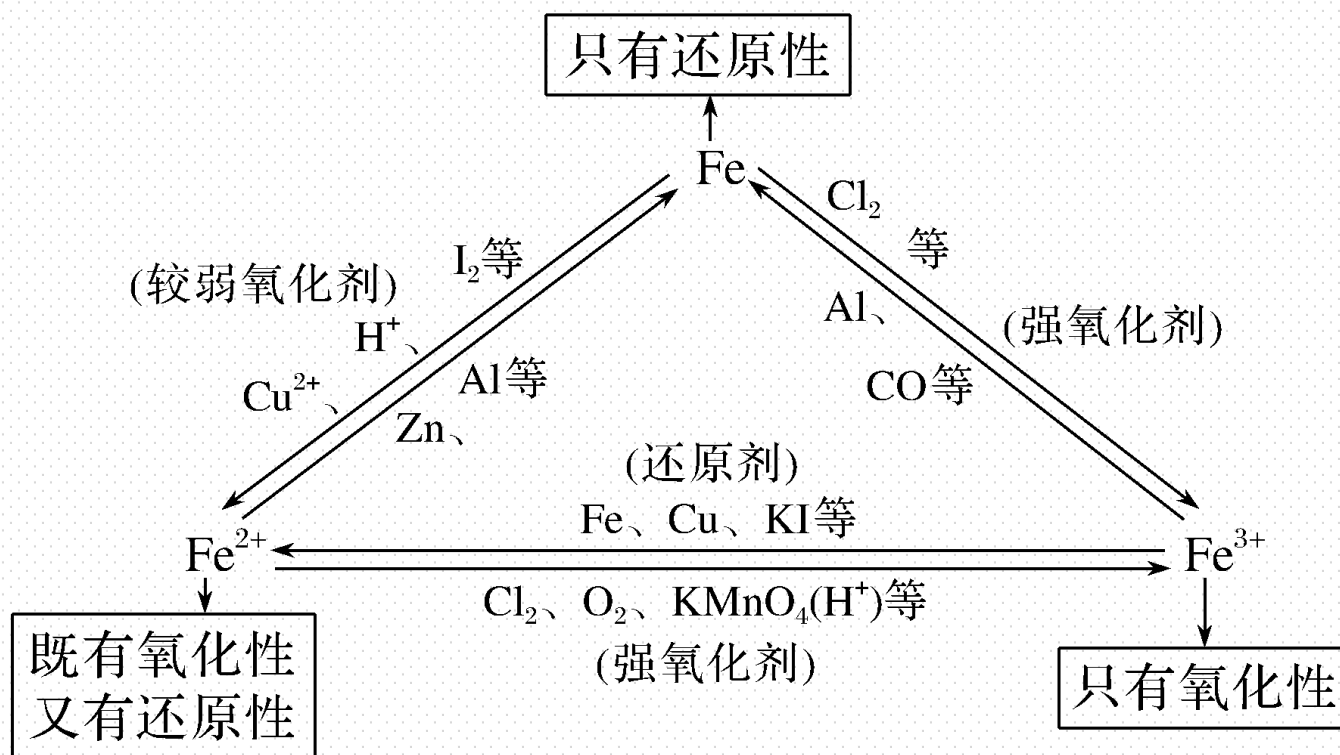
5.如何除去 $\text{FeCl}_2$ 溶液中混有的少量 $\text{Fe}^{3+}$ ? 如何除去 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中混有的少量 $\text{Fe}^{2+}$ ?

**提示:** 加入过量铁屑后过滤, 反应离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ; 加入酸化的 $\text{H}_2\text{O}_2$ , 反应离子方程式为:  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

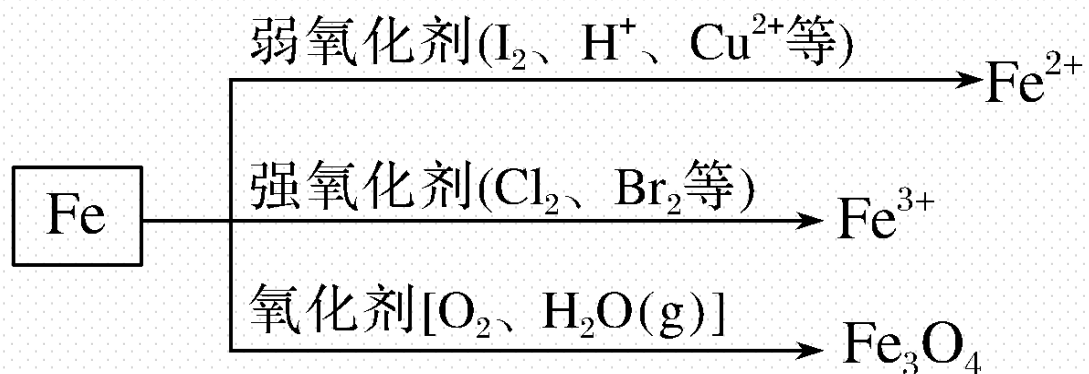
## 【核心归纳】

从氧化还原反应视角分析“铁三角”之间的转化

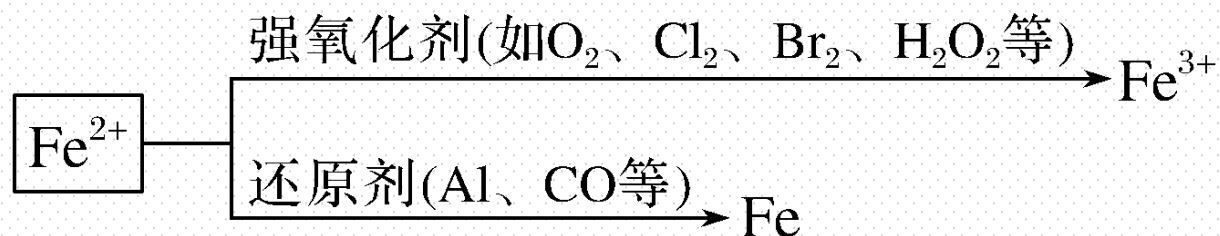
Fe、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 之间的相互转化关系如图(常称为“铁三角”)所示。



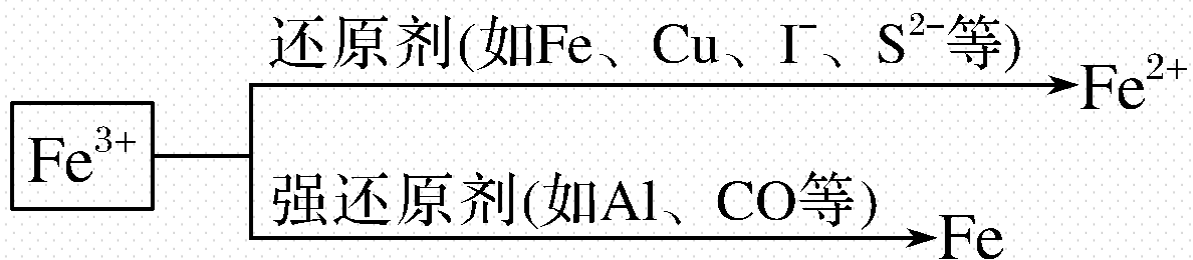
(1) Fe只具有还原性，被氧化成 $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{3+}$



(2)  $\text{Fe}^{2+}$ 既有氧化性又具有还原性



(3)  $\text{Fe}^{3+}$  具有较强的氧化性，可被还原为  $\text{Fe}^{2+}$  或  $\text{Fe}$



## 名师点拨

(1) 金属阳离子被还原不一定得到金属单质，如  $\text{Fe}^{3+}$  被还原时可能得到的是  $\text{Fe}^{2+}$ 。

(2) 虽然  $\text{Fe}^{2+}$  既有氧化性又有还原性，但以还原性为主。

(3) 不同价态铁元素间的转化属于氧化还原反应，在选择氧化剂时可以根据如下规律判断： $\overset{0}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}$  需要失去 2 个电子，而  $\overset{+2}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+3}{\text{Fe}}$  只需失去 1 个电子，但前者比后者要容易得多，因此  $\overset{0}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}$  需弱氧化剂即可，而  $\overset{+2}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+3}{\text{Fe}}$  则需要强氧化剂才能实现。

#### (4)含 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的分离、除杂方法

① $\text{FeCl}_3$ 溶液( $\text{FeCl}_2$ ): 加足量氯水或通入足量 $\text{Cl}_2$ 。

② $\text{FeCl}_2$ 溶液( $\text{FeCl}_3$ ): 加足量铁粉, 充分反应后过滤。

③ $\text{FeSO}_4$ 溶液( $\text{CuSO}_4$ ): 加足量铁粉, 充分反应后过滤。

④除去废水中 $\text{Fe}^{2+}$ , 先将废水中的 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ (如通入 $\text{Cl}_2$ 或加入 $\text{H}_2\text{O}_2$ ), 再调节溶液的pH, 使 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀过滤除去。

## 【实际应用】

4. 下列物质反应后一定有 + 3 价铁生成的是( **B** )

①过量的Fe与Cl<sub>2</sub>反应    ②Fe与过量稀硫酸反应

③FeCl<sub>2</sub>溶液中通入少量Cl<sub>2</sub>    ④Fe和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的混合物溶于盐酸中

A. 只有①

B. ①③

C. ①②③

D. 全部

**解析** ①中Cl<sub>2</sub>的氧化性强，它可将铁氧化为FeCl<sub>3</sub>，由于不是在溶液中反应，因此过量的铁不会将氯化铁还原为氯化亚铁；②中Fe与稀硫酸反应只能生成FeSO<sub>4</sub>；③在溶液中Fe<sup>2+</sup>被Cl<sub>2</sub>氧化生成Fe<sup>3+</sup>；④中Fe与盐酸反应生成FeCl<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>与盐酸反应生成FeCl<sub>3</sub>和水，但题中未给出反应物间相对量的关系，若铁是足量的，则能将生成的FeCl<sub>3</sub>全部还原为FeCl<sub>2</sub>。

5.制印刷电路板铜常用氯化铁溶液作为“腐蚀液”。向盛有 $\text{FeCl}_3$ 溶液的烧杯中同时加入铁粉和铜粉，反应结束后，下列判断一定错误的是( **D** )

A.烧杯中有铜、无铁

B.烧杯中铁、铜都无

C.烧杯中铁、铜都有

D.烧杯中有铁、无铜

**解析** A.烧杯中有铜、无铁，说明铁已全部反应完，铜部分反应或没反应，符合逻辑，故A不选；B.烧杯中铁、铜都无，说明铁全部反应完后， $\text{Fe}^{3+}$ 也将铜全部氧化了，符合逻辑，故B不选；C.烧杯中铁、铜都有，说明 $\text{Fe}^{3+}$ 只氧化了部分铁就没有了，故C不选；D.烧杯中有铁、无铜，说明铜先被氧化了，不符合反应的先后顺序，故D选。

6. 为了探究铁及其化合物的氧化性和还原性，某同学设计了如下实验方案，其中符合实验要求且完全正确的是( A )

	实验操作	实验现象	离子反应	实验结论
A	在氯化亚铁溶液中通入氯气	溶液由浅绿色变成棕黄色	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$	$\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性
B	在氯化亚铁溶液中加入锌片	溶液由浅绿色变成无色	$\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$	Zn 具有还原性
C	在氯化铁溶液中加入铁粉	溶液由棕黄色变成浅绿色	$\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$	铁单质具有还原性
D	在氯化铁溶液中加入铜粉	溶液由蓝色变成棕黄色	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$ 具有氧化性

