

# 金属及其化合物

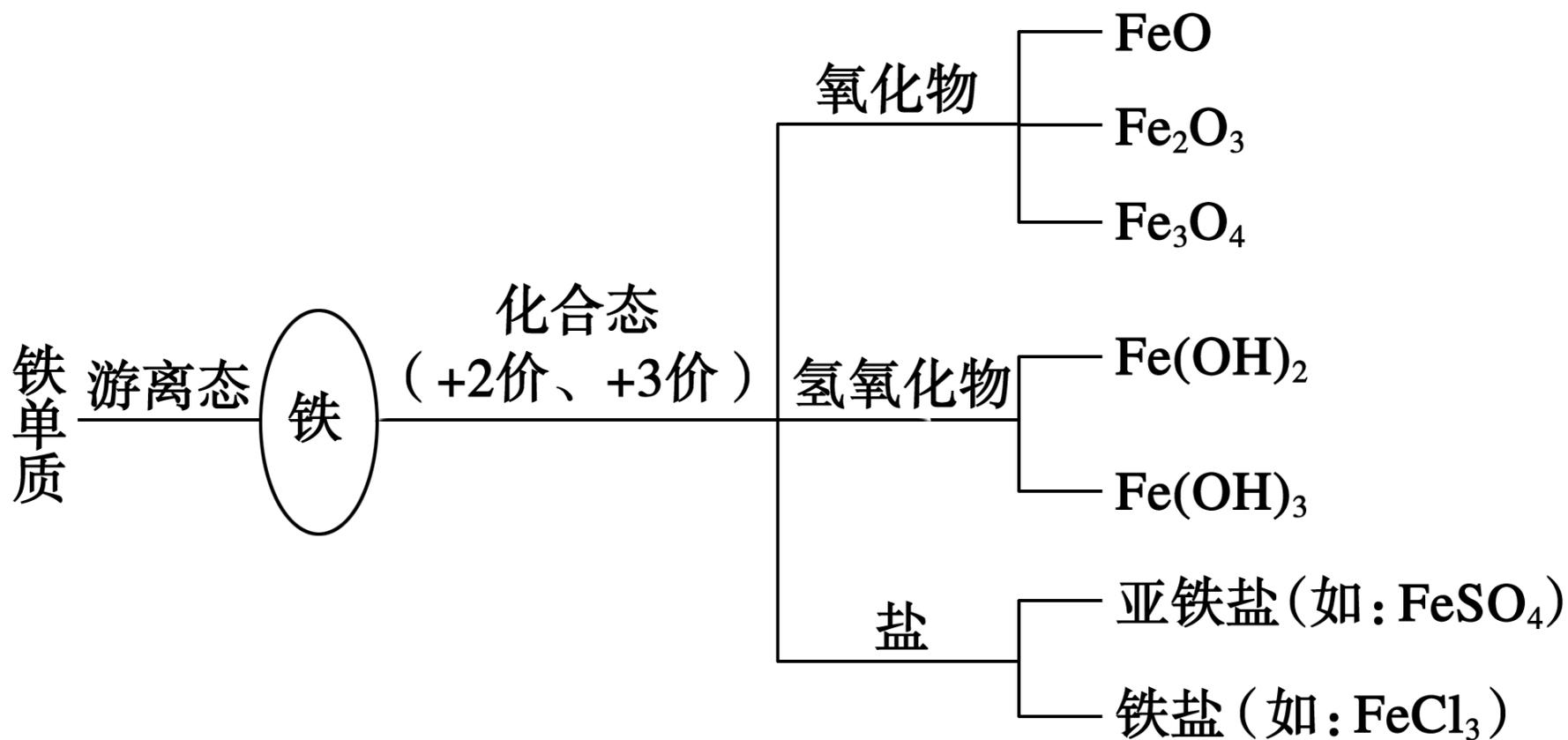
(二)

- 1.了解铁及其重要化合物的主要性质及其应用。
- 2.以 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的相互转化为例，理解变价金属元素的氧化还原反应。
- 3.能鉴别溶液中的 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 。
- 4.知道铜及其重要化合物的性质。
- 5.了解合金的概念及重要应用。
- 6.了解常见金属的活动顺序及金属冶炼的一般方法。
- 7.了解化学科学发展对自然资源开发利用的作用。



## 考点一 用物质分类思想认识铁及其重要化合物

### 1. 铁的存在



## 2. 铁的性质

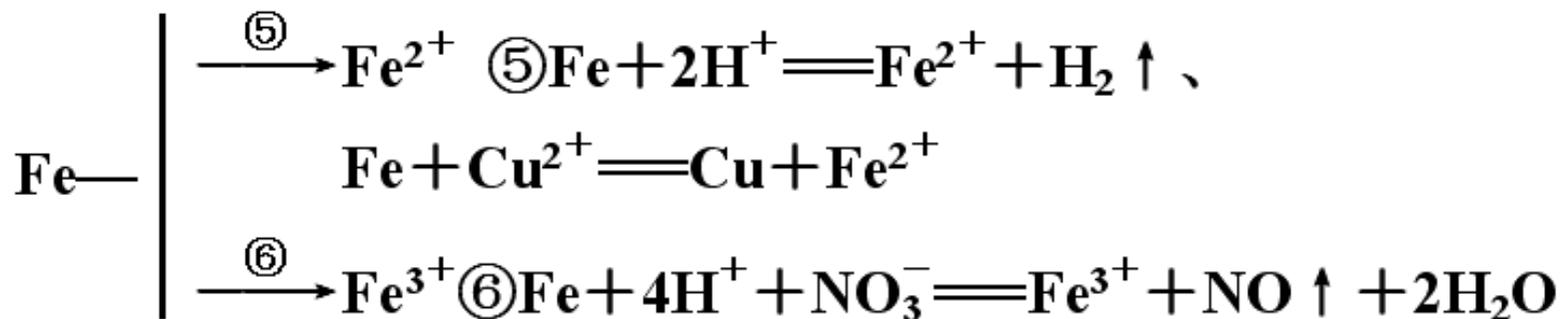
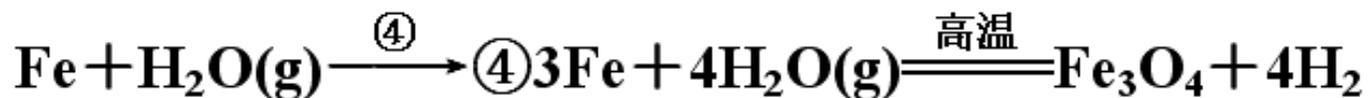
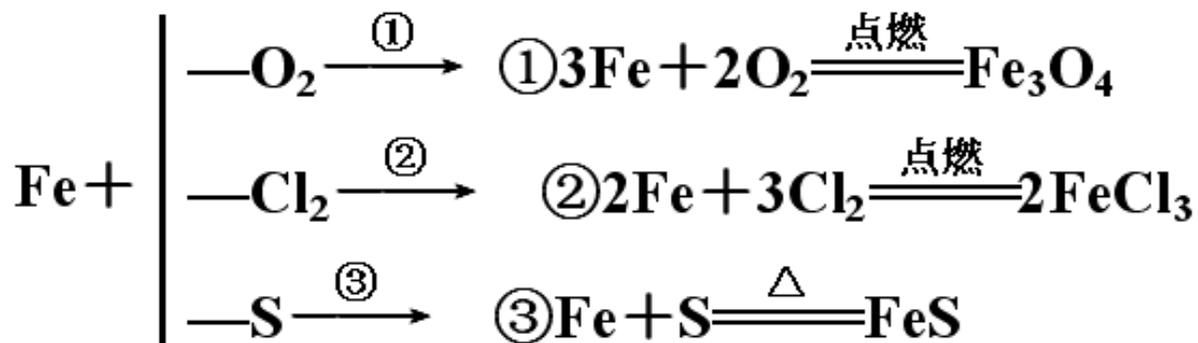
### (1) 物理性质

