第 3 章 物质的性质与转化

第一节　铁的多样性

第 1 课时　铁、亚铁盐和铁盐

板块导航

01/学习目标　明确内容要求，落实学习任务
02/思维导图　构建知识体系，加强学习记忆
03/知识导学　梳理教材内容，掌握基础知识
04/效果检测　课堂自我检测，发现知识盲点
05/问题探究　探究重点难点，突破学习任务
06/分层训练　课后训练巩固，提升能力素养

part. 01 学习目标

1.结合生活中的铁制品应用，了解单质铁的性质及用途，培养化学服务社会的责任意识。

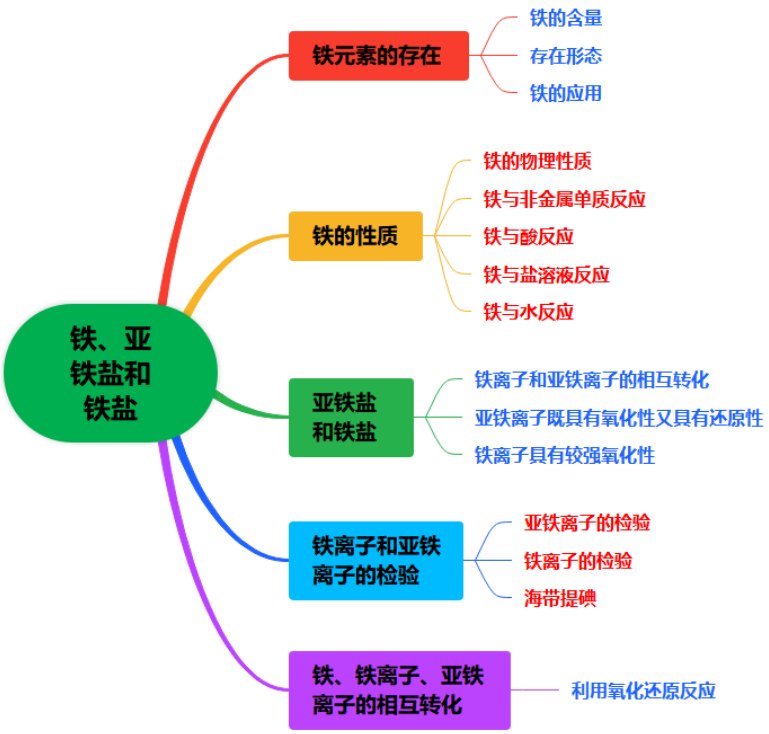
2.依据化合价理论，结合实验探究，掌握 Fe、Fe^{2+}、Fe^{3+}相互转化的途径，强化变化观念。

3.通过实验探究学会 Fe^{2+}、Fe^{3+}的检验方法，培养证据推理意识，提升实验探究能力与创新意识。

重点：Fe^{2+}、Fe^{3+}的检验方法。

难点：Fe、Fe^{2+}、Fe^{3+}相互转化。

part. 02 思维导图



part.03 知识导学

一、铁元素的存在

1.铁的含量

铁元素在地壳中的含量仅次于氧、硅和铝。

2.存在形态

(1)游离态：存在于陨铁中。

(2)化合态：主要以+2 价和+3 价的化合物存在。如黄铁矿(主要成分是 FeS_2)、赤铁矿(主要成分是 Fe_2O_3)、磁铁矿(主要成分是 Fe_3O_4)等。