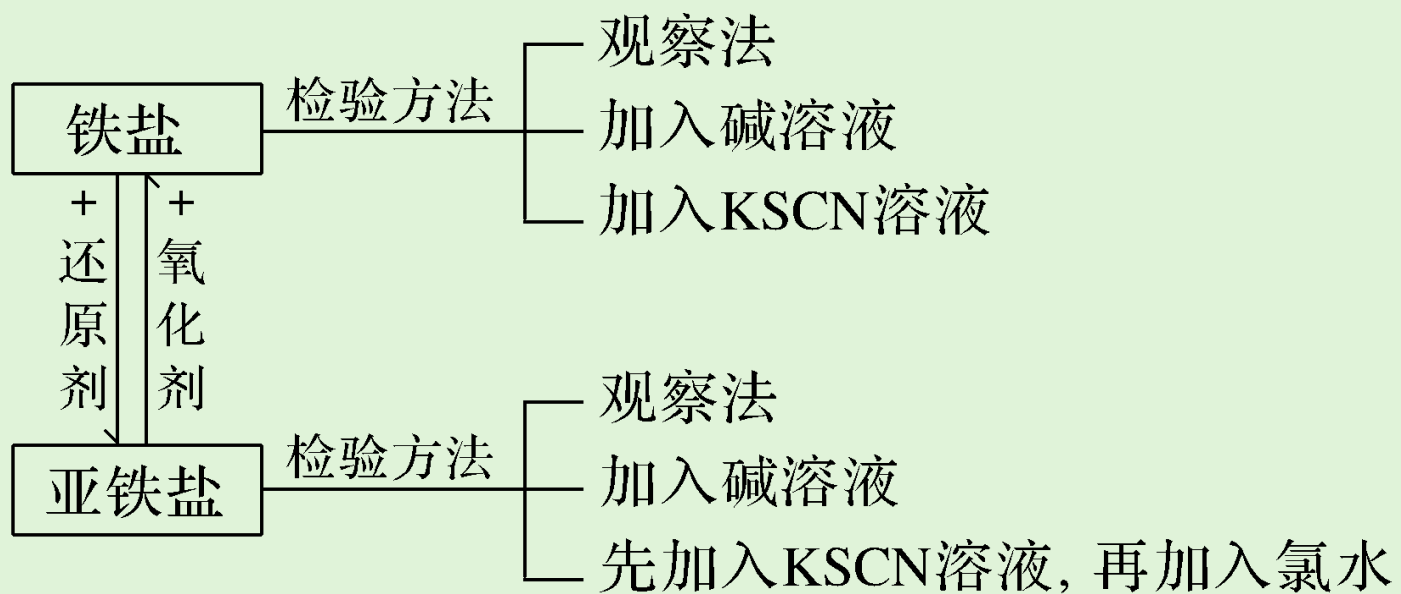
**解析** 氯气能够将 $\text{Fe}^{2+}$  (浅绿色)氧化为 $\text{Fe}^{3+}$  (棕黄色), A项正确; 锌置换出铁, 锌逐渐溶解, 溶液变为无色, 且析出黑色固体, 实验现象错误, 实验结论应是 $\text{Fe}^{2+}$ 具有氧化性, B项错误; C项, 离子方程式错误, 正确的离子方程式应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ , C项错误; D项, 实验现象应该是铜粉逐渐溶解, 溶液由棕黄色变为蓝色, D项错误。

3

## 课堂小结·即时达标

---

## 核心体系建构



1. 下列关于 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{Fe}^{3+}$ 的叙述中，错误的是( **D** )

A. 含 $\text{Fe}^{2+}$ 的水溶液为浅绿色

B. 含 $\text{Fe}^{3+}$ 的水溶液为棕黄色

C.  $\text{Fe}^{3+}$ 具有氧化性， $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性

D. 含 $\text{Fe}^{3+}$ 溶液中滴入含 $\text{SCN}^-$ 的溶液，立即出现红色沉淀

**解析** 含 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的水溶液分别显浅绿色和棕黄色； $\text{Fe}^{3+}$ 具有氧化性， $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性； $\text{Fe}^{3+}$ 溶液遇 $\text{KSCN}$ 溶液显红色的物质是 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，其能溶于水，不是红色沉淀，故**D**错误。

2. 能将溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}^{2+}$ 的是( A )

A. Cu

B.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{Cl}_2$

D. KSCN

**解析** 能将溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}^{2+}$ 的物质具有还原性，Cu是常见的还原剂，氯气常做氧化剂，铁离子和氨水以及硫氰化钾之间发生复分解反应。

3.要除去 $\text{FeCl}_2$ 溶液中少量的 $\text{FeCl}_3$ , 可行的方法是( **D** )

A.滴入KSCN溶液

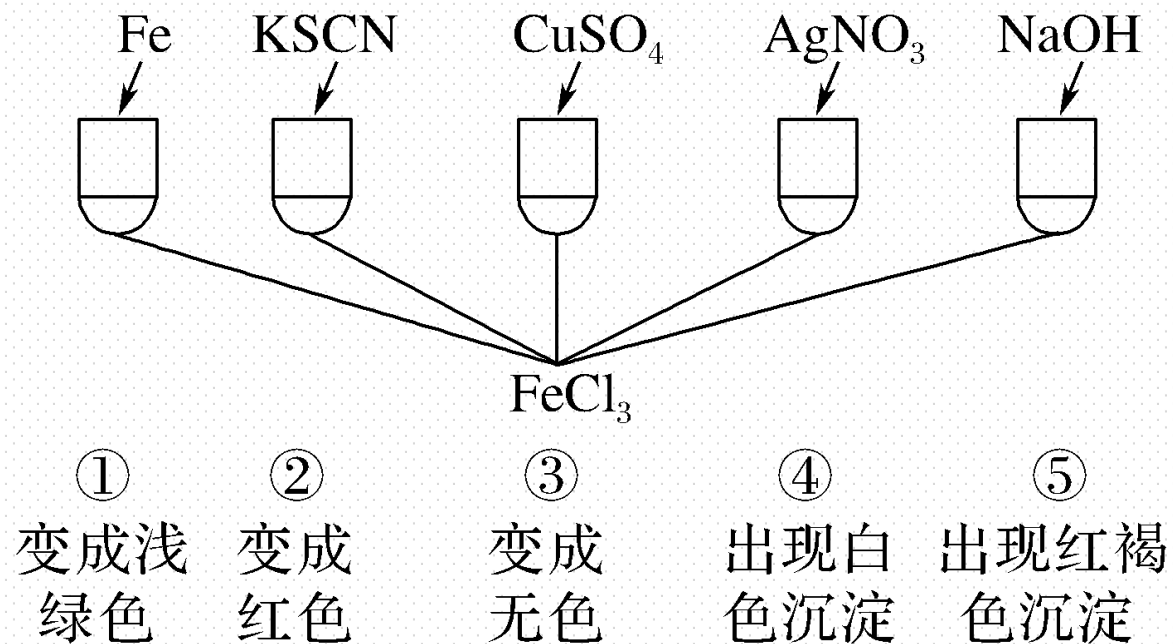
B.通入氯气

C.加入适量铜粉并过滤

D.加入适量铁粉并过滤

**解析** KSCN溶液只能检验 $\text{Fe}^{3+}$ 的存在, A错误; 通入氯气将 $\text{FeCl}_2$ 氧化为 $\text{FeCl}_3$ , B错误; 加入铜粉发生 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ , 引入新杂质 $\text{Cu}^{2+}$ , C错误; 加入铁粉发生 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ , 过滤除去剩余铁粉, 得到纯净 $\text{FeCl}_2$ 溶液, D正确。

4. 为了验证 $\text{Fe}^{3+}$ 的性质，某化学兴趣小组设计了如图所示的一组实验，其中实验方案设计错误的是( C )



A. 只有④

B. 只有③

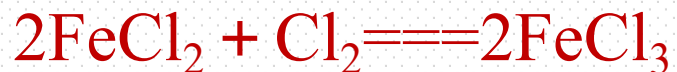
C. ③和④均错

D. 全部错误

**解析** ①铁离子与铁反应生成浅绿色的亚铁离子，故①正确；②铁离子与硫氰化钾溶液反应显红色，据此能够检验铁离子，故②正确；③硫酸铜与氯化铁不发生反应，混合后溶液不会变成无色，故③错误；④氯化铁与硝酸银反应生成白色氯化银沉淀，该性质不是铁离子的性质，故④错误；⑤铁离子与氢氧化钠溶液反应生成红褐色氢氧化铁沉淀，据此可以检验是否存在铁离子，故⑤正确。

5.(1)某化学兴趣小组利用铁粉、锌粉、 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ 溶液、 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ FeCl}_2$ 溶液、KSCN溶液和新制氯水来探究 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的氧化性、还原性，并利用实验结论解决一些问题。

(1)用上述所给物质写出体现 $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性的化学方程式：



(2)设计实验方案，完成下列表格。

探究内容	实验方案	实现现象
探究 $\text{Fe}^{3+}$ 具有氧化性	取少量 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{FeCl}_3$ 溶液，向溶液中加入足量铁粉，再加入少量KSCN溶液	加入铁粉后，溶液颜色变为 <u>浅绿色</u> ；加入KSCN溶液后，溶液 <u>不变色</u>

(3)该兴趣小组为探究“ $\text{Fe}^{2+}$ 具有氧化性”，提出了向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中加入锌粉，该反应的离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$ 。

**解析** (1)在反应中 $\text{Fe}^{2+}$ 作还原剂，体现其还原性，因此应选择氧化剂，所以选用氯水，发生的反应为 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$ 。(2)向 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入铁粉，发生的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ，所以溶液由棕黄色变为浅绿色。向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加硫氰化钾溶液不变红。(3)向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中加入锌粉，发生离子反应为 $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ 。

4

# 课时训练

一、选择题（本题包括12小题，每小题只有一个选项符合题意）

1. 在一些高档茶叶、点心等食品的包装盒中有一个小袋，将小袋打开，可以看到灰黑色粉末，其中有些已变成棕褐色。将灰黑色粉末溶于稀盐酸，取上层清液，滴入几滴氯水，再滴加KSCN溶液，马上出现血红色。以下结论不正确的是( **D** )

A. 该灰黑色粉末用作抗氧化剂

B. 该灰黑色粉末不可食用

C. 小袋中原来装有铁粉

D. 小袋中原来装有氧化铁

**解析** 由题中信息，溶于盐酸后，滴入氯水和KSCN溶液，马上出现血红色，说明溶液中存在三价铁离子，原粉末含有铁元素。灰黑色粉末具有还原性，用作抗氧化剂，故A正确；该灰黑色粉末不可食用，故B正确；该灰黑色粉末是铁粉，故C正确；氧化铁不是灰黑色，且不具有还原性，不能抗氧化，故D错误。

2.在离子方程式 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 中,  $\text{Fe}^{3+}$ 可能代表的物质是( **B** )

A. $\text{FeSO}_4$

B. $\text{FeCl}_3$

C. $\text{Fe}_2\text{O}_3$

D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$

**解析** A.硫酸亚铁在水中完全电离出亚铁离子, 故A错误; B.氯化铁在水中完全电离出铁离子, 故B正确; C.在书写离子方程式时氧化铁不能拆开, 要写成分子形式, 故C错误; D.氢氧化铁难溶于水, 在书写离子方程式时氢氧化铁不能拆开, 要写成分子形式, 故D错误。

3. 下列试剂不能使 $\text{Fe}^{2+}$ 转化为 $\text{Fe}^{3+}$ 的是( **D** )

①氯水 ②NaCl溶液 ③酸性 $\text{KMnO}_4$  ④ $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液 ⑤盐酸 ⑥ $\text{NaNO}_3$ 溶液

A. ①②③

B. ①③④

C. ②④⑤

D. ②⑤⑥

**解析**  $\text{Fe}^{2+}$ 具有还原性，要把 $\text{Fe}^{2+}$ 转化为 $\text{Fe}^{3+}$ 需要加入强氧化剂，题中氯水、酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，具有强氧化性，可以使 $\text{Fe}^{2+}$ 转化为 $\text{Fe}^{3+}$ ，而NaCl溶液、盐酸、 $\text{NaNO}_3$ 溶液不具强氧化性，不能使 $\text{Fe}^{2+}$ 转化为 $\text{Fe}^{3+}$ ，故选②⑤⑥，选D。

4.欲证明某溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$ 不含 $\text{Fe}^{3+}$ ，进行如下实验操作时最佳顺序为( C )

①加入少量氯水 ②加入少量 $\text{KMnO}_4$ 溶液 ③加入少量KSCN溶液

A.①③

B.③②

C.③①

D.①②③

**解析**  $\text{Fe}^{3+}$ 与KSCN溶液反应变红色， $\text{Fe}^{2+}$ 与KSCN溶液不反应，但加入氧化剂后 $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，遇KSCN溶液变红色。所以，应先加入KSCN溶液，如果溶液不变色，再加入氯水，溶液变成红色，则可证明溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$ 不含 $\text{Fe}^{3+}$ 。

5.向某溶液中加入含 $\text{Fe}^{2+}$ 的溶液后,无明显变化,当再滴入几滴过氧化氢溶液后,混合溶液变成红色,则下列结论错误的是( **B** )

A.该溶液中一定含有 $\text{SCN}^-$

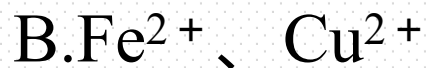
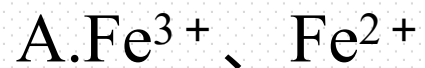
B.该变化中 $\text{Fe}^{2+}$ 表现出氧化性