纯铁具有金属的共性，如具有银白色金属光泽和良好的延展性，是电和热的良导体，具有能被磁铁吸引的特性，纯铁有很强的抗腐蚀能力。



(2)化学性质：铁是较活泼的金属，发生化学反应时可生成+2、+3两种价态的化合物。

用化学方程式或离子方程式表示下列变化



### 3. 铁的氧化物和氢氧化物

#### (1) 铁的氧化物

化学式	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
俗名		铁红	磁性氧化铁
颜色状态	<u>黑色粉末</u>	<u>红棕色粉末</u>	<u>黑色晶体(有磁性)</u>
溶解性	难溶于水	难溶于水	难溶于水
铁的化合价	<u>+2</u>	<u>+3</u>	<u>+2, +3</u>
稳定性	不稳定	稳定	稳定
与 H <sup>+</sup> 反应的 离子方程式	$\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

## (2)铁的氢氧化物

	$\text{Fe(OH)}_2$	$\text{Fe(OH)}_3$
色态	白色固体	红褐色固体
与盐酸反应	$\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
受热分解		$2\text{Fe(OH)}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
制法	可溶性亚铁盐与碱溶液反应 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe(OH)}_2 \downarrow$	可溶性铁盐与碱溶液反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe(OH)}_3 \downarrow$
二者的关系	在空气中, $\text{Fe(OH)}_2$ 能够非常迅速地被氧气氧化成 $\text{Fe(OH)}_3$ , 现象是白色絮状沉淀迅速变成灰绿色, 最后变成红褐色, 反应方程式为 $4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe(OH)}_3$	

1. 铁有很强的抗腐蚀能力，为什么日常生活中的铁制品容易生锈？
2. 铁、铝遇浓硫酸或浓硝酸发生钝化，是物理变化还是化学变化？



3. 铁元素是典型的变价金属元素，它在

化合物中主要表现为+2价和+3价，请归纳总结：

(1)Fe单质通常与哪些氧化剂反应生成+2价？写出有关反应的化学方程式或离子方程式。

(2)Fe单质通常与哪些氧化剂反应生成+3价？写出有关反应的化学方程式。



4.  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_2$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 是否都可以通过  
化合反应制取？

## 题组一 铁与硝酸钾的反应

1. 在一定量的稀 $\text{HNO}_3$ 中慢慢加入铁粉，得到的 $\text{Fe}^{2+}$ 的物质的量(纵坐标)与所加铁粉的物质的量(横坐标)的关系如图所示。请将正确答案的序号填在相应的横线上。

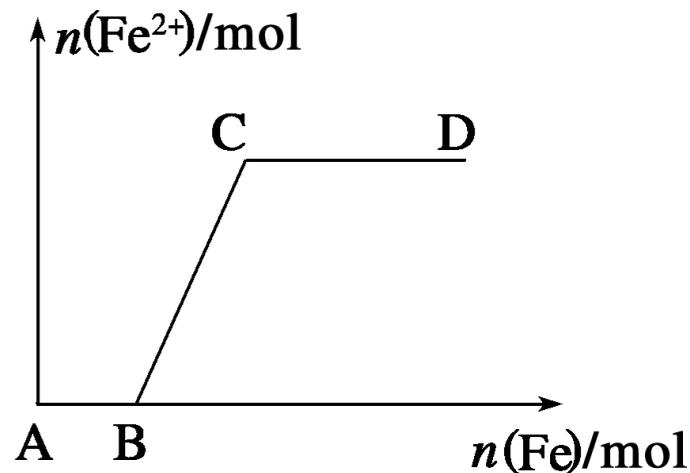
① $\text{Fe}^{3+}$     ② $\text{Fe}^{2+}$     ③ $\text{Fe}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$

④ $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$

(1)AB段铁元素以\_\_\_\_\_形式存在。

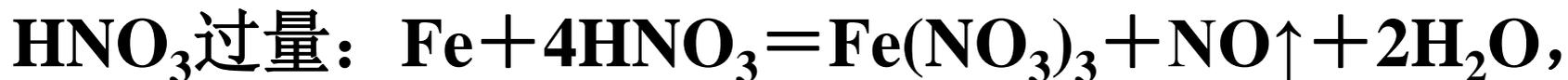
(2)BC段铁元素以\_\_\_\_\_形式存在。

(3)CD段铁元素以\_\_\_\_\_形式存在。

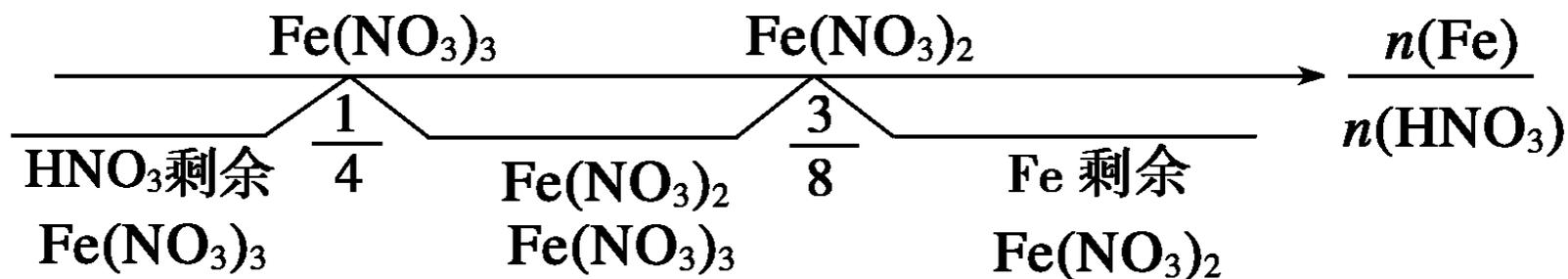




一是明确哪种物质过量，二是根据两种物质的量分析讨论判断，根据反应方程式：



Fe过量时： $\text{Fe} + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ，两者相加得总方程式： $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，可以用数轴表示：