(3)日常生活用品中也有许多含有铁元素的物质，例如补铁的保健品中含有亚铁盐，红色涂料中含有三氧化二铁，激光打印机的墨粉中含有四氧化三铁。

3.铁的应用

钢铁是人类生活和生产中非常重要的材料，广泛应用用于生活用具、生产工具、建筑、机械、电力、桥梁、国防等领域。

二、铁的性质

1.铁的物理性质

纯铁具有银白色金属光泽，质软，有良好的延展性，密度是 7.86g.cm^{-3},熔点为 1535℃，沸点为 2750℃，铁是电和热的良导体，铁可以被磁铁吸引。

2.铁与非金属单质反应

（1）铁与氧气反应：$3Fe+2O_2(纯)\xrightarrow{点燃}Fe_3O_4$

现象：剧烈燃烧，放出大量热，火星四射，产生黑色固体。

（2）铁与氯气反应: $2Fe+3Cl_2\xrightarrow{点燃}2FeCl_3$

现象：剧烈燃烧，放出大量热，产生棕黄色烟。

【特别提醒】Fe 与 Cl_2 反应不论用量多少都生成 $FeCl_3$，而 Fe 与盐酸反应生成 $FeCl_2$。

（3）铁与硫反应：$Fe+S\xrightarrow{\Delta}FeS$

【特别提醒】Fe 与硫反应不论用量多少都生成 FeS。

3．铁与酸反应

（1）铁与酸(非氧化性酸)反应：$Fe+2H^+=\!=Fe^{2+}+H_2\uparrow$

（2）铁与稀硝酸反应：

Fe 少量，$Fe+4HNO_3(稀)=\!=Fe(NO_3)_3+NO\uparrow+2H_2O$；如 Fe 过量，则生成 $Fe(NO_3)_2$。

（3）铁与浓硝酸、浓硫酸发生钝化

①铁的钝化是化学变化，而非物理变化。钝化条件——室温，如加热铁是可以反应的。

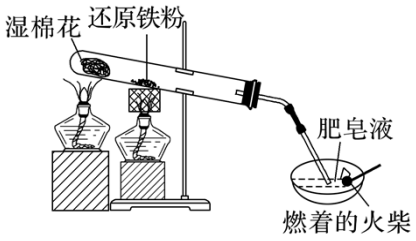
②Fe 常温下遇浓硫酸、浓硝酸表面生成致密氧化膜而钝化；加热时反应生成物与 Fe 用量多少有关。

4．铁与盐溶液反应

（1）与铜盐：$Fe+Cu^{2+}=Fe^{2+}+Cu$

（2）与铁盐：$Fe+2Fe^{3+}=3Fe^{2+}$

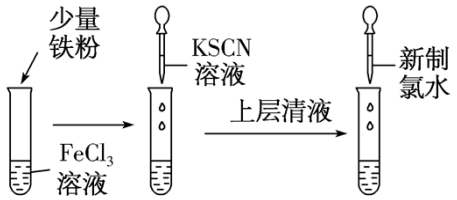
5．铁与水反应

实验装置	
操作及现象	用火柴点燃肥皂泡，听到爆鸣声，反应后试管内固体仍为黑色
实验结论	红热的铁能与水蒸气反应：$3Fe+4H_2O(g)\overset{高温}{=\!=\!=}Fe_3O_4+4H_2$

【特别提醒】Fe 与 H_2O 的反应：Fe 不与冷水、热水反应，在常温下 Fe 暴露在空气中产生铁锈($Fe_2O_3\cdot xH_2O$)；Fe 与水蒸气在高温时反应生成的是 Fe_3O_4 而不是 Fe_2O_3。

三、亚铁盐和铁盐

1.Fe^{3+}、Fe^{2+}的相互转化

实验操作		
实验现象	加少量铁粉振荡后，溶液变成浅绿色， 再加 KSCN 溶液，溶液颜色无变化	向上层清液中滴加新制氯水， 溶液变成红色
离子方程式	$2Fe^{3+}+Fe=\!=3Fe^{2+}$	$2Fe^{2+}+Cl_2=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$ $Fe^{3+}+3SCN^-=\!=Fe(SCN)_3$
实验结论	Fe^{3+}遇到较强的还原剂时，会被还原成 Fe^{2+}	Fe^{2+}在较强氧化剂的作用下会被氧化成 Fe^{3+}