C. $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{SCN}^-$ 不能形成红色物质

D. $\text{Fe}^{2+}$ 被过氧化氢氧化为 $\text{Fe}^{3+}$

**解析** A.三价铁离子遇硫氰根溶液变红，故A正确； B.该反应中铁元素的化合价由+2变为+3价，化合价升高表现还原性，故B错误； C.向溶液中加入二价铁离子，溶液无明显变化，说明 $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{SCN}^-$ 不能形成红色物质，故C正确； D.反应中过氧化氢中的氧元素化合价由-1变为-2价，化合价降低作氧化剂，二价铁离子被过氧化氢氧化成三价铁离子，故D正确。

6.向盛有氯化铁溶液的烧杯中加入过量铜粉,反应结束后溶液中大量存在的金属离子是( **B** )



**解析** 当向 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入过量铜粉时,将发生 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ,因铜粉过量,故溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 不可能剩余, **B**项正确。

7.在 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 和 $\text{HCl}$ 的混合液中加入铁粉，待反应结束，所剩固体滤出后不能被磁铁吸引，则反应后溶液不可能大量存在的阳离子是( **B** )

A. $\text{H}^+$

B. $\text{Fe}^{3+}$

C. $\text{Fe}^{2+}$

D. $\text{Cu}^{2+}$

**解析** 铁粉先和 $\text{FeCl}_3$ 反应，再和 $\text{FeCl}_2$ 反应，最后再和 $\text{HCl}$ 反应，充分反应后，所剩固体滤出后不能被磁铁吸引，则固体为 $\text{Cu}$ ，因为三价铁离子会和 $\text{Cu}$ 反应生成二价铁，所以一定有 $\text{Fe}^{2+}$ ，一定没有 $\text{Fe}^{3+}$ ；反应没有 $\text{Fe}$ 剩余，所以 $\text{H}^+$ 和 $\text{Cu}^{2+}$ 可能过量，所以 $\text{H}^+$ 和 $\text{Cu}^{2+}$ 可能有；故不可能大量存在的阳离子是 $\text{Fe}^{3+}$ 。

8. 下列各组物质相互反应后, 再向得到的溶液中滴入KSCN溶液, 溶液变成红色的是( **A** )

A. 新制氯水和氯化亚铁溶液

B. 铁屑和氯化铜溶液

C. 铁屑和过量稀硫酸

D. 过量铁屑和氯化铁溶液

**解析** 加入KSCN溶液, 能使溶液变成红色, 则溶液中应有 $\text{Fe}^{3+}$ 。所给选项中, 只有A项反应产物中生成 $\text{Fe}^{3+}$ ;  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

9. 选择合适试剂完成甲、乙两组实验。

甲组：检验含 $\text{Fe}^{3+}$ 的溶液中是否含有 $\text{Fe}^{2+}$ ；

乙组：检验含 $\text{Fe}^{2+}$ 的溶液中是否含有 $\text{Fe}^{3+}$ ；

下列试剂及加入试剂顺序能达到实验目的的是( **B** )

选项 \ 试剂	甲组	乙组
A	新制氯水、KSCN溶液	NaOH溶液
B	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液	KSCN溶液
C	KOH溶液	溴水
D	溴水	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液

**解析** 甲组，在 $\text{Fe}^{3+}$ 存在的条件下检验 $\text{Fe}^{2+}$ ，要排除 $\text{Fe}^{3+}$ 干扰。所选试剂具备下列条件：一是能与 $\text{Fe}^{2+}$ 发生有明显现象的反应；二是与 $\text{Fe}^{3+}$ 不反应。只有酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液符合条件，现象是紫色变浅(或褪去)。乙组，在 $\text{Fe}^{2+}$ 存在的条件下，检验 $\text{Fe}^{3+}$ ，用 $\text{KSCN}$ 溶液检验 $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{2+}$ 无干扰。

10. 证明某溶液只含有 $\text{Fe}^{2+}$ 而不含有 $\text{Fe}^{3+}$ 的实验方法是( **B** )

①先滴加氯水, 再滴加 KSCN 溶液后显红色

②先滴加 KSCN 溶液, 不显红色, 再滴加氯水后显红色

③滴加氢氧化钠溶液, 先产生白色沉淀, 后变灰绿色, 最后变为红褐色

④只需滴加 KSCN 溶液

A. ①②

B. ②③

C. ③④

D. ①④

**解析** ①先滴加氯水，氯气将 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，即使原溶液不含 $\text{Fe}^{3+}$ ，滴加KSCN溶液后也显红色，无法证明原溶液是否含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，故错误；②KSCN与 $\text{Fe}^{3+}$ 作用使溶液显红色，与 $\text{Fe}^{2+}$ 作用无此现象，先滴加KSCN溶液，不显红色，说明原溶液不含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，再滴加氯水后显红色，说明滴加氯水后溶液中有 $\text{Fe}^{3+}$ ，证明原溶液含有 $\text{Fe}^{2+}$ ，故正确；③滴加NaOH溶液，利用先产生白色沉淀，后变灰绿色，最后变为红褐色，说明原溶液含有 $\text{Fe}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 和氢氧化钠溶液反应立即生成氢氧化铁沉淀，所以只能观察到红褐色沉淀，所以该实验能证明某溶液只含有 $\text{Fe}^{2+}$ 而不含 $\text{Fe}^{3+}$ ，故正确；④只滴加KSCN溶液，根据溶液是否显红色，能检验出溶液中是否含有 $\text{Fe}^{3+}$ ，无法验证 $\text{Fe}^{2+}$ 存在，故错误。

11. 将1.12 g铁粉加入25 mL 2 mol/L的氯化铁溶液中，不符合反应事实的是（

**A**

- A. 铁有剩余，溶液呈浅绿色， $\text{Cl}^-$ 浓度基本不变
- B. 往反应后的溶液中滴入无色KSCN溶液，显红色
- C. 氧化产物与还原产物的质量之比为1: 2
- D. 反应结束后溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{Fe}^{2+}$ 的物质的量之比为1: 6

**解析** 铁粉和氯化铁的物质的量分别是0.02 mol和0.05 mol。二者反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ，所以铁离子是过量的，剩余铁离子 $n = 0.05 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol} \times 2 = 0.01 \text{ mol}$ ，生成亚铁离子是 $0.02 \text{ mol} \times 3 = 0.06 \text{ mol}$ ，其中氧化产物是0.02 mol，还原产物是0.04 mol。A.铁没有剩余，溶液中含有铁离子和亚铁离子，不呈浅绿色， $\text{Cl}^-$ 浓度基本不变，故A选；B.溶液中含有铁离子，往反应后的溶液中滴入无色KSCN溶液，显红色，故B不选；C.根据上述分析，氧化产物与还原产物的质量之比为1：2，故C不选；D.反应结束后溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{Fe}^{2+}$ 的物质的量之比为 $0.01 \text{ mol} : 0.06 \text{ mol} = 1 : 6$ ，故D不选。

12.用 $\text{FeCl}_3$ 溶液蚀刻印刷电路板,发生反应: $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ .分别取适量蚀刻后的溶液进行实验,下列实验结论一定正确的是( **D** )

A.通入 $\text{Cl}_2$ ,再滴入KSCN溶液,溶液变红,说明所得溶液中已不含 $\text{Fe}^{2+}$

B.加入铁粉,充分反应,有固体剩余,说明所得溶液中已不含 $\text{Fe}^{3+}$

C.滴加足量稀硝酸,充分反应,则所得溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) = 2n(\text{Cu}^{2+})$

D.滴加足量NaOH溶液,充分反应,则所得沉淀中 $n[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 3n[\text{Cu}(\text{OH})_2]$

**解析** A.检验 $\text{Fe}^{2+}$ 用 $\text{KMnO}_4$ 溶液或先加入 $\text{KSCN}$ 溶液后通入氯气,如果先通入 $\text{Cl}_2$ , $\text{Cl}_2$ 能氧化 $\text{Fe}^{2+}$ 生成 $\text{Fe}^{3+}$ 而干扰 $\text{Fe}^{2+}$ 的检验,而无法判断原溶液是否含有 $\text{Fe}^{2+}$ ,故A错误; B.加入Fe粉,有固体剩余,无论固体是Fe还是Cu,都能与 $\text{Fe}^{3+}$ 反应,所以只要有固体剩余,反应后的溶液中一定不含 $\text{Fe}^{3+}$ ,故B正确; C.稀硝酸具有强氧化性,能氧化 $\text{Fe}^{2+}$ 生成 $\text{Fe}^{3+}$ ,但是原来刻蚀液中是否还含有未反应的 $\text{Fe}^{3+}$ ,所以无法判断加入足量硝酸后的溶液中 $n(\text{Fe}^{3+})$ 、 $n(\text{Cu}^{2+})$ 关系,故C错误; D.加入足量 $\text{NaOH}$ 溶液,分别生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,根据方程式 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 知,最终得到的沉淀 $n[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 2n[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ ,故D错误。

## 二、非选择题(本题包括3小题)

13.某班同学用如下实验探究 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的性质。回答下列问题:

(1)分别取一定量氯化铁、氯化亚铁固体,均配制成 $0.1\text{ mol/L}$ 的溶液。在 $\text{FeCl}_2$ 溶液中需加入少量铁屑,其目的是 防止氯化亚铁被氧化。

(2)甲组同学取 $2\text{ mL FeCl}_2$ 溶液,加入几滴氯水,再加入1滴 $\text{KSCN}$ 溶液,溶液变红,说明 $\text{Cl}_2$ 可将 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化。 $\text{FeCl}_2$ 溶液与氯水反应的离子方程式为



(3)乙组同学认为甲组的实验不够严谨,该组同学在 $2\text{ mL FeCl}_2$ 溶液中先加入 $0.5\text{ mL}$ 煤油,再于液面下依次加入几滴氯水和1滴 $\text{KSCN}$ 溶液,溶液变红,煤油的作用是 隔离空气(排除氧气对实验的影响)。

(4)丙组同学取10 mL  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  KI溶液，加入6 mL  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{FeCl}_3$ 溶液混合。分别取2 mL 此溶液于2支试管中进行如下实验：

- ①第一支试管中加入1 mL  $\text{CCl}_4$ 充分振荡、静置， $\text{CCl}_4$ 层显紫色；
- ②第二支试管中加入1滴KSCN溶液，溶液变红。

实验②说明：在 $\text{I}^-$ 过量的情况下，溶液中仍含有  $\text{Fe}^{3+}$  (填离子符号)。

(5)丁组同学向盛有 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液的试管中加入几滴酸化的 $\text{FeCl}_2$ 溶液，溶液变成棕黄色，发生反应的离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**解析** (1)铁和氯化铁反应生成氯化亚铁,在 $\text{FeCl}_2$ 溶液中需加入少量铁屑,其目的是防止氯化亚铁被氧化;(2)氯气具有氧化性能氧化氯化亚铁为氯化铁,反应的离子方程式为: $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ;(3)煤油不溶于水,密度比水小,分层后可以隔离溶液与空气接触,排除氧气对实验的影响;(4)①第一支试管中加入1 mL  $\text{CCl}_4$ 充分振荡、静置, $\text{CCl}_4$ 层显紫色说明生成 $\text{I}_2$ ,碘离子被铁离子氧化为碘单质,反应的离子方程式为: $2\text{I}^- + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ,②第二支试管中加入1滴KSCN溶液,溶液变红,说明随浓度变小,碘离子在稀的氯化铁溶液中不发生氧化还原反应,仍含有铁离子,在 $\text{I}^-$ 过量的情况下,溶液中仍含有 $\text{Fe}^{3+}$ ,说明该反应为可逆反应;(5)向盛有 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液的试管中加入几滴酸化的 $\text{FeCl}_2$ 溶液,溶液变成棕黄色,说明过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子,反应的离子方程式为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

14.某研究小组同学欲探究某袋敞口放置一段时间的名为“硫酸亚铁家庭园艺精品肥料”的化肥的主要成分及相关性质。首先对该化肥的成分进行了如下假设:

a.只含有 $\text{FeSO}_4$

b.含有 $\text{FeSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

c.只含有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

将化肥固体粉末溶于水中得到溶液(记为X), 进行如下实验:

序号	操作	现象
i	取2 mL溶液X, 加入1 mL $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH溶液	产生红褐色沉淀
ii	取2 mL溶液X, 加入1滴KSCN溶液	溶液显红色

(1)对实验 i 的预期现象是产生白色沉淀、变为灰绿色、最后出现红褐色沉淀,预期产生该现象的依据是(用化学方程式或离子方程式表达)