即：①  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \leq \frac{1}{4}$ ，产物仅有  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ， $\text{HNO}_3$  可能有剩余；

②  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \geq \frac{3}{8}$ ，产物仅有  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Fe}$  可能有剩余；

③  $\frac{1}{4} < \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} < \frac{3}{8}$ ，产物为  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  和  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ， $\text{Fe}$  和  $\text{HNO}_3$  都反应完全。



### 1. $\text{Fe}^{2+}$ 的氧化性和还原性

$\text{Fe}^{2+}$ 处于铁的中间价态，既有氧化性，又有还原性。

在中学阶段接触 $\text{Fe}^{2+}$ 的氧化还原反应中其主要表现还原性，

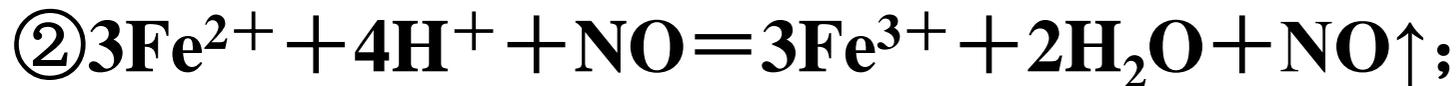
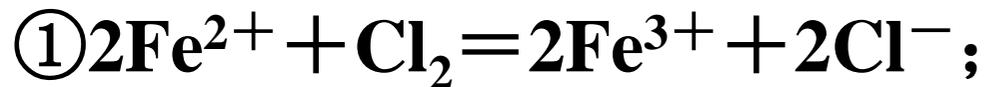
如： $\text{Fe}^{2+}$ 遇 $\text{Br}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 等均表现还原性。

## 2. $\text{Fe}^{3+}$ 的氧化性

$\text{Fe}^{3+}$ 处于铁的高价态，表现较强的氧化性，如：它能氧化Fe、Cu、HI、 $\text{H}_2\text{S}$ 等。

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

用离子方程式实现下列转化： $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow[\text{③Fe、④Cu}]{\text{①Cl}_2、\text{②NO}_3^-(\text{H}^+)}$   $\text{Fe}^{3+}$



## 题组一 根据试剂判断 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的转化

1. 下列试剂中，不能使 $\text{Fe}^{2+}$ 转化为 $\text{Fe}^{3+}$ 的是 ( )

①氯气      ②NaCl溶液      ③ $\text{KMnO}_4$ 溶液

④稀硝酸      ⑤盐酸      ⑥ $\text{NaNO}_3$ 溶液

A. ①②③

B. ①③④

C. ②④⑤

D. ②⑤⑥

## 题组二 实现转化时试剂的选择

### 2. 如何除去括号中的杂质

(1)  $\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+})$ : 加过量铁粉过滤;

(2)  $\text{FeCl}_3(\text{FeCl}_2)$ : 加氯水或 $\text{H}_2\text{O}_2$ ;

(3)  $\text{FeCl}_2(\text{CuCl}_2)$ : 加过量铁粉过滤;

(4)  $\text{Fe}(\text{Al})$ : 加过量强碱溶液过滤;

(5)  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2)$ : 加过量强碱溶液过滤。

### 题组三 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 的检验

3. 要证明某溶液中不含 $\text{Fe}^{3+}$ 而可能含有 $\text{Fe}^{2+}$ 进行如下实验操作时, 最佳顺序为( )

①加入足量氯水

②加入足量 $\text{KMnO}_4$ 溶液

③加入少量 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 溶液

A. ①③

B. ③②

C. ③①

D. ①②③

## 检验 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 的常用方法

### 1. 溶液颜色

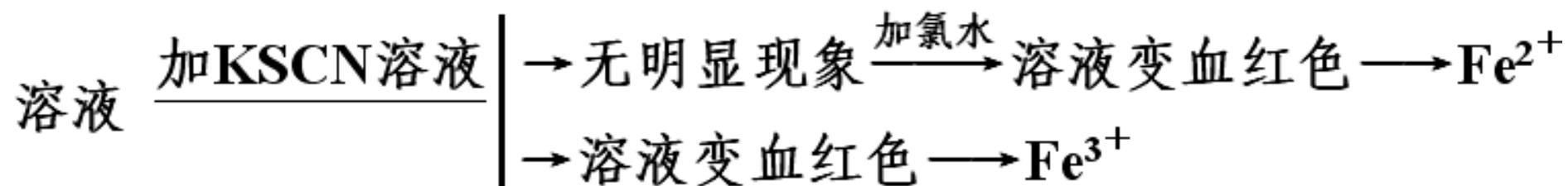
含有 $\text{Fe}^{2+}$ 的溶液显浅绿色

含有 $\text{Fe}^{3+}$ 的溶液显黄色

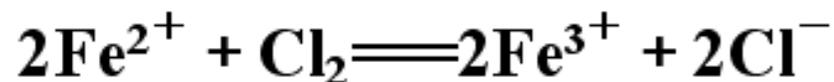


## 2. 用 KSCN 溶液和氯水

(1)流程:

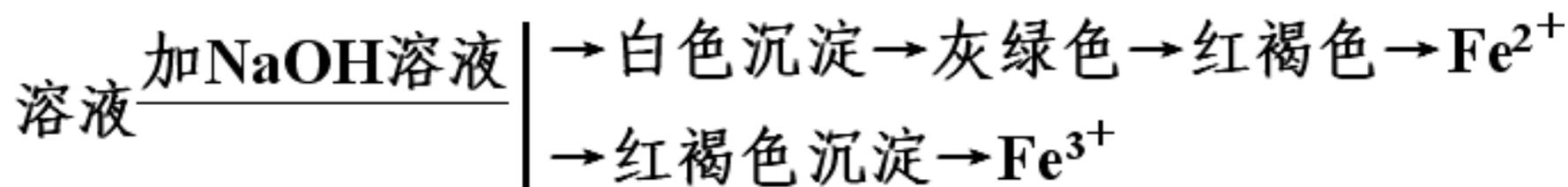


(2)有关反应:  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (血红色)

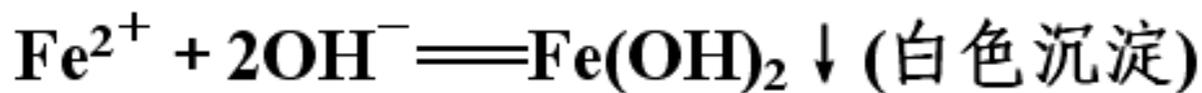


### 3. 用 NaOH 溶液

(1)流程:



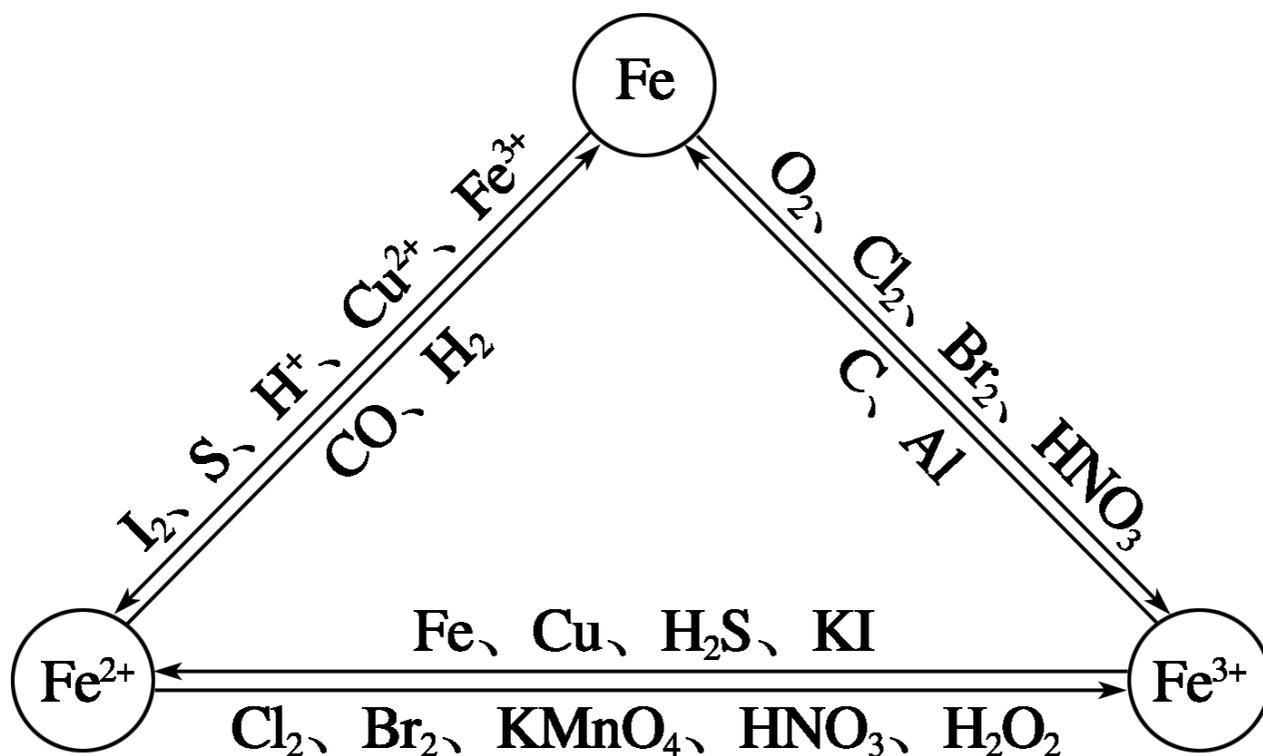
(2)有关反应:  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$  (红褐色沉淀)





# 考点三 铁及其化合物的综合应用

“铁三角”的转化关系及应用举例



## 归纳总结 (1)判断离子共存

① $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 均水解，与 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 等因水解相互促进，在溶液中不能大量共存。

② $\text{Fe}^{3+}$ 与 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ ， $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{MnO}_4^-(\text{H}^+)$ 在溶液中因发生氧化还原反应不能大量共存。

## (2)盐溶液的配制与保存

① $\text{Fe}^{2+}$ 的盐溶液：加少量铁粉，防止 $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化；加少量相应的酸，防止 $\text{Fe}^{2+}$ 水解。

② $\text{Fe}^{3+}$ 的盐溶液：加少量相应的酸防止 $\text{Fe}^{3+}$ 水解。

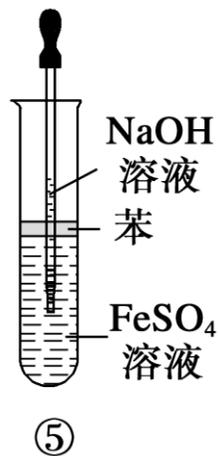
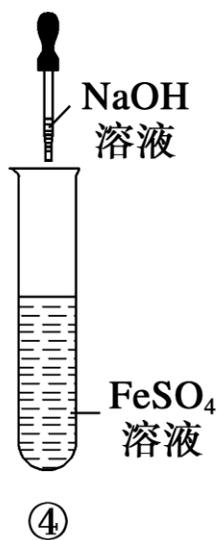
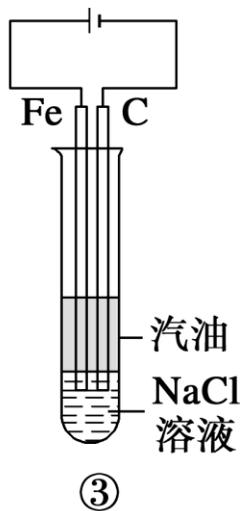
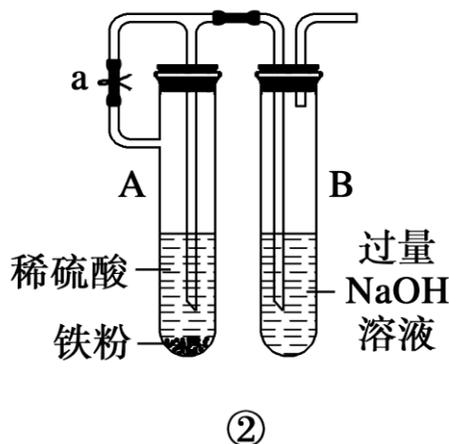
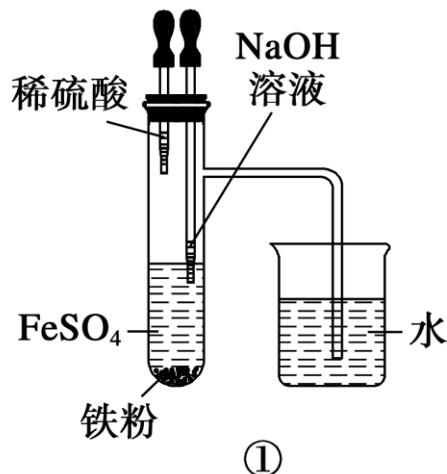
根据铁及其化合物的重要性质思考如下几个问题：