2.Fe^{2+}既具有氧化性又具有还原性

①$Fe^{2+}\rightarrow Fe^{3+}$(与强氧化剂反应：如 O_2、Cl_2、Br_2、H_2O_2、HNO_3、$KMnO_4(H^+)$、浓 H_2SO_4、等)

$2Fe^{2+}+Cl_2=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$，

$2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$，

$5Fe^{2+}+MnO_4^-+8H^+=\!=5Fe^{3+}+Mn^{2+}+4H_2O$

$3Fe^{2+}+4H^++NO_3^-=\!=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$

②$Fe^{2+}\rightarrow Fe$(与还原剂反应：如 C、CO、Al、Zn 等)

$Zn+Fe^{2+}=\!=Zn^{2+}+Fe$　　$FeO+CO\overset{\triangle}{=\!=\!=}Fe+CO_2$。

3.Fe^{3+}具有较强氧化性，可被还原为 Fe^{2+}或 Fe

①$Fe^{3+}\rightarrow Fe^{2+}$(与还原剂反应：如 Fe、Cu、$I^-$、$S^{2-}$等)

$2Fe^{3+}+Cu=\!=\!=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，

$2Fe^{3+}+H_2S=\!=\!=2Fe^{2+}+S\downarrow+2H^+$。

$2Fe^{3+}+2I^-=\!=\!=I_2+2Fe^{2+}$

②$Fe^{3+}\rightarrow Fe$(与还原剂反应：如 C、CO、Al 等)

$Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$　　$Fe_2O_3+2Al \xlongequal{高温} 2Fe+Al_2O_3$。

【特别提醒】

1. 金属阳离子被还原不一定得到金属单质。如：$Fe^{3+}\rightarrow Fe^{2+}$。

2. 离子共存问题：

①Fe^{3+}与 I^-、S^{2-}、HS^-、SO_3^{2-}、HSO_3^-等因发生氧化还原反应而不能大量共存。

②Fe^{2+}与 $MnO_4^-(H^+)$、$NO_3^-(H^+)$、ClO^-等因发生氧化还原反应而不能大量共存。

3. 除杂问题(括号内为杂质)：

①$FeCl_3$ 溶液($FeCl_2$)：加足量氯水或 H_2O_2 或通入足量 Cl_2。

②$FeCl_2$ 溶液($FeCl_3$)：加足量铁粉，充分反应后过滤。

③$FeSO_4$ 溶液($CuSO_4$)：加足量铁粉，充分反应后过滤。

④Fe 粉(铝)、Fe_2O_3(Al_2O_3)：加足量 NaOH 溶液，充分反应后过滤。

4. Fe^{2+}盐溶液的配制与保存：加铁粉，防止 Fe^{2+}被氧化。

四、 Fe^{2+}和 Fe^{3+}的检验

1．Fe^{2+}的检验

方法 1	观察法：浅绿色
方法 2	样品溶液 $\xrightarrow{\text{滴加 KSCN 溶液}}$无现象 $\xrightarrow[\text{或双氧水}]{\text{滴加氯水}}$溶液变红色，证明含有 Fe^{2+}
方法 3	样品溶液 $\xrightarrow{\text{加入 NaOH 溶液}}$产生白色絮状沉淀，迅速变成灰绿色，最终变为红褐色，证明含有 Fe^{2+}
方法 4	样品溶液 $\xrightarrow{\text{加入 } K_3[Fe(CN)_6]\text{溶液}}$生成蓝色沉淀，证明含有 Fe^{2+}

2．Fe^{3+}的检验

方法 1	观察法：棕黄色
方法 2	样品溶液 $\xrightarrow{\text{滴加 KSCN 溶液}}$溶液变红色，证明含有 Fe^{3+}
方法 3	样品溶液 $\xrightarrow{\text{加入 NaOH 溶液}}$产生红褐色沉淀，证明含有 Fe^{3+}