(2)由实验 ii 得出的结论是 化肥中肯定有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (假设a不成立)。  
为进一步验证假设, 小组同学进行了以下实验:

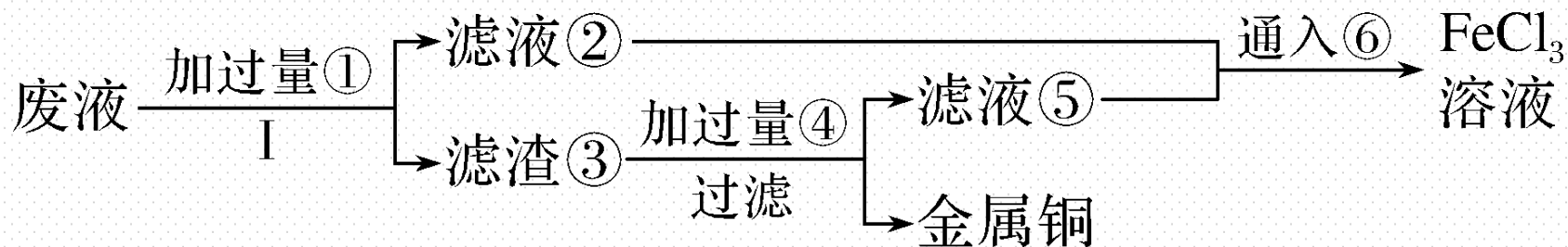
序号	操作	现象
iii	取2 mL溶液X, 加入1滴KSCN溶液, 再加入1 mL水	溶液显红色
iv	取2 mL溶液X, 加入1滴KSCN溶液, 再加入1 mL氯水	溶液显红色, 颜色比iii深

(3)实验iv中氯水参加反应的离子方程式是  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$  。

(4)通过以上实验, 可得到的结论是 化肥成分含有 $\text{FeSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (假设b成立)。

**解析** (1) $\text{FeSO}_4$ 溶液与氢氧化钠反应生成白色沉淀氢氧化亚铁, 氢氧化亚铁易被氧化为氢氧化铁, 所以预期现象是产生白色沉淀、后变为灰绿色、最后出现红褐色沉淀。(2) $\text{Fe}^{3+}$ 遇KSCN溶液变红, 溶液X加入1滴KSCN溶液, 溶液显红色, 说明含有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , 则假设a不成立。(3)实验iv: 溶液X中加入1滴KSCN溶液, 再加入1 mL氯水, 颜色比iii深, 说明 $\text{Fe}^{2+}$ 被氯水氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ , 反应的离子方程式是 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 。(4)实验iii, 溶液X中加入1滴KSCN溶液, 再加入1 mL水, 溶液显红色, 说明含有 $\text{Fe}^{3+}$ , 综合实验iii、iv, 可得到的结论是化肥成分含有 $\text{FeSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (假设b成立)。

15. 电子工业上使用的印刷电路板, 是在敷有铜膜的塑料板上以涂层保护所要的线路, 然后用三氯化铁浓溶液作用掉(腐蚀)未受保护的铜膜后形成的。某工程师为了从使用过的腐蚀废液(含有大量 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_2$ 和 $\text{FeCl}_3$ , 任意排放将导致环境污染及资源的浪费)中回收铜, 并将铁的化合物全部转化为 $\text{FeCl}_3$ 溶液作为腐蚀液原料循环使用, 准备采用下列步骤:



(1) 步骤 I 的操作名称：过滤；所需玻璃仪器：烧杯、漏斗、玻璃棒。

(2) 写出FeCl<sub>3</sub>溶液与铜箔发生反应的离子方程式：



(3) 检验废腐蚀液中是否含有Fe<sup>3+</sup>所需试剂名称：硫氰化钾，实验现象：溶液由棕黄色变为红色。

(4) 向②中加入NaOH溶液并长时间暴露在空气中，此过程的现象：  
先产生白色絮状沉淀，然后迅速变为灰绿色，最终变为红褐色

此转化的化学方程式为： $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 、



(5) 写出③中所含物质：Fe、Cu，⑥发生反应的离子方程式：



**解析** 废液中含有 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ ，向滤液中加入过量 $\text{Fe}$ ，发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ，然后过滤，滤液中含有 $\text{FeCl}_2$ ，滤渣中含有 $\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}$ ，向滤渣中加入过量 $\text{HCl}$ ， $\text{Fe}$ 溶解， $\text{Cu}$ 不溶解，然后过滤得到金属单质 $\text{Cu}$ ，滤液中含有 $\text{FeCl}_2$ ，向 $\text{FeCl}_2$ 滤液中通入过量 $\text{Cl}_2$ ，发生的反应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，从而得到 $\text{FeCl}_3$ 溶液，以此解答该题。



# 微专题

# 微专题8 补铁剂中铁元素的探究及应用——知识技能型

## 【活动探究】

### 实验素材

某品牌补铁剂(主要成分是 $\text{FeSO}_4$ )，商标如下图



铁是人体必需的微量元素之一，铁元素在人体中具有造血功能，参与血红蛋白、细胞色素及各种酶的合成。铁能形成血红素，而血红素在人体中主要起供氧的作用，它能够携带氧气，供应给人体的各个细胞和器官，让人的身体的各个部位都能正常运转。缺铁可能导致缺铁性贫血，影响血红蛋白的携氧量。机体因为缺氧而容易疲乏、困顿、出虚汗、体力不支甚至会产生一些更为严重的疾病。人体缺铁时，常会服用补铁剂来补充铁元素，补铁剂与维生素C同时服用，补铁效果更好。

查阅资料可知， $\text{Fe}^{2+}$  能被酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液氧化而使酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液褪色。

## 问题探究

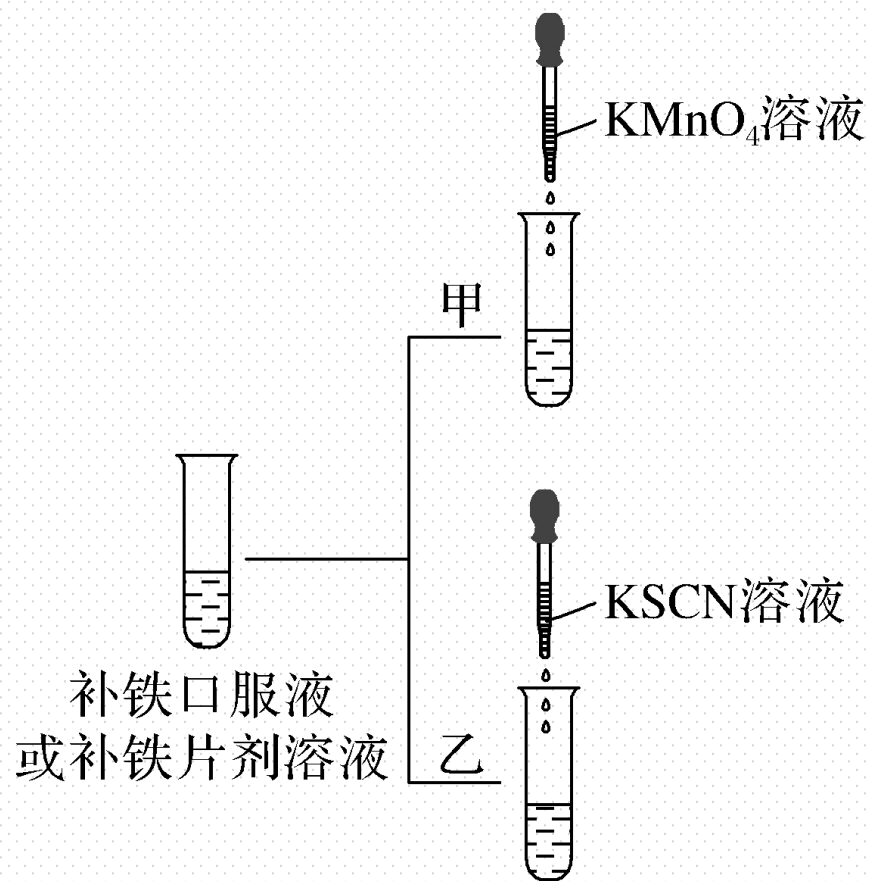
1. 补铁剂中铁元素的化合价是多少？为什么补铁剂与维生素C一起服用效果更好？

**提示：**补铁剂中铁元素的化合价是 +2 价，具有还原性，因维生素C的还原性比  $\text{Fe}^{2+}$  强，因此补铁剂与维生素C一起服用，可以防止补铁剂中的  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化。

2.如何检验补铁剂中的铁元素的存在形式? 描述实验操作和现象。

**提示:** 取密封的补铁剂(若为固体先用煮沸的蒸馏水溶解)于试管中, 向其中先加入KSCN溶液, 无明显现象, 再向溶液中加入氯水, 溶液变为红色。

3.按照如下方法，对补铁剂进行实验，出现什么现象说明补铁剂已经部分变质。



**提示：**甲：高锰酸钾溶液的紫红色褪去；乙：溶液变为红色。

4.(1)某同学向含有 $\text{Fe}^{2+}$ 的溶液中加入KSCN溶液后,又加入了过量氯水,溶液变为红色,放置一段时间后,发现溶液红色褪去,现对褪色原因进行探究。根据有色物质中所含元素的化合价( $\text{SCN}^-$ 中C元素为+4价)分析褪色的可能原因,提出假设2。

提示假设:

假设1:溶液中的+3价铁元素被氧化为更高价态。

假设2: \_\_\_\_\_。

(2)设计另一种实验方案,验证溶液褪色的原因。

**提示：**(1)实验中加入过量氯水，溶液变为红色，放置一段时间后，溶液红色褪去，说明 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 转化成了其他物质，而 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 的生成与 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$ 有关，根据假设1，溶液中的+3价铁元素被 $\text{Cl}_2$ 氧化为更高价态；分析 $\text{SCN}^-$ 中各元素的化合价可知，C为+4价，S为-2价，N为-3价，所以 $\text{SCN}^-$ 也具有还原性，也可能是 $\text{SCN}^-$ 被过量的氯水氧化导致溶液红色褪去，故假设2为 $\text{SCN}^-$ 被过量的氯水氧化。

(2)若是 $\text{SCN}^-$ 被氧化，则向褪色后的溶液中补充 $\text{SCN}^-$ ，溶液会变红。实验方案：向褪色后的溶液中滴入 $\text{KSCN}$ 溶液，观察溶液是否变为红色。若溶液变为红色，说明假设2成立；若溶液不变红，说明假设1成立。

## 【核心归纳】

### 1.对食品中铁元素测定的三点提醒

(1)检验铁元素是否存在的依据：把样品中的铁元素转变为 $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 遇KSCN溶液变为红色。

(2)实验中必须用到的试剂为双氧水(或氯水)、KSCN溶液。

(3)实验操作中根据选择的不同样品，可以考虑采用不同的操作方法，将样品中的铁元素转化为三价铁，也可以考虑灼烧的方法，也可以用研磨的方法，也可以考虑用溶剂溶解，最后得到的试液一定要加入双氧水(或氯水)将其中的铁元素氧化为三价铁，然后加入KSCN溶液，看是否变红来检验是否存在铁元素。

## 2. 补铁剂使用的注意事项

(1) 补铁剂的有效成分是亚铁盐(如 $\text{FeSO}_4$ )， $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ 而失去补铁作用，因此需密封、隔绝 $\text{O}_2$ 存放，服用补铁剂时搭配维生素C可以增强补铁效果，这是因为维生素C可将 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为 $\text{Fe}^{2+}$ 。

(2) 服用补铁剂时不能和茶水同饮，因为茶水中含大量的鞣酸，鞣酸与 $\text{Fe}^{2+}$ 反应生成鞣酸亚铁，它的性质不稳定，很快被氧化成鞣酸铁而呈蓝黑色。

## 【 实践应用 】

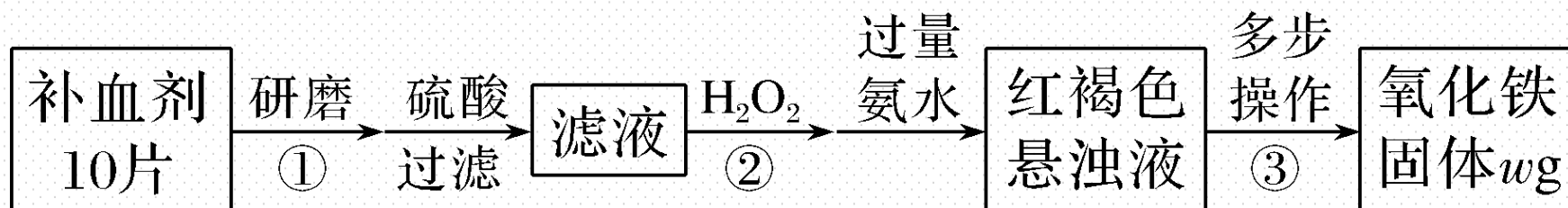
1.(2021·朝阳区模拟)探究补铁剂[主要成分:氯化血红素(含+2价铁)、富锌蛋白粉、维生素C、乳酸、葡萄糖浆]中铁元素是否变质。先取少量补铁剂,用酸性丙酮溶解后制成溶液。下列说法不正确的是( **D** )