(1)请设计由 $\text{FeSO}_4$ 制取 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的最佳方案。

(2)加热蒸干 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 溶液并灼烧，最终得到的固体是\_\_\_\_\_。

## 题组一 实验探究—— $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的制备

1. 下列各图示中能较长时间看到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀的是\_\_\_\_\_ (填序号)。



## 成功制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的关键

由于 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 具有很强的还原性，易被氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，在实验室中制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，并使 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 长时间保持白色沉淀状态，成为物质制备实验探究的热点。

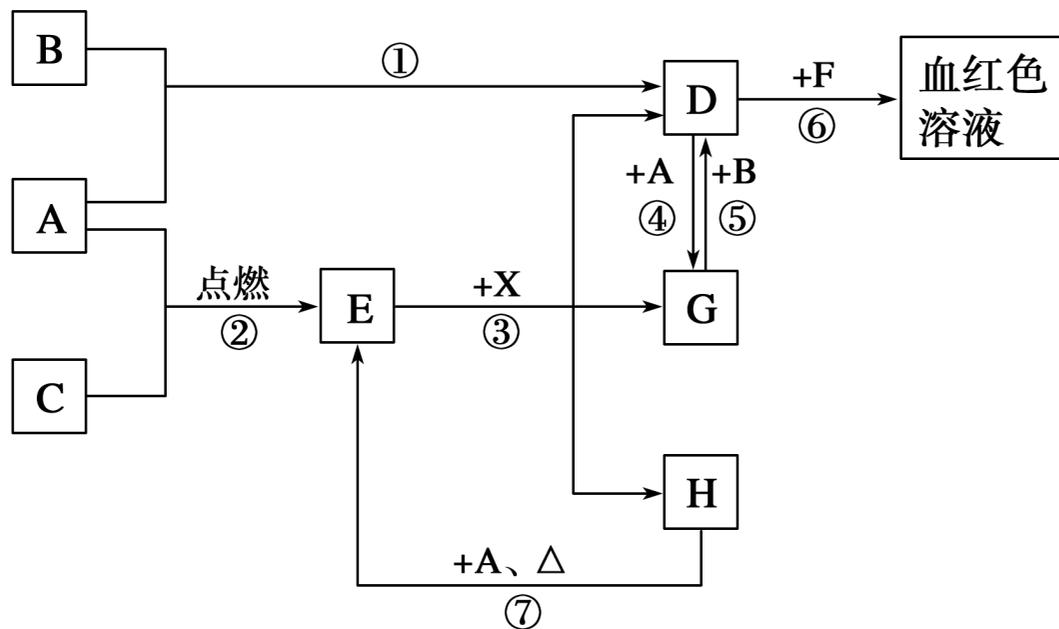
制备原理： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

成功关键：①溶液中不含 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{O}_2$ 等氧化性物质。

②制备过程中，保证生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在密闭的隔绝空气的体系中。

## 题组二 含铁化合物的框图推断

2. A、B、C为中学常见单质，其中一种为金属，通常情况下，A为固体，B为黄绿色气体，C为无色气体。D、E、F、G、H、X均为化合物，其中X常温下是无色气体，其水溶液是一种强酸，E为黑色固体，H在常温下为液体。它们之间的转化关系如下图所示(其中某些反应条件和部分反应物已略去)。