【特别提醒】

1．检验 Fe^{2+}的注意事项

(1)只含 Fe^{2+}的溶液：检验 Fe^{2+}加入试剂的顺序

待测液 $\xrightarrow{KSCN\text{ 溶液}}$ 不变色 $\xrightarrow[\text{如氯水、}H_2O_2]{\text{氧化剂}}$ 红色(含 Fe^{2+}、不含 Fe^{3+})。

①加 KSCN 溶液前，防止加氧化性物质，使 Fe^{2+}被氧化。如 H_2O_2、$NO_3^-(H^+)$等。

②氧化剂不能选用酸性 $KMnO_4$ 溶液，原因：酸性 $KMnO_4$ 溶液本身显紫红色，对 $Fe(SCN)_3$ 红色有干扰；酸性 $KMnO_4$ 溶液能氧化 KSCN，溶液不变红色，不能证明不含 Fe^{2+}。

(2)同时含有 Fe^{2+}和 Fe^{3+}的溶液

Fe^{2+}对检验 Fe^{3+}无干扰，可以滴加 KSCN 溶液检验 Fe^{3+}；Fe^{3+}对检验 Fe^{2+}有干扰，不能采用加 KSCN 溶液检验 Fe^{2+}，通常向溶液中滴加适量酸性 $KMnO_4$ 溶液，溶液紫红色褪色说明含有 Fe^{2+}。

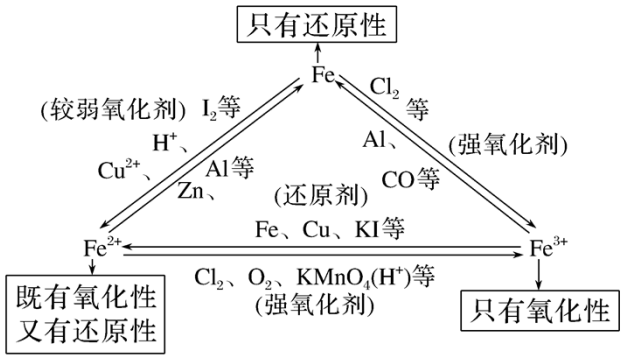
(3)检验铁的氧化物中是否有＋2 价铁时，正确的思路为

少量固体 $\xrightarrow[a]{\text{稀 }H_2SO_4\text{ 溶解}}$ 溶液 $\xrightarrow[b]{\text{酸性 }KMnO_4\text{ 溶液}}$ 紫色褪去。

①步骤 a 中不能选用盐酸，原因是酸性 $KMnO_4$ 溶液可以氧化盐酸。

②步骤 a 中，不能选用稀 HNO_3，原因是稀 HNO_3 可以将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}。

五、Fe、Fe^{2+} 、Fe^{3+}的相互转化



part. 04 效果检测

1．请判断下列说法的正误(正确的打“√”，错误的打“×”)

(1)$FeCl_2$ 不能通过化合反应制得(　　)

(2)同价态含铁物质间的转化一般可通过复分解反应实现(　　)

(3)不同价态的含铁物质间转化必须通过氧化还原反应实现(　　)

(4)向溶液中加入 NaOH 溶液，生成红褐色沉淀，则溶液中一定含有 Fe^{3+}，一定不存在 Fe^{2+}和 Mg^{2+}(　　)

(5)除去 $FeCl_3$ 溶液中少量的 $CuCl_2$ 杂质，可向溶液中加入过量铁粉，然后过滤(　　)

【答案】(1)×　(2)√　(3)√　(4)×　(5)×

2．下列关于 Fe^{2+}和 Fe^{3+}的叙述中，错误的是(　　)