实验 I	实验 II	实验 III
取待测液,加入少量KSCN溶液,无明显现象;再加入少量H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ,溶液不变红	取实验 I 所得溶液,再加入少量KSCN溶液,无明显现象;再加入H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 溶液,溶液变为红褐色	取实验 I 所得溶液,加入少量盐酸溶液,无明显现象,继续加入H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 至过量,溶液先变红后褪色

- A. 实验I中加入KSCN溶液无明显现象，与KSCN溶液的用量无关
- B. 实验I中加入 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液后不变红，可能是 $\text{H}_2\text{O}_2$ 被维生素C还原了
- C. 实验III中溶液红色褪去，可能是 $\text{H}_2\text{O}_2$ 将 $\text{SCN}^-$ 氧化了
- D. 实验说明，该补铁剂中+2价铁在酸性条件下才能被 $\text{H}_2\text{O}_2$ 氧化

**解析** A. 取实验 I 所得溶液，再加入少量KSCN溶液，无明显现象；再加入 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，溶液变为红褐色，说明与KSCN溶液的用量无关，故A正确； B. 维生素C具有还原性，加入少量 $\text{H}_2\text{O}_2$ ，实验 I 中加入 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液后不变红，可能是 $\text{H}_2\text{O}_2$ 被维生素C还原了，故B正确； C.  $\text{H}_2\text{O}_2$ 具有强氧化性， $\text{SCN}^-$ 具有还原性，继续加入 $\text{H}_2\text{O}_2$ 至过量，溶液先变红后褪色，溶液红色褪去，可能是 $\text{H}_2\text{O}_2$ 将 $\text{SCN}^-$ 氧化了，故C正确； D. 没有对照实验，无法说明中性、碱性条件下，该补铁剂中+2价铁在能否被 $\text{H}_2\text{O}_2$ 氧化，故D错误。

2.某兴趣小组进行某补血剂中铁元素含量的测定实验流程如下:



下列说法不正确的是( **B** )

A.步骤①研磨时需要在研钵中进行

B.步骤②加入氨水的作用是将 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀

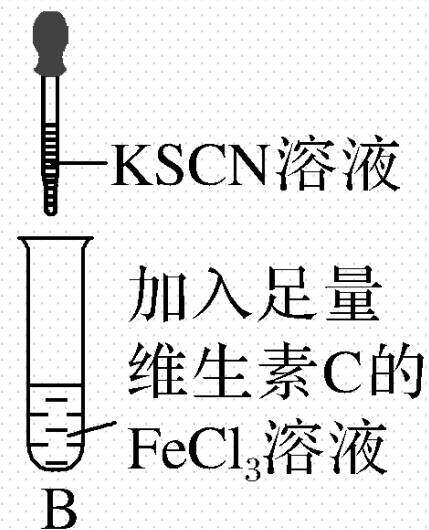
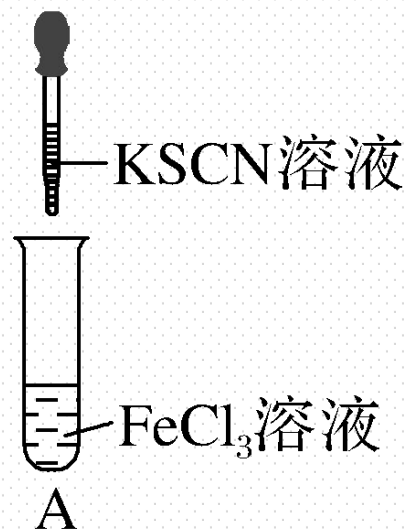
C.步骤③多步操作为过滤、洗涤、灼烧至恒重、冷却、称重

D.每片补血剂中铁元素的质量为 $0.07w \text{ g}$

**解析** 步骤①是将补血剂磨成细粉，便于溶解，研磨时需要在研钵中进行，A 正确；步骤②中加入过氧化氢是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，然后用过量氨水将  $\text{Fe}^{3+}$  完全沉淀为红褐色氢氧化铁，B 错误；步骤③是将氢氧化铁沉淀转化为氧化铁，通过测定氧化铁的质量，计算补血剂中铁元素的含量，所以操作为过滤、洗涤、灼烧至恒重、冷却、称重，C 正确； $w$  g 氧化铁中铁元素的质量即为 10 片补血剂中

铁的质量，所以每片补血剂含铁元素的质量为  $\frac{w \text{ g} \times \frac{112}{160}}{10} = 0.07w \text{ g}$ ，D 正确。

3.铁是人体必需的微量元素之一，补铁剂中的 $\text{Fe}^{2+}$ 在空气中很容易被氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，影响铁元素在人体中的吸收利用。某实验小组进行如图所示的对照实验，验证补铁剂和维生素C一起服用的科学性。



[实验操作]第一步：在A、B两支试管中加入对比试剂；第二步：振荡；第三步：滴加KSCN溶液。

[实验现象](1)A试管中溶液变红色，B试管中无明显现象。

[实验结论](2)维生素C具有还原性 (填“氧化性”或“还原性”)，能防止 $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ ，所以补铁剂和维生素C一起服用具有科学依据。

[生活应用](3)某品牌泡腾片的主要成分为维生素C和 $\text{NaHCO}_3$ ，放入水中立即产生大量气泡( $\text{CO}_2$ )使口感更好，说明维生素C具有酸性 (填“酸性”或“碱性”)。

(4)为防止烹调时蔬菜中维生素C的损失，烹调蔬菜应注意避免与氧化性物质接触(或避免与碱性物质接触) (写一条即可)。

解析 (1) $\text{Fe}^{3+}$ 与 $\text{SCN}^-$ 结合而使溶液呈红色。

(2)向 $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入足量维生素C后，再加入KSCN溶液，溶液不变红色，说明 $\text{Fe}^{3+}$ 被维生素C还原，即维生素C具有还原性。

(3)将维生素C与 $\text{NaHCO}_3$ 放入水中，立即有大量 $\text{CO}_2$ 产生，说明维生素C具有酸性。

(4)由实验(2)、(3)可知，维生素C具有还原性和酸性，故烹调蔬菜时应避免与氧化性物质或碱性物质接触。

4.(2021·台州期末)某研究性学习小组为探究某医药公司出品的液体补铁剂中的铁元素,进行了如下实验:

I .向试管中加入液体补铁剂2 mL,加入蒸馏水,振荡后发现溶液变澄清透明;滴加KSCN溶液,溶液显示淡红色。学生甲认为此补血剂含铁量很低,属不合格产品。

(1)你认为学生甲的观点合理吗? 不合理

II. 学生乙认为还应进一步探究实验, 他将学生甲所得溶液分成三份, 分别加入了氯水、溴水、碘水。发现加入氯水、溴水后溶液呈血红色, 颜色明显加深, 加入碘水的试管颜色无明显变化。请回答下列问题:

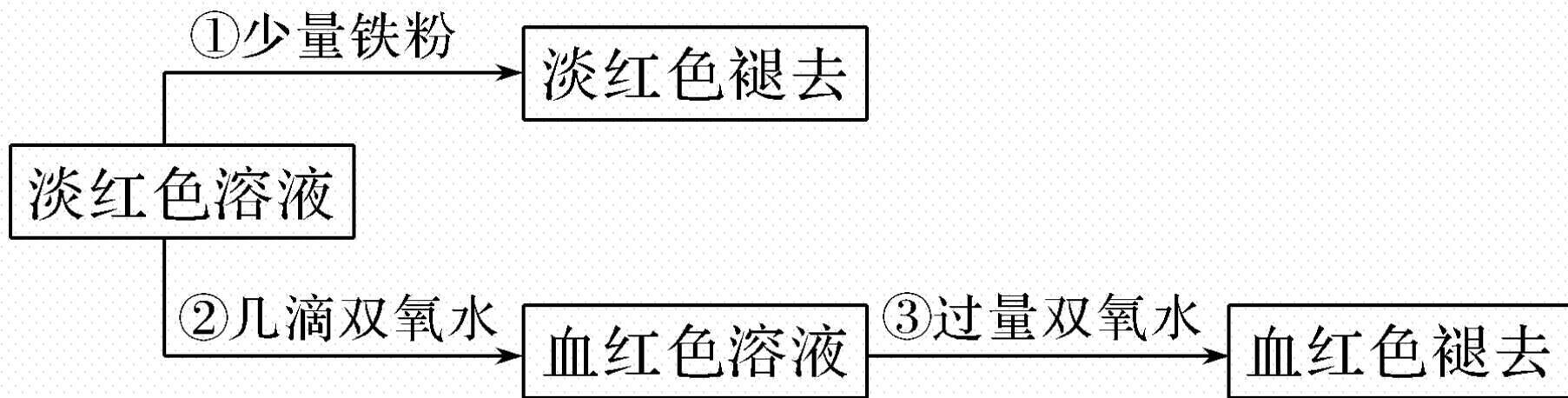
(2) 根据乙的上述实验说明补血剂中的铁为 +2 价。

(3) 向补血剂溶液中滴加KSCN溶液, 显示淡红色的原因 有少量的亚铁离子被氧化。

(4) 请写出加入氯水后对应的离子反应方程式  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 。

(5) 请根据乙同学的实验现象进一步推断, 氯、溴的单质可将铁单质氧化成 +3 价铁, 而Fe与I<sub>2</sub>反应的产物应该是 FeI<sub>2</sub>。

III. 学生丙也做了与学生甲同样的实验，将所得的淡红色溶液分成两份继续进行实验：



试回答下列问题：

(6) 请写出丙的实验①中淡红色褪去的离子方程式  $\underline{\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}}$ 。

(7) 关于③中的实验现象，丙同学提出了假设：过量的双氧水将 $\text{SCN}^-$ 氧化了。

请你设计一个实验方案验证丙的假设

取少量加入过量双氧水后的溶液，往其中加入过量KSCN溶液，若溶

液变红则说明是过量的双氧水将 $\text{SCN}^-$ 氧化了。

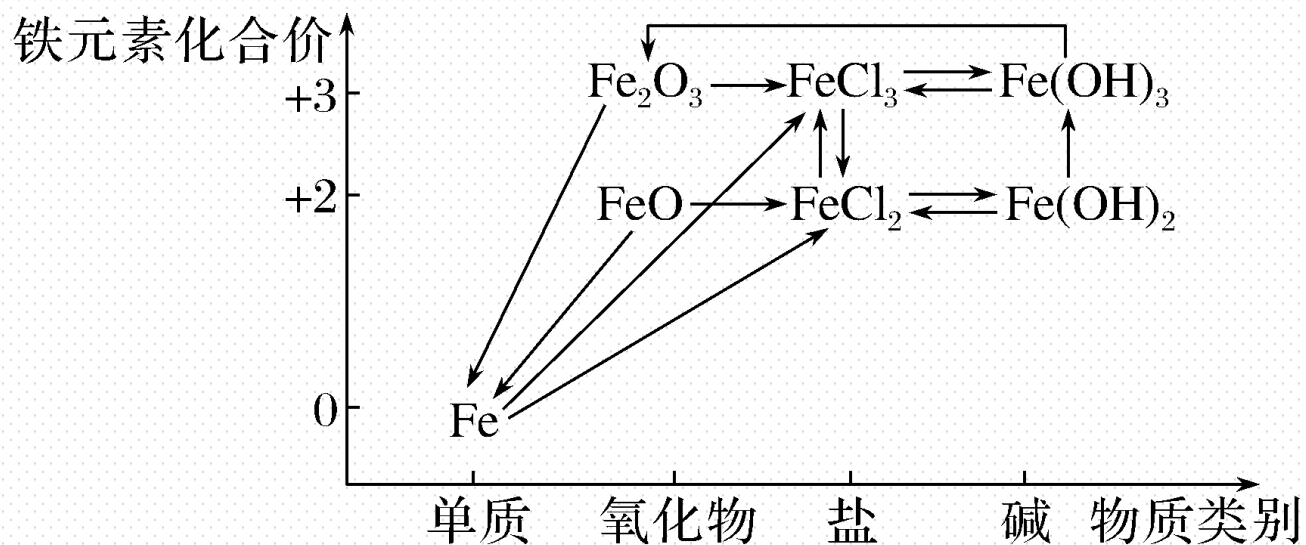
**解析** (1)因补血剂的成分是 $\text{Fe}^{2+}$ ，滴加 $\text{KSCN}$ 溶液，溶液显示淡红色，说明 $\text{Fe}^{3+}$ 的浓度低；(2)因加入氯水、溴水后溶液呈血红色，颜色明显加深，说明生成更多的 $\text{Fe}^{3+}$ ，而 $\text{Fe}^{2+}$ 能被氧化剂如氯气、液溴所氧化，则原溶液中铁的化合价为+2价；(3)因 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化生成 $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$ 遇 $\text{SCN}^-$ 变红，所以向补血剂溶液中滴加 $\text{KSCN}$ 溶液，显示淡红色的原因有少量的亚铁离子被氧化；(4)因 $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{Cl}_2$ 反应生成 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{Cl}^-$ ： $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ ；(5)根据加入氯水、溴水后溶液呈血红色，颜色明显加深，说明生成更多的 $\text{Fe}^{3+}$ ；加入碘水的试管颜色无明显变化，说明 $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{I}_2$ 不反应；(6)加入少量铁粉，将 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ，淡红色褪去，反应的离子方程式为： $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ；(7)根据 $\text{Fe}^{3+}$ 检验方法，溶液中继续加入过量 $\text{KSCN}$ 溶液，若溶液变红则说明是过量的双氧水将 $\text{SCN}^-$ 氧化了。