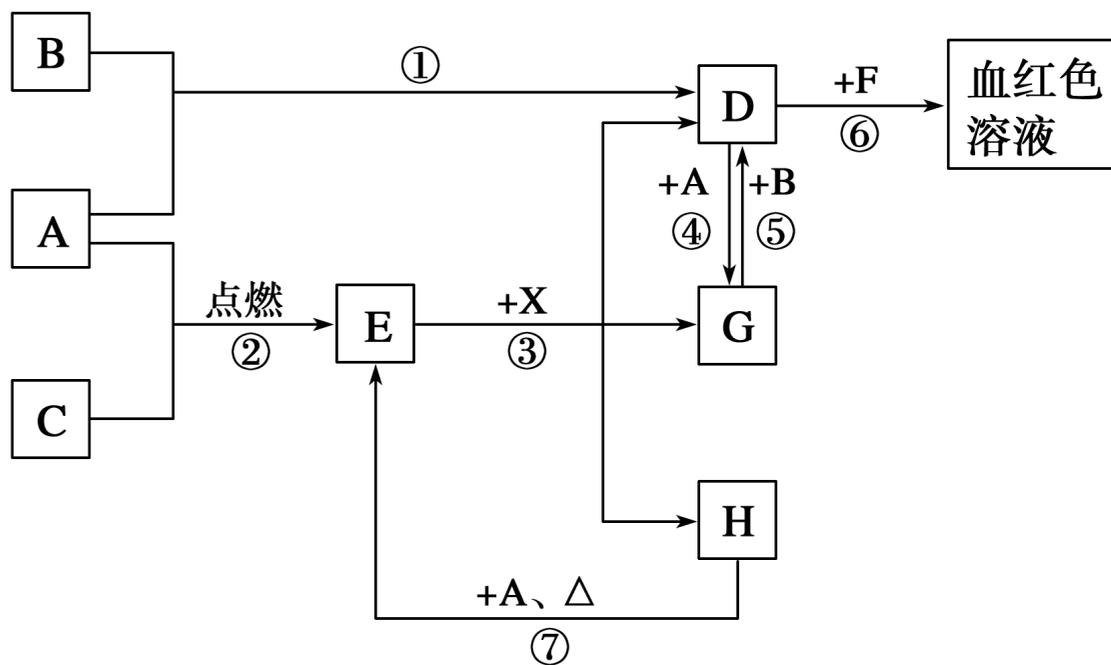
请回答下列问题：

(1) 写出下列物质的化学式：A\_\_\_\_\_、D\_\_\_\_\_、E\_\_\_\_\_、X\_\_\_\_\_。

(2) 在反应①~⑦中，不属于氧化还原反应的是\_\_\_\_\_ (填编号)。

(3) 反应④的离子方程式是

\_\_\_\_\_；  
\_\_\_\_\_；



(4)反应⑦的化学方程式是

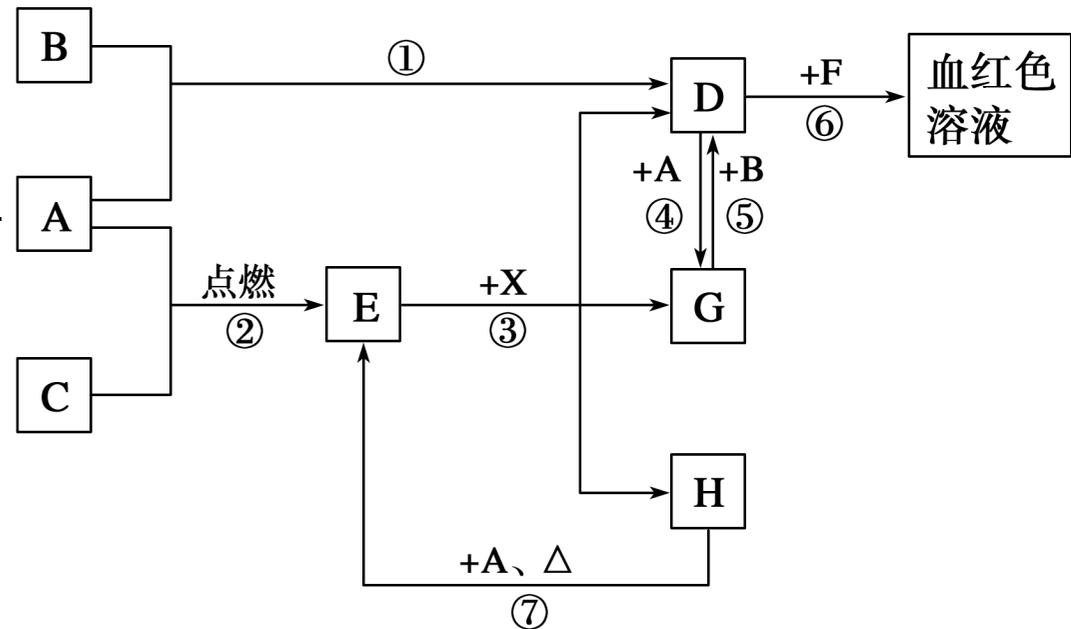
\_\_\_\_\_;

该反应中每消耗0.3 mol的A，可转移电子\_\_\_\_\_mol。

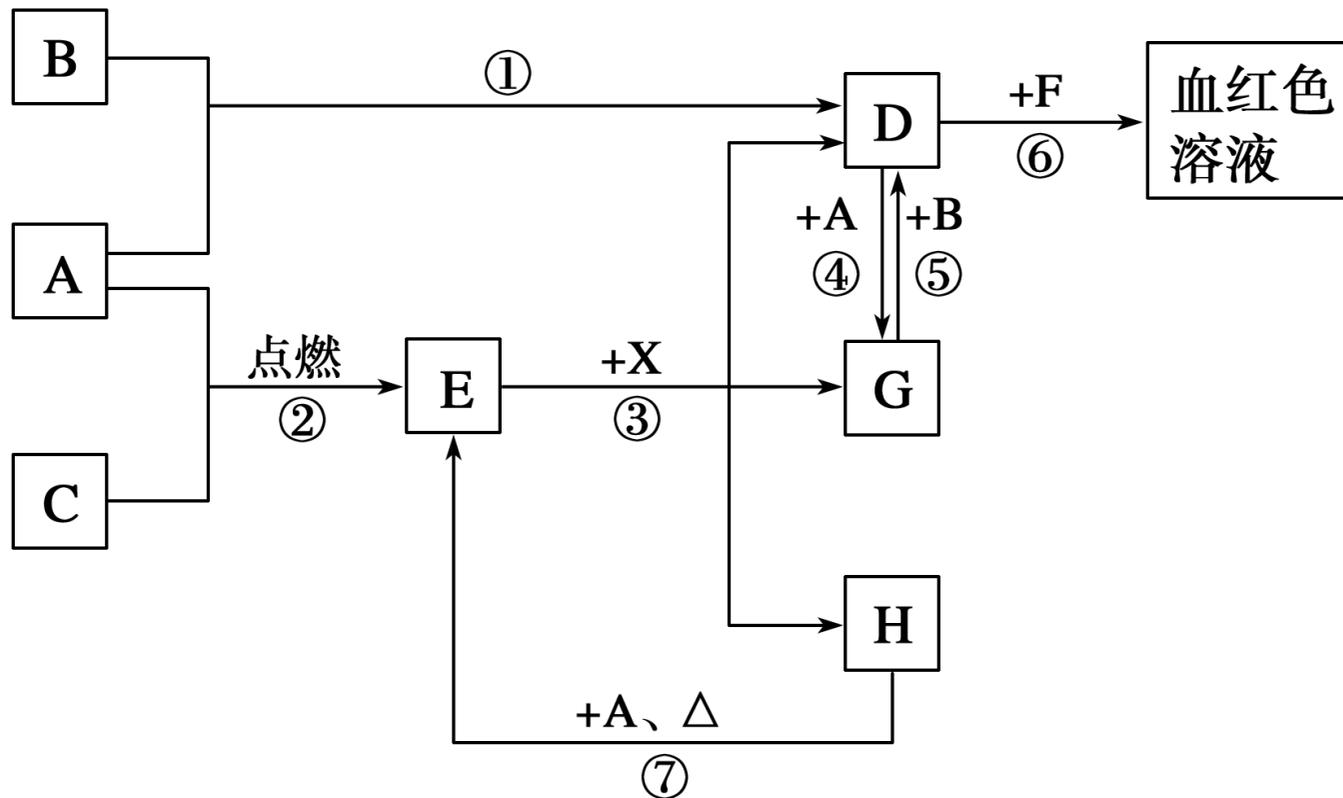
(5)写出D的溶液与小苏打溶液反应的离子方程式是

\_\_\_\_\_。

(6)除去D溶液中混有的少量G的方法是\_\_\_\_\_。



(7)在D溶液中制备无水D固体的方法是



1. 判断正误，正确的划“√”，错误的划“×”