A．Fe^{2+}的水溶液为浅绿色

B．Fe^{3+}的水溶液为黄色

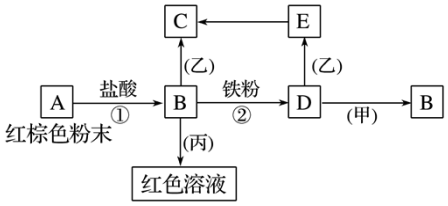
C．Fe^{3+}具有氧化性，Fe^{2+}具有还原性

D．Fe^{3+}溶液中滴入含 SCN^-的溶液，立即出现红色沉淀

【答案】D

【解析】常见水溶液有颜色的离子有 Fe^{2+}(浅绿色)、Fe^{3+}(黄色)、Cu^{2+}(蓝色)、MnO_4^-(紫色)，故 A、B 项正确；通常情况下，铁的化合价有 0 价、+2 价、+3 价，Fe^{2+}处于中间价态，既能得电子，又能失电子，所以既有氧化性，又有还原性，一般认为 Fe^{3+}处于最高价，因此具有氧化性，C 项正确；Fe^{3+}溶液中滴入含 SCN^-的溶液，生成红色可溶性物质，不是红色沉淀，D 项错误。

3.下列物质之间有如下反应关系：



已知 E 转化成 C 的现象是白色沉淀迅速变为灰绿色，最后变为红褐色。

回答：

(1)写出下列物质的化学式：

A_____，B_____，D_____，

甲_____，乙_____，丙_____。

(2)写出 E→C 反应的化学方程式：_____。

【答案】(1)Fe_2O_3　$FeCl_3$　$FeCl_2$　Cl_2(合理即可)　NaOH(或 KOH 等)　KSCN

(2)$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$

【解析】(1)E 转化成 C 的现象是白色沉淀迅速变为灰绿色，最后变为红褐色，则 E 为 $Fe(OH)_2$，C 为 $Fe(OH)_3$，A 为红棕色粉末，则 A 为 Fe_2O_3，B 为 $FeCl_3$，D 为 $FeCl_2$，乙为 NaOH 或 KOH 等，由 D→B 的转化可知，甲为氯气等氧化剂，由红色溶液可知，丙为 KSCN 溶液。

part.05 问题探究

►问题一　铁的性质

【典例 1】常温下，下列溶液可用铁质容器盛装的是

A．稀硝酸　　B．稀硫酸　　C．浓硝酸　　D．浓盐酸

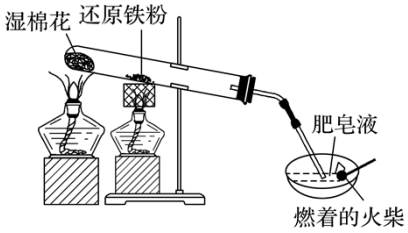
【答案】C

【解析】能用铁质容器盛装的物质不能溶解铁。

A 项，稀硝酸可将铁溶解为硝酸盐溶液，因此不能用铁质容器盛装，错误；B 项，铁可以被稀硫酸溶解，反应生成硫酸亚铁溶液和氢气，因此不能用铁质容器盛装，错误；C

项，浓硝酸能使铁钝化，化学反应只发生在铁表面，但不是将铁溶解，因此能用铁质容器盛装，正确；D项，浓盐酸可以将铁溶解为氯化亚铁溶液，因此不能用铁质容器盛装，错误。

【变式 1-1】某同学探究铁与水蒸气的反应，进行了如下实验：



下列说法中不正确的是

A．点燃酒精灯的顺序是先 a 后 b

B．湿棉花的作用是提供水蒸气

C．由肥皂液冒气泡证明铁与水蒸气发生了反应

D．不能用磁铁将铁粉从反应后的固体中分离出来

【答案】C

【解析】A 项，为了防止 Fe 被热空气氧化，应该先点燃 a 处的酒精灯，使水蒸气充满整个试管，然后再点燃 b 处酒精灯，使 Fe 与热的水蒸气发生反应，故点燃酒精灯的顺序是先 a 后 b，正确；B 项，湿棉花上含有大量的水分，当加热时会产生水蒸气与铁发生反应，故湿棉花的作用是提供水蒸气，正确；C 项，水蒸气进入肥皂液中也会产生气泡，因此不能根据肥皂液冒气泡来证明铁与水蒸气发生了反应，错误；D 项，Fe 与热的水蒸气在高温下反应产生 Fe_3O_4，Fe、Fe_3O_4 都会被磁铁吸引，故不能用磁铁将铁粉从反应后的固体中分离出来，正确。