## 微专题9 利用“价—类”二维图认识铁及其化合物的关系——

知识技能型

【核心归纳】

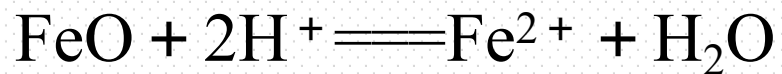
## 1. 构建铁及其化合物的“价—类”二维图



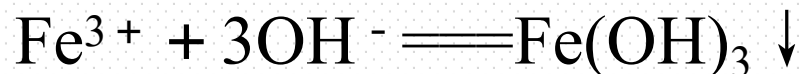
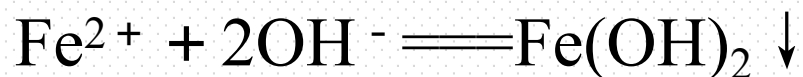
## (1)同价态的铁及其化合物之间的转化

从物质分类的角度理解铁及其化合物的性质与转化

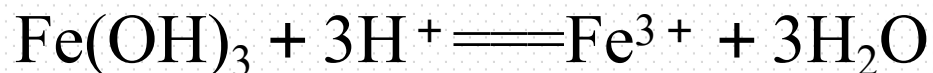
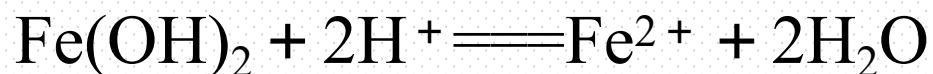
①FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>都是碱性氧化物，都能与酸发生反应。



②FeSO<sub>4</sub>和FeCl<sub>3</sub>都属于盐，都能和碱发生反应生成氢氧化物沉淀。



③Fe(OH)<sub>2</sub>和Fe(OH)<sub>3</sub>都属于碱，都能与酸发生中和反应。



(2)不同价态的铁及其化合物的转化。从元素化合价的角度理解铁及其化合物的氧化性和还原性。

价态变化	转化关系	反应方程式
0 → +2	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
0 → +3	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$
+2 → +3	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
+2 → 0	$\text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$	$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
	$\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$	$\text{FeO} + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe} + \text{CO}_2$
+3 → 0	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$	$3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
+3 → +2	$\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

## 2.认识元素及其化合物性质的视角

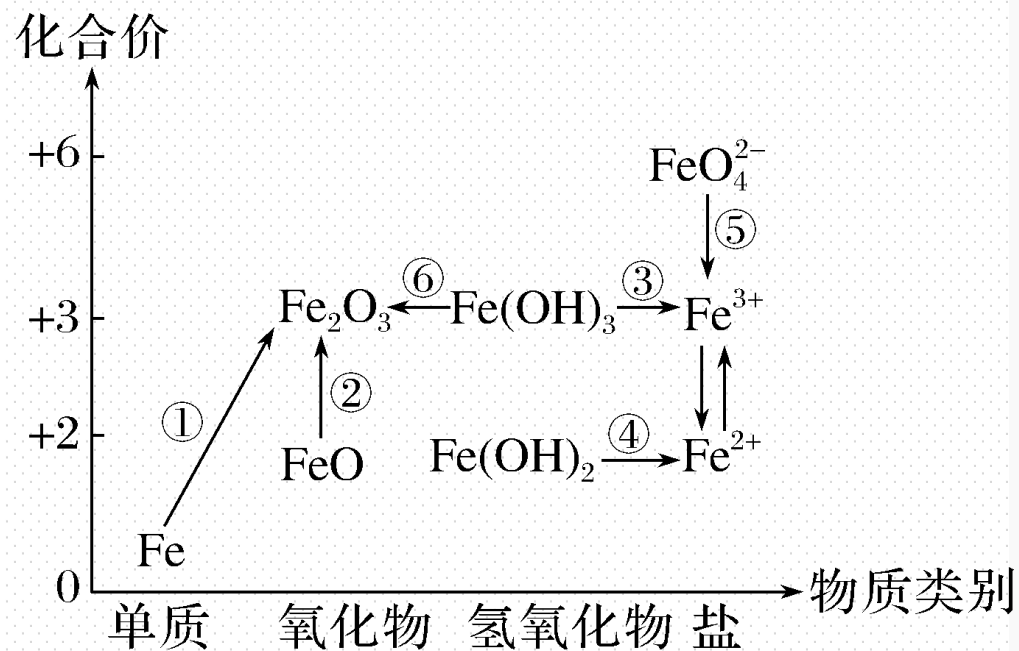
物质类别和元素价态，是学习元素及其化合物性质的重要认识视角。

(1)基于物质类别和元素价态，可以预测物质的性质。例如，对于 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，从物质类别来看，它属于金属氧化物，据此可以预测它可能与酸发生反应；从元素价态来看， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中铁元素的化合价是+3价，为铁元素的高价态，据此可以预测它具有氧化性，可能与具有还原性的物质发生反应。

(2)基于物质类别和元素价态，还可以设计物质间转化的途径。例如，要想从单质铁获得 $\text{FeSO}_4$ ，既可以基于物质类别设计从金属单质与酸反应获得，也可以通过金属单质与盐的置换反应获得，还可以基于元素价态设计单质铁与+3价铁反应得到+2价铁。

## 【 实践应用 】

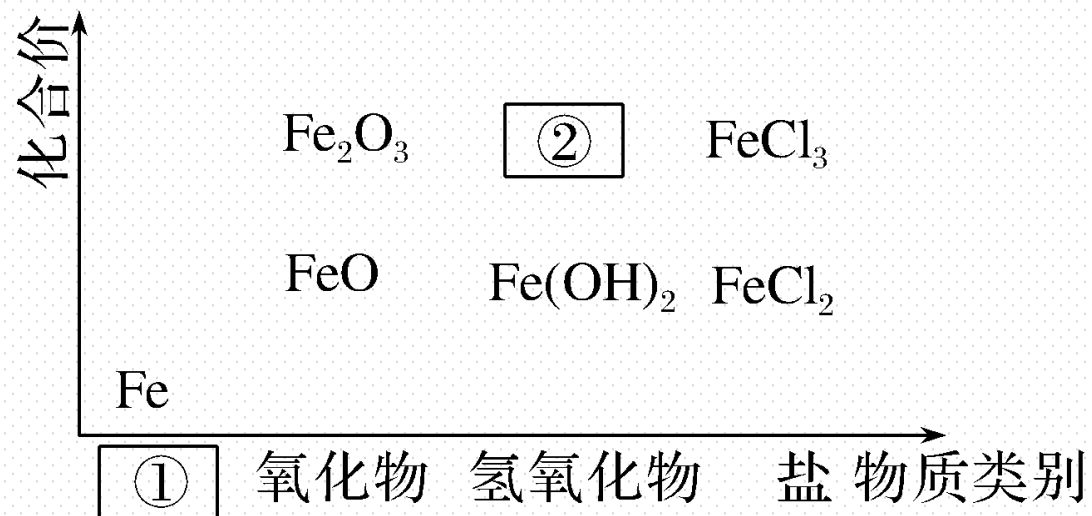
1. 元素的“价—类”二维图是我们学习元素及其化合物相关知识的重要模型和工具，它指的是以元素的化合价为纵坐标，以物质的类别为横坐标所绘制的二维平面图像。下图为铁元素的“价—类”二维图，其中的箭头表示部分物质间的转化关系，下列说法正确的是( C )



- A.铁与高温水蒸气的反应可实现上述转化①
- B. $\text{FeO}$  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.由图可预测: 高铁酸盐( $\text{FeO}_4^{2-}$ )具有强氧化性, 可用于消毒。 $\text{FeO}_4^{2-}$  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, 故高铁酸盐可用作净水剂
- D.加热  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  发生转化⑥, 加水溶解可实现转化③

**解析** 铁与高温水蒸气反应时, 生成 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , A错误;  $\text{FeO}$ 是一种黑色粉末, 不稳定, 在空气中受热, 迅速反应生成 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , B错误; 加热 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 分解生成 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 而 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 不溶于水, D错误。

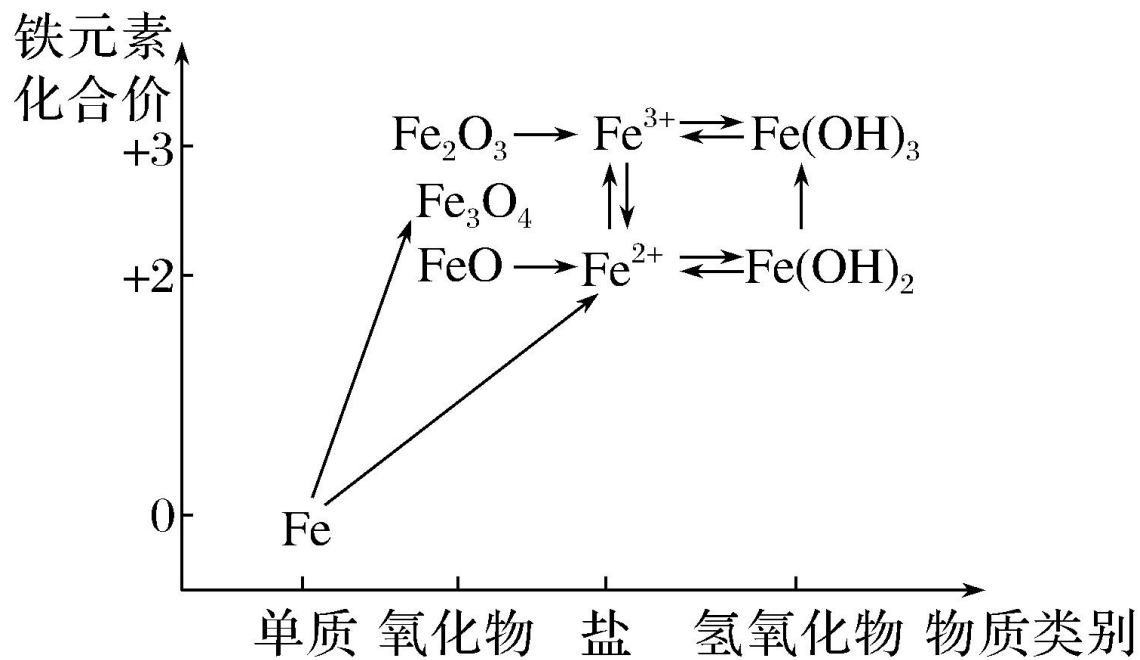
2.如图为铁及其化合物的“价—类”二维图。利用如图可以从不同角度研究含铁物质的性质及其转化关系。下列分析结果不正确的是( **D** )



- A. 二维图缺失的类别①应填“单质”，化学式②应填“ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ”
- B. 从物质类别分析， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 属于碱性氧化物，可以与稀盐酸反应
- C. 从化合价角度分析，Fe只有还原性
- D. 从物质转化角度分析， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{FeCl}_3$ 都可以通过一步反应直接转化成②