(1)  $\text{Fe}^{3+}$ 有氧化性，所以 $\text{FeCl}_3$ 溶液可用于回收废旧电路板中的铜 ( ) (广东理综，12D)

(2) 在“硫酸亚铁铵的制备”实验中，为了得到硫酸亚铁铵晶体，应小火加热蒸发皿，直到有大量晶体析出时停止加热 ( ) (浙江理综，8C)

(3) 过量的Fe粉中加入稀 $\text{HNO}_3$ ，充分反应后，滴入KSCN溶液，溶液呈血红色，说明稀 $\text{HNO}_3$ 将Fe氧化为 $\text{Fe}^{3+}$  ( ) (安徽理综，10A)

(4) Fe在足量 $\text{Cl}_2$ 中燃烧生成 $\text{FeCl}_2$ 和 $\text{FeCl}_3$  ( ) (天津理综，2D) 0



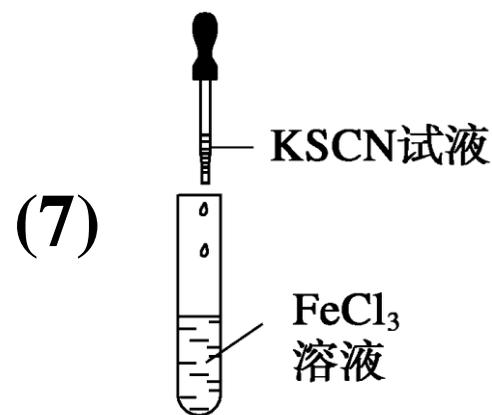
(5) Fe分别与氯气和稀盐酸反应所得氯化物相同

( ) (重庆理综, 7A)

(6) Fe与S混合加热生成FeS<sub>2</sub>

( )

(重庆理综, 7A)



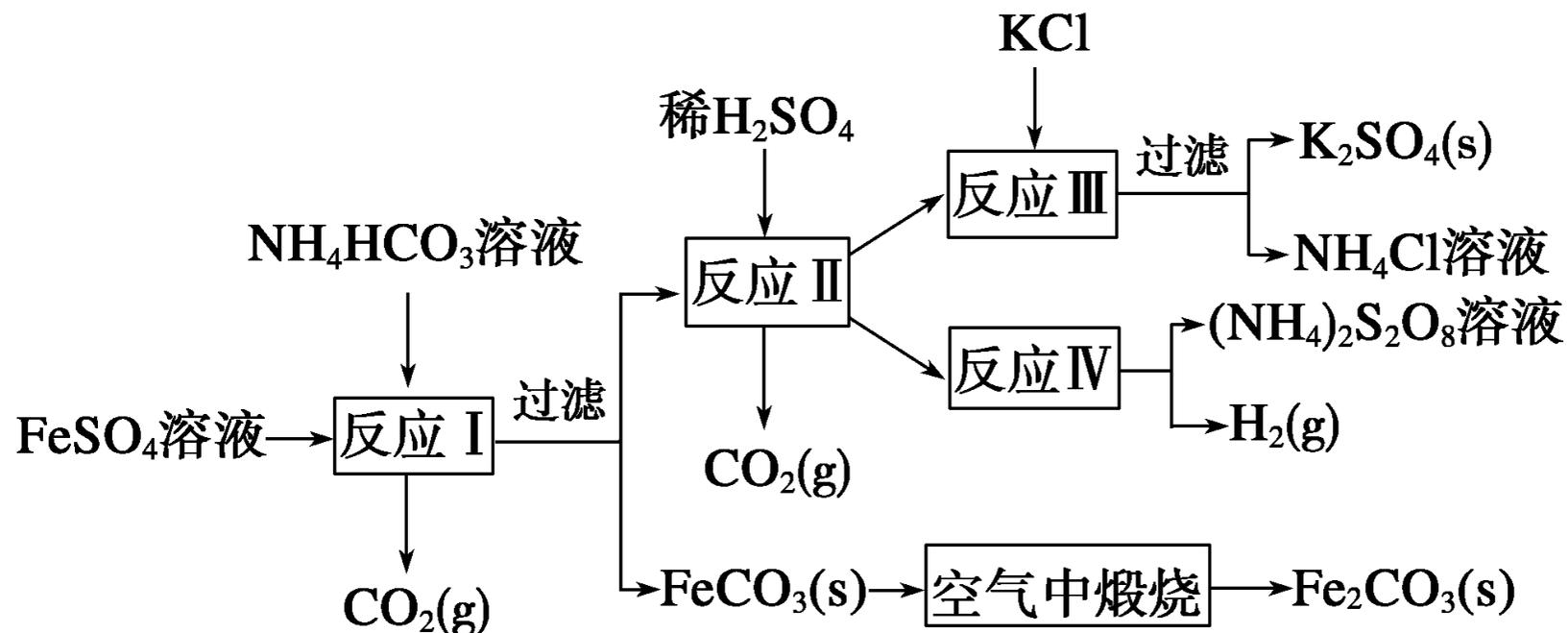
实验III: 试管中溶液颜色变为红色 ( )

(广东理综, 22C)

(8)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{HCl(aq)}} \text{FeCl}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\Delta} \text{无水 FeCl}_3$  ( )