【变式 1-2】下列物质中，在一定条件下与铁反应，且铁元素的化合价能变为＋3 价的是

A．氯化铁溶液　　B．硫酸铜溶液　　C．氯气　　D．稀盐酸

【答案】C

【解析】A 项，氯化铁溶液与铁反应生成氯化亚铁，铁元素变为＋2 价，不符合题意；B 项，铁与硫酸铜溶液反应生成硫酸亚铁和铜，铁元素变为＋2 价，不符合题意；C 项，氯气具有强氧化性，把变价金属氧化为最高价，铁与氯气加热反应生成氯化铁，铁元素变为＋3 价，符合题意；D 项，铁与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气，铁元素变为＋2 价，不符合题意。

▶问题二　铁离子和亚铁离子的性质

【典例 2】维生素 C 又称“抗坏血酸”，能帮助人体将食物中摄取的、不易吸收的 Fe^{3+}转化为易吸收的 Fe^{2+}，下列有关分析错误的是

A．维生素 C 具有还原性

B．Fe^{3+}转化为 Fe^{2+}发生了氧化反应

C．维生素 C 药片应隔绝空气保存

D．向 Fe^{3+}的溶液中加入 Cu，也能将 Fe^{3+}转化为 Fe^{2+}

【答案】B

【解析】A 项，维生素 C 能够将 Fe^{3+}转化为易吸收的 Fe^{2+}，Fe 元素化合价降低，得到电子被还原，说明维生素 C 具有还原性，正确；B 项，Fe^{3+}转化为 Fe^{2+}时，Fe 元素化合价降低，得到电子被还原，发生了还原反应，错误；C 项，维生素 C 药片具有强的还原性，容易被空气中的氧气氧化，因此应隔绝空气保存，正确；D 项，向 Fe^{3+}的溶液中加入 Cu，会发生反应：$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，因此 Cu 单质也能将 Fe^{3+}转化为 Fe^{2+}，正确。

【变式 2-1】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(　　)

选项	实验操作	实验现象	离子方程式	实验结论
A.	在氯化亚铁溶液中滴加新制氯水	浅绿色溶液变成棕黄色溶液	$2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$	Fe^{2+}具有还原性
B.	在氯化亚铁溶液中加入锌片	浅绿色溶液变成无色溶液	$Fe^{2+}+Zn=Fe+Zn^{2+}$	Fe^{2+}具有还原性
C.	在氯化铁溶液中加入铁粉	棕黄色溶液变成浅绿色溶液	$Fe^{3+}+Fe=2Fe^{2+}$	铁单质具有还原性
D.	在氯化铁溶液中加入铜粉	蓝色溶液变成棕黄色溶液	$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$	Fe^{3+}具有氧化性

【答案】A

【解析】氯气能够将 Fe^{2+}(浅绿色)氧化为 Fe^{3+}(棕黄色)，A 项正确；B 项得到的结论应该是 Fe^{2+}具有氧化性；C 项的离子方程式错误；D 项的实验现象应该是铜粉逐渐溶解，溶液由棕黄色变为蓝色。