**解析** A.铁单质的化合价为0，二维图缺失的类别①单质；三价铁形成的氢氧化物是氢氧化铁，则化学式② $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，A正确；B.从物质类别分析， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 属于碱性氧化物，可以与稀盐酸反应生成氯化铁和水，B正确；C.从化合价角度分析，Fe只有还原性，C正确；D.氧化铁是碱性氧化物，不溶于水不能一步反应生成氢氧化铁， $\text{FeCl}_3$ 可以通过一步反应和氢氧化钠溶液反应，直接转化成氢氧化铁，D错误。

3.(2020·山东济宁高一期末)铁及其化合物的“价—类”二维图如下。



回答下列问题:

- (1)预测 $\text{Fe}^{2+}$ 既有氧化性又有还原性,其依据是铁元素为+2价,处于中间价态。
- (2)检验溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ ,常用的试剂是KSCN溶液。

(3)氧化铁和铝粉可用于野外焊接钢轨，发生置换反应，用化学方程式表示反应原理  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

(4)白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中极不稳定，最终变为红褐色物质，请解释其原因(用化学方程式回答)



(5)向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中滴加氯水，反应的离子方程式是  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

**解析** (1) $\text{Fe}^{2+}$ 中Fe元素显+2价，处于中间价态，既有氧化性又有还原性。

(3)氧化铁与铝粉发生置换反应，生成Fe和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，结合得失电子守恒和原子守恒写出化学方程式。

(4) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 具有较强还原性，易被空气中的 $\text{O}_2$ 氧化，最终生成红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

6

## 阶段重点突破练 (五)

一、选择题（本题包括12小题，每小题只有一个选项符合题意）

1. 《新修本草》是我国古代中药学著作之一，记载药物844种，其中有关于“青矾”的描述为：“本来绿色，新出窟未见风者，正如瑠璃……烧之赤色……”据此推测，“青矾”的主要成分为( **B** )



**解析** “青矾”的描述为：“本来绿色，新出窟未见风者，正如瑠璃……烧之赤色……”，青矾是绿色，经煅烧后，分解成粒度非常细而活性又很强的红色 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 超细粉末，A为蓝色晶体，B为绿色晶体，C为无色晶体，D为黄色晶体，所以“青矾”的主要成分为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 人体血红蛋白中含有 $\text{Fe}^{2+}$ ，如果误食亚硝酸盐，会使人中毒，因为亚硝酸盐会使 $\text{Fe}^{2+}$ 转变成 $\text{Fe}^{3+}$ ，生成高铁血红蛋白而丧失与 $\text{O}_2$ 结合的能力。服用维生素C可缓解亚硝酸盐的中毒，这说明维生素C具有( **D** )

A. 酸性

B. 碱性

C. 氧化性

D. 还原性

**解析** 亚硝酸盐能将 $\text{Fe}^{2+}$ 转变成 $\text{Fe}^{3+}$ ，在此过程中Fe元素的化合价升高，发生了氧化还原反应，其中 $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化，说明亚硝酸盐具有氧化性，维生素C可以缓解亚硝酸盐的中毒，说明维生素C具有还原性，故选D。

3. 下列关于铁及其化合物的说法中正确的是( **B** )

A. 赤铁矿的主要成分是 $\text{Fe}_3\text{O}_4$

B. 某溶液中先加入KSCN溶液无现象, 再通入 $\text{Cl}_2$ , 发现溶液变红, 则证明原溶液含有 $\text{Fe}^{2+}$

C. 磁铁矿粉末溶于盐酸后, 加入KSCN溶液, 生成红色沉淀

D. Fe与水蒸气在高温下发生反应生成 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{H}_2$

**解析** 赤铁矿的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , A错误; 磁铁矿粉末溶于盐酸后生成氯化亚铁、氯化铁和水, 加入KSCN溶液, 溶液变为红色, 不是生成红色沉淀, C错误; Fe与水蒸气在高温下发生反应生成 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 和 $\text{H}_2$ , D错误。

4.欲除去 $\text{FeSO}_4$ 溶液中含有的 $\text{CuSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 等少量杂质, 应选用的试剂是(

C

A.氨水

B.铝粉

C.铁粉

D.NaOH溶液

**解析**  $\text{CuSO}_4$ 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 都可以与铁粉反应生成 $\text{FeSO}_4$ , 若用铝粉, 会生成 $\text{Al}^{3+}$ , 引入新的杂质。

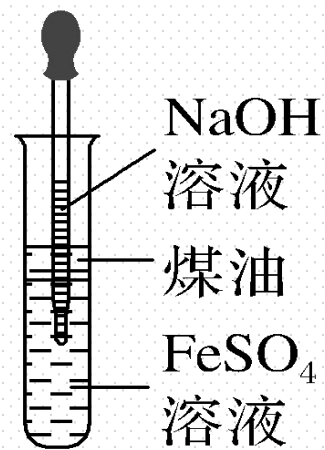
5.有关铁的化合物的说法中, 错误的是( A )

A.  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  是一种黑色固体, 不稳定, 在空气中易被氧化  
转变为红褐色

B. 由图示操作可制取  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

C.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  都可以由化合反应制得

D.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体呈红褐色、透明, 能发生丁达尔效应



**解析**  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  是一种白色固体, A 错误; 煤油能减少  $\text{FeSO}_4$  溶液与氧气接触, 可以避免试管中部分氧气对氢氧化亚铁的氧化, B 正确; 铁在氧气中燃烧可生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 可通过化合反应:  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$  来制取  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , C 正确;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体呈红褐色、透明, 能发生丁达尔效应, D 正确。

6. 下列铁的化合物通过化合反应、置换反应、复分解反应均能得到的是( C )



**解析**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 无法通过复分解反应得到，A错误；硫酸铁可以通过 $\text{FeSO}_4$ 溶液与氧气的化合得到，也可以通过氢氧化铁与稀硫酸发生复分解反应得到，但无法通过置换反应得到，B错误； $\text{FeCl}_2$ 可以由 $\text{FeCl}_3$ 和 $\text{Fe}$ 的化合得到，也可以由 $\text{Fe}$ 和 $\text{HCl}$ 的置换得到，也可以由 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和 $\text{HCl}$ 发生复分解反应得到，C正确； $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可以通过 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和氧气、水的化合得到，也可以通过氯化铁与氢氧化钠发生复分解反应得到，但无法通过置换反应得到，D错误。

7. 下列实验设计及其对应的离子方程式均正确的是( **B** )

A. 把铁片插入 $\text{CuSO}_4$ 溶液中, 验证古代湿法冶铜:  $2\text{Fe} + 3\text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu}$

B. 某溶液中滴入KSCN溶液显红色, 说明含 $\text{Fe}^{3+}$ :  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

C.  $\text{FeCl}_3$ 溶液中加入铜粉:  $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

D. 若要求用两种单质和一种溶液来测定Zn、Cu、Ag三种金属的活动性顺序,

可用Zn、Cu和 $\text{AgNO}_3$ 溶液:  $\text{Zn} + 2\text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$

**解析** A中正确的离子反应为 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ; C中离子反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ; D中Zn、Cu均与 $\text{AgNO}_3$ 发生置换反应生成Ag, 则不能比较Zn、Cu的金属性, D错误。

- 8.铁有 + 2价和 + 3价两种价态，下列反应中不涉及铁元素价态变化的是( **D** )
- A.用还原铁粉除去氯化亚铁溶液中的少许氯化铁杂质
  - B.铁在氧气中燃烧，其产物溶于盐酸中可得到两种盐
  - C.氢氧化亚铁是白色固体，在空气中迅速变成灰绿色，最终变成红褐色
  - D.氢氧化铁受热分解

**解析** 氢氧化铁受热分解得到氧化铁和水，是非氧化还原反应，铁元素价态不变。其他选项都涉及氧化还原反应，铁元素价态发生变化。

9. 下列叙述不正确的是( **D** )

	被提纯物质	杂质	除杂试剂或方法
①	$\text{FeCl}_3$ 溶液	$\text{FeCl}_2$	通入适量 $\text{Cl}_2$
②	$\text{FeCl}_2$ 溶液	$\text{FeCl}_3$	加入过量铜粉并过滤
③	铜粉	铁粉	加入过量盐酸并过滤
④	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	在空气中灼烧

A. ①②

B. ②③

C. ①③

D. ②④

**解析**  $\text{FeCl}_2$ 与 $\text{Cl}_2$ 反应生成 $\text{FeCl}_3$ ，①正确； $\text{FeCl}_3$ 与 $\text{Cu}$ 反应生成 $\text{FeCl}_2$ 和 $\text{CuCl}_2$ 又混入 $\text{CuCl}_2$ 杂质，②错误；铜粉不与盐酸反应，而铁粉可以，③正确； $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 受热都易分解，④错误。

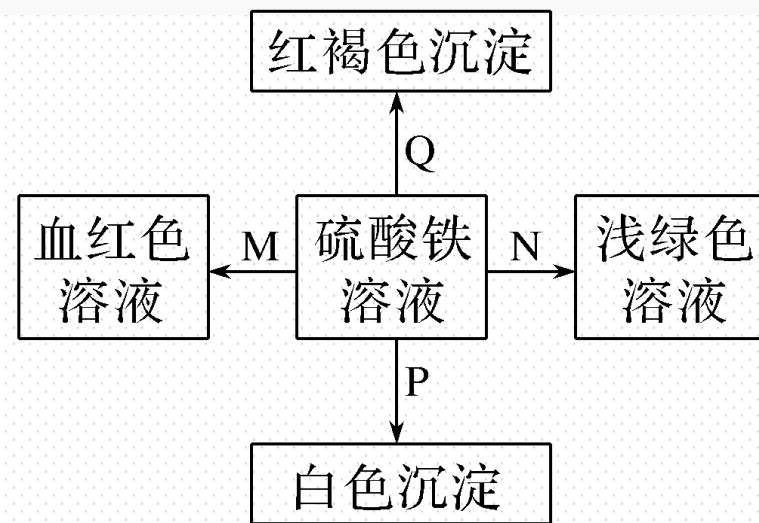
10.如图所示,硫酸铁与M、N、P、Q反应产生不同的现象。则各符号对应的试剂错误的是( C )

A.M: 硫氰化钾溶液

B.N: 铁粉

C.P: 氢氧化钡溶液

D.Q: 氨水



**解析** A.硫酸铁中含有铁离子和硫酸根离子,铁离子遇到硫氰化钾显示红色,M是硫氰化钾溶液,故A正确; B.铁离子本身具有氧化性,可以和铁单质反应得到亚铁离子,为浅绿色的溶液,所以N是铁粉,故B正确; C.硫酸铁中含有铁离子和硫酸根离子,可以和氢氧化钡反应,得到红褐色沉淀氢氧化铁和白色沉淀硫酸钡,所以P不能是氢氧化钡溶液,可以是氯化钡等物质,故C错误; D.硫酸铁中含有铁离子和硫酸根离子,遇到碱性的氨水溶液可以得到氢氧化铁红褐色沉淀,Q是氨水,故D正确。

11. 向 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 的混合溶液中加入铁粉，充分反应后仍有固体存在，则下列判断不正确的是( C )

A. 加入KSCN溶液一定不变红色

B. 溶液中一定含 $\text{Fe}^{2+}$

C. 溶液中一定含 $\text{Cu}^{2+}$

D. 剩余固体中一定含Cu

**解析** 因氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ，故Fe先与 $\text{Fe}^{3+}$ 反应，后与 $\text{Cu}^{2+}$ 反应，发生反应的离子方程式分别为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ， $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。充分反应后仍有固体剩余，则剩余固体可能为铜或铁粉与铜的混合物，说明 $\text{Fe}^{3+}$ 反应完全， $\text{Cu}^{2+}$ 可能未反应完全，则溶液中一定含 $\text{Fe}^{2+}$ ，可能含 $\text{Cu}^{2+}$ ，一定不含 $\text{Fe}^{3+}$ ，故加入KSCN溶液一定不变红色；综合以上分析可知，C项不正确。

12. 有一种粉末它是由铁的氧化物中的一种或者两种组成，取3.04 g粉末加热，同时通入足量的CO使之完全反应，再用过量澄清石灰水把生成的气体充分吸收，产生沉淀5 g。则该粉末的组成是( **D** )