【变式 2-2】下列离子方程式中，正确的是

A．铁与盐酸反应：$2Fe+6H^+=2Fe^{3+}+3H_2\uparrow$

B．氯气与氯化亚铁溶液反应：$2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$

C．氯化铁溶液与铁反应：$Fe^{3+}+Fe=2Fe^{2+}$

D．氯化铁溶液与氢氧化钠溶液反应：$Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$

【答案】D

【解析】A 项，铁与盐酸反应生成的是 Fe^{2+}，离子方程式为 $Fe+2H^+=Fe^{2+}+H_2\uparrow$，错误；B 项，是化学方程式不是离子方程式，离子方程式为 $2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$，错误；C 项，电荷没有配平，离子方程式为 $2Fe^{3+}+Fe=3Fe^{2+}$，错误；D 项，氯化铁与氢氧化钠反应生成氢氧化铁沉淀和氯化钠，反应的离子方程式为 $Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$，正确。

▶问题三　铁离子和亚铁离子的检验

【典例 3】下列离子的检验方法合理的是(　　)

A．向某溶液中滴入 KSCN 溶液呈红色，说明不含 Fe^{2+}

B．向某溶液中通入 Cl_2，然后再加入 KSCN 溶液变红色，说明原溶液中含有 Fe^{2+}

C．向某溶液中加入 NaOH 溶液，得红褐色沉淀，说明溶液中含有 Fe^{3+}

D．向某溶液中加入 NaOH 溶液得白色沉淀，又观察到颜色逐渐变为红褐色，说明该溶液中只含有 Fe^{2+}，不含有 Mg^{2+}

【答案】C

【解析】A 项，KSCN 溶液不能直接检验 Fe^{2+}的存在，Fe^{2+}是否存在不确定，检验方法不合理；B 项，Fe^{3+}干扰 Fe^{2+}的检验，若原溶液中含有 Fe^{3+}且不含 Fe^{2+}，也会产生相同现象，检验方法不合理；C 项，Fe^{3+}与 OH^-生成红褐色的 $Fe(OH)_3$ 沉淀，检验方法合理；D 项，$Mg(OH)_2$ 为白色沉淀，易被红褐色沉淀掩盖，无法确定原溶液中是否含有 Mg^{2+}，检验方法不合理。

【变式 3-1】选择合适试剂完成甲、乙两组实验。

甲组：检验含 Fe^{3+}的溶液中是否含有 Fe^{2+}；

乙组：检验含 Fe^{2+}的溶液中是否含有 Fe^{3+}。

下列试剂及加入试剂顺序能达到实验目的的是(　　)

试剂 / 选项	甲组	乙组
A	新制氯水、KSCN 溶液	NaOH 溶液
B	酸性 $KMnO_4$ 溶液	KSCN 溶液
C	KOH 溶液	溴水
D	溴水	酸性 $KMnO_4$ 溶液

【答案】B

【解析】甲组，在 Fe^{3+}存在的条件下检验 Fe^{2+}，要排除 Fe^{3+}的干扰。所选试剂具备下列条件：一是能与 Fe^{2+}发生有明显现象的反应；二是与 Fe^{3+}不反应。溴水符合条件，实验现象是溴水颜色变浅，酸性 $KMnO_4$ 溶液也符合条件：$5Fe^{2+}+MnO_4^-+8H^+=\!=\!=5Fe^{3+}+Mn^{2+}+4H_2O$，实验现象是溶液的紫色变浅。乙组，在 Fe^{2+}存在的条件下检验 Fe^{3+}，用 KSCN 溶液检验 Fe^{3+}即可，Fe^{2+}不会造成干扰。

【变式 3-2】要证明某溶液中不含 Fe^{3+}，而可能含有 Fe^{2+}，进行如下实验操作的最佳顺序为(　　)

①加入足量氯水　②加入足量 $KMnO_4(H^+)$溶液　③加入少量 KSCN 溶液

A．①③　　B．③②

C．③①　　D．①②③

【答案】C

【解析】先加入少量 KSCN 溶液，若无红色，证明无 Fe^{3+}，然后加氯水，若出现红色，说明有 Fe^{2+}存在。

►问题四　铁、铁离子和亚铁离子的转化

【典例 4】

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/426142130115011000