A. 只有 $\text{Fe}_2\text{O}_3$

B. 只有 $\text{FeO}$

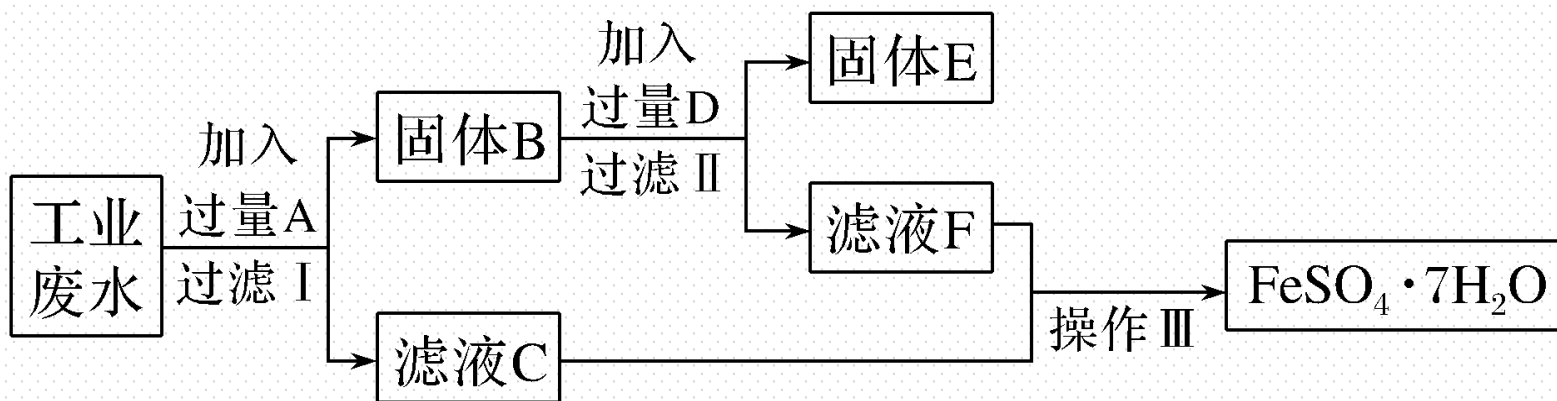
C. 等物质的量的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Fe}_3\text{O}_4$

D. 等物质的量的 $\text{FeO}$ 和 $\text{Fe}_3\text{O}_4$

**解析** 澄清石灰水将生成的气体充分吸收，产生沉淀5 g为碳酸钙的质量，物质的量为  $n(\text{CaCO}_3) = 0.05 \text{ mol}$ ，根据碳原子守恒可知  $n(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol}$ ，氧化物中氧原子的物质的量等于二氧化碳的物质的量，即  $n(\text{O}) = n(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol}$ ， $n(\text{Fe}) = 0.04 \text{ mol}$ ， $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 0.04 \text{ mol} : 0.05 \text{ mol} = 4 : 5$ ，所以该粉末是由铁的两种氧化物构成，若由等物质的量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  构成， $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 5 : 7$ ，不成立，所以该粉末是由  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  构成，令  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  混合物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ ，则根据铁原子和氧原子守恒：，解得： $x = 0.01 \text{ mol}$ ， $y = 0.01 \text{ mol}$ ，故该粉末是由  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的物质的量之比为  $0.01 \text{ mol} : 0.01 \text{ mol} = 1 : 1$  构成。

## 二、非选择题(本题包括3小题)

13.某工厂的工业硫酸盐废水中含有大量的 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、较多的 $\text{Cu}^{2+}$ 和少量的 $\text{Na}^+$ 。工厂计划从该废水中回收硫酸亚铁和金属铜,设计如下流程图。



回答下列问题：

(1)A的化学式为 Fe，D的化学式为 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。

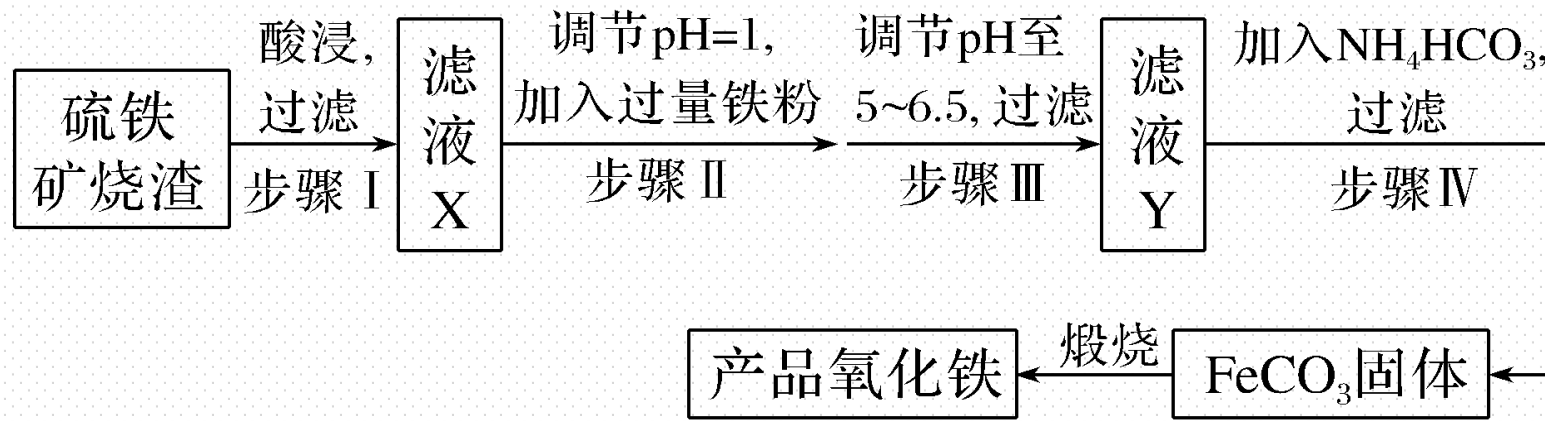
(2)在工业废水中加入过量A时，反应的离子方程式有

$\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。

(3)得到FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O晶体的操作III为加热浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。

**解析** 工业废水中含大量 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 和少量 $\text{Na}^+$ ，从该废水中回收硫酸亚铁和金属铜，结合流程可知，要加入铁粉，可置换出铜，同时生成硫酸亚铁，经过滤，则滤液C中主要含硫酸亚铁，滤渣B中含Cu、Fe，向该固体混合物中加入D为 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，得到的溶液F为硫酸亚铁，得到滤渣E为Cu，将滤液C、F合并就是 $\text{FeSO}_4$ 溶液，溶液经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥就可得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

14. 工业上利用硫铁矿烧渣(主要成分为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 等)为原料制备高档颜料铁红( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 已知 $\text{SiO}_2$ 化学性质稳定, 不和除 $\text{HF}$ 以外所有常见无机酸反应。具体生产流程如下:



试回答下列问题：

(1)滤液X中含有的金属阳离子是  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  (填离子符号)。

(2)步骤III中可选用 B (填字母)调节溶液的pH。

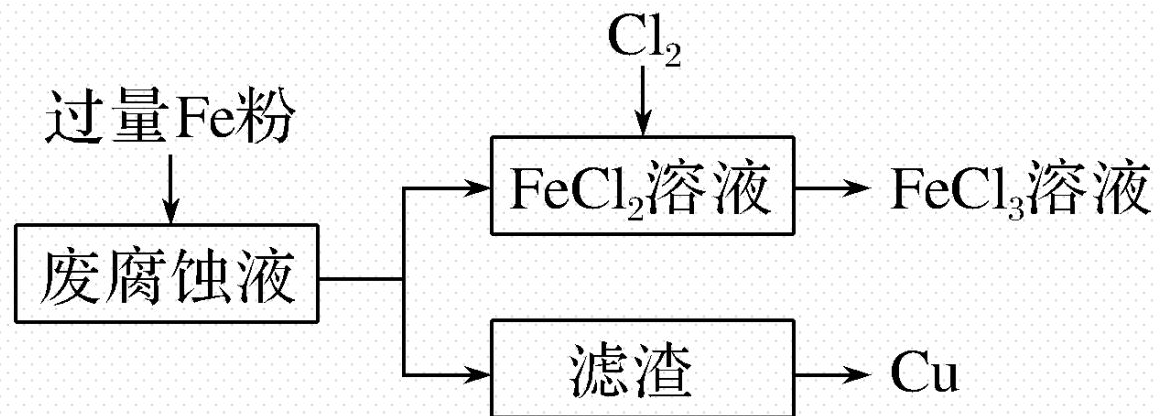
A.稀硝酸      B.氨水      C.氢氧化钠溶液      D.高锰酸钾溶液

(3)步骤IV中， $\text{FeCO}_3$ 沉淀完全后，溶液中含有少量 $\text{Fe}^{2+}$ ，检验 $\text{Fe}^{2+}$ 的方法是 取少量溶液，加入硫氰化钾溶液，不显红色，然后滴加氯水，溶液变为红色。

(4)在空气中煅烧 $\text{FeCO}_3$ 生成产品氧化铁的化学方程式为  $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ 。

解析 (1)硫铁矿烧渣(主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等)酸浸后过滤,  $\text{SiO}_2$  为滤渣, 滤液中含有的金属阳离子是  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 。(2)步骤Ⅲ要把 pH 调高, 步骤Ⅳ还要加  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , 若使用氢氧化钠溶液, 产品中容易混入  $\text{Na}^+$ , 所以选 B。(4)空气中煅烧  $\text{FeCO}_3$ , 是  $\text{FeCO}_3$  和  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{CO}_2$ , 由原子守恒配平后, 反应的化学方程式为  $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ 。

15. 某酸性腐蚀液中含有大量 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ ，任意排放会造成环境污染及资源的浪费。以废腐蚀液为原料，回收铜并将铁的化合物全部转化为 $\text{FeCl}_3$ 溶液。测得某酸性废腐蚀液中含 $\text{CuCl}_2$  1.5 mol/L， $\text{FeCl}_2$  3 mol/L， $\text{FeCl}_3$  1 mol/L， $\text{HCl}$  1 mol/L。取该酸性废腐蚀液200 mL，按如下流程在实验室进行实验：



(1) 腐蚀液中加入过量Fe粉，发生反应的离子方程式为



(2)检验废腐蚀液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ 的实验操作是取少量废腐蚀液于试管中，滴加几滴KSCN溶液，溶液变红，则证明原溶液中含有 $\text{Fe}^{3+}$ 。

(3)滤渣的主要成分是Fe、Cu (填化学式)，由滤渣得到铜除杂所需试剂是盐酸。

(4) $\text{FeCl}_2$ 溶液中通入 $\text{Cl}_2$ ，发生反应的化学方程式为 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

(5)实验室用固体 $\text{KClO}_3$ 与浓HCl反应制 $\text{Cl}_2$ ，反应的化学方程式为： $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。若反应生成6.72 L(标准状况) $\text{Cl}_2$ ，转移的电子数为0.5 mol。

(6)按上述流程操作，加入Fe粉的质量应不少于28 g。

**解析** (1)印刷电路的废腐蚀液中的  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{H}^{+}$  与铁粉反应，离子方程式为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 、 $2\text{H}^{+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ；(2)检验溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  存在通常用  $\text{KSCN}$  溶液，取少量溶液与试管中，滴加  $\text{KSCN}$  溶液，发生反应  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，溶液变红，说明  $\text{Fe}^{3+}$  存在；(3)滤渣中含有过量的铁粉和反应  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$  生成的  $\text{Cu}$ ，若要除去其中的  $\text{Fe}$  选用盐酸，然后过滤；(4)氯气具有强氧化性，氯化亚铁溶液通入氯气得到三氯化铁溶液，其反应的化学方程式为： $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$ ；

(5) $n(\text{Cl}_2) = \frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ mol/L}} = 0.3 \text{ mol}$ ，由  $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$  中化合价的变化可知只有  $\text{Cl}$  元素化合价发生变化，其中  $\text{KClO}_3$  为氧化剂， $\text{HCl}$  为还原剂，当有 6 个  $\text{HCl}$  参加反应时，5 个  $\text{HCl}$  作还原剂，失去 5 个电子，则转移电子数为 5，因此可以得到关系式： $5\text{e}^{-} \sim 3\text{Cl}_2$ ，因此当产生 0.3 mol 氯气时转移的电子的物质的量为： $0.3 \text{ mol} \times \frac{5}{3} = 0.5 \text{ mol}$ ；

(6)废液中含有  $\text{Cu}^{2+}$  0.3 mol、 $\text{Fe}^{3+}$  0.2 mol、 $\text{H}^{+}$  0.2 mol，消耗的铁粉分别为：0.3 mol、0.1 mol、0.1 mol，则要将铜全部回收，需加入  $\text{Fe}$  粉的质量应不少于  $0.5 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 28 \text{ g}$ 。

**本节内容结束**

**Thanks!**