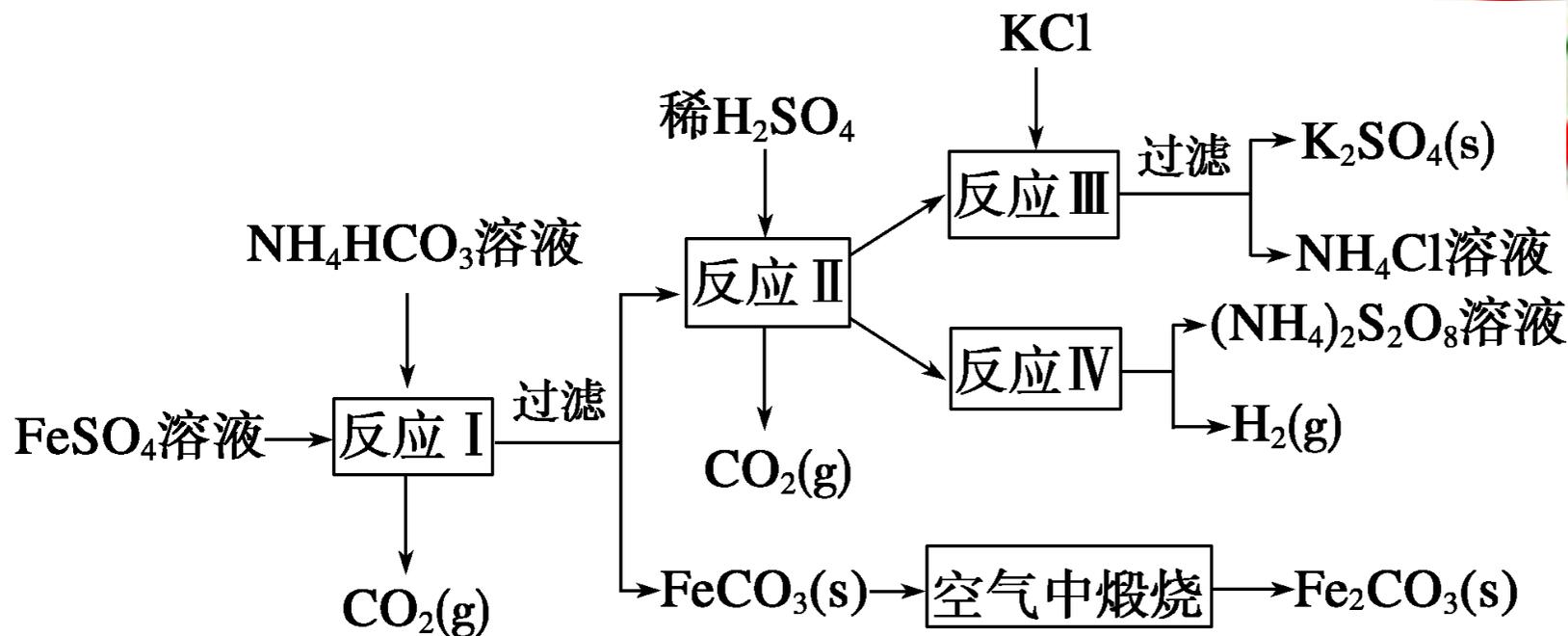
(江苏, 7④)

2. (江苏, 16)以氯化钾和钛白厂的副产品硫酸亚铁为原料生产硫酸钾、过二硫酸铵和氧化铁红颜料, 原料的综合利用率较高。其主要流程如下:



(1) 反应 I 前需在  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入 \_\_\_\_\_ (填字母), 以除去溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ 。

- A. 锌粉      B. 铁屑      C. KI 溶液      D.  $\text{H}_2$



(2) 反应 I 需控制反应温度低于  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其目的是

\_\_\_\_\_。

(3) 工业生产上常在反应 III 的过程中加入一定量的醇类溶剂，其目的是\_\_\_\_\_。

(4) 反应 IV 常被用于电解生产  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (过二硫酸铵)。电解时均用惰性电极，阳极发生的电极反应可表示为

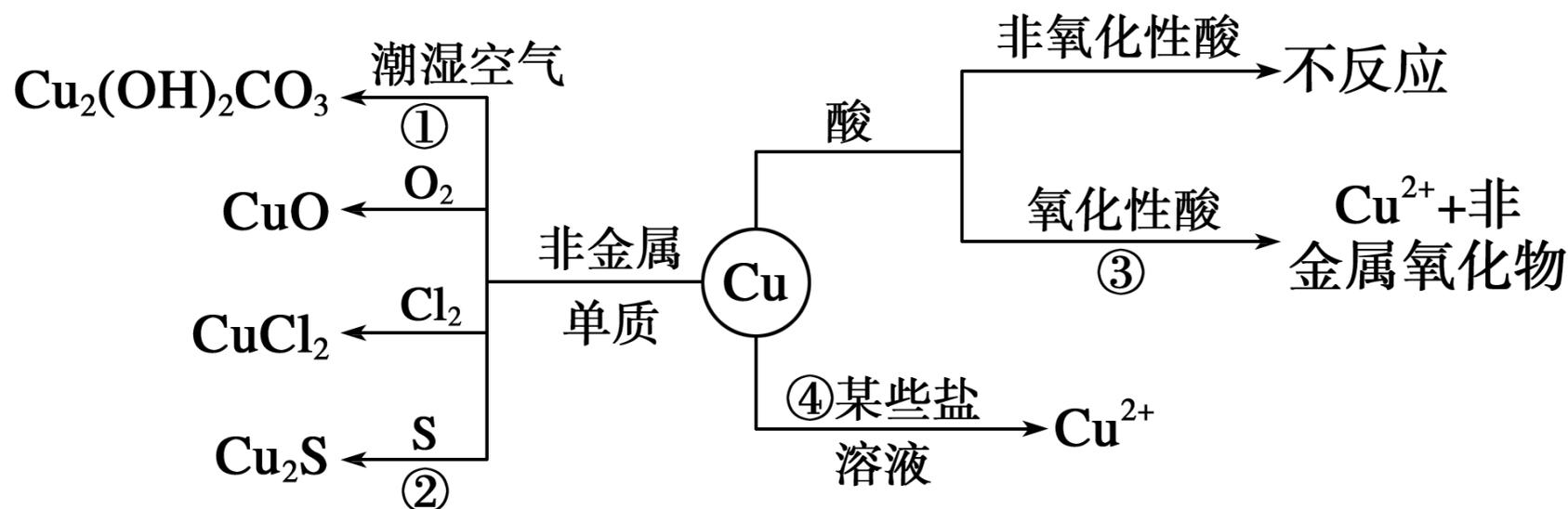
\_\_\_\_\_。

## 考点四 铜及其化合物

### 1. 单质铜

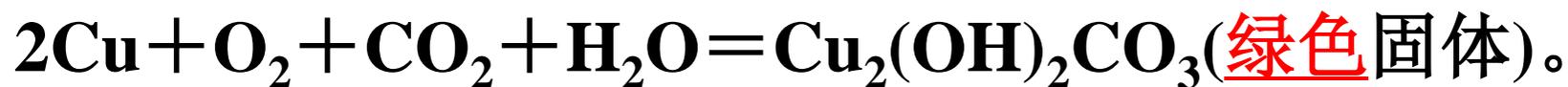
(1)物理性质：紫红色固体，具有良好的延展性、导热性和导电性。

## (2) 化学性质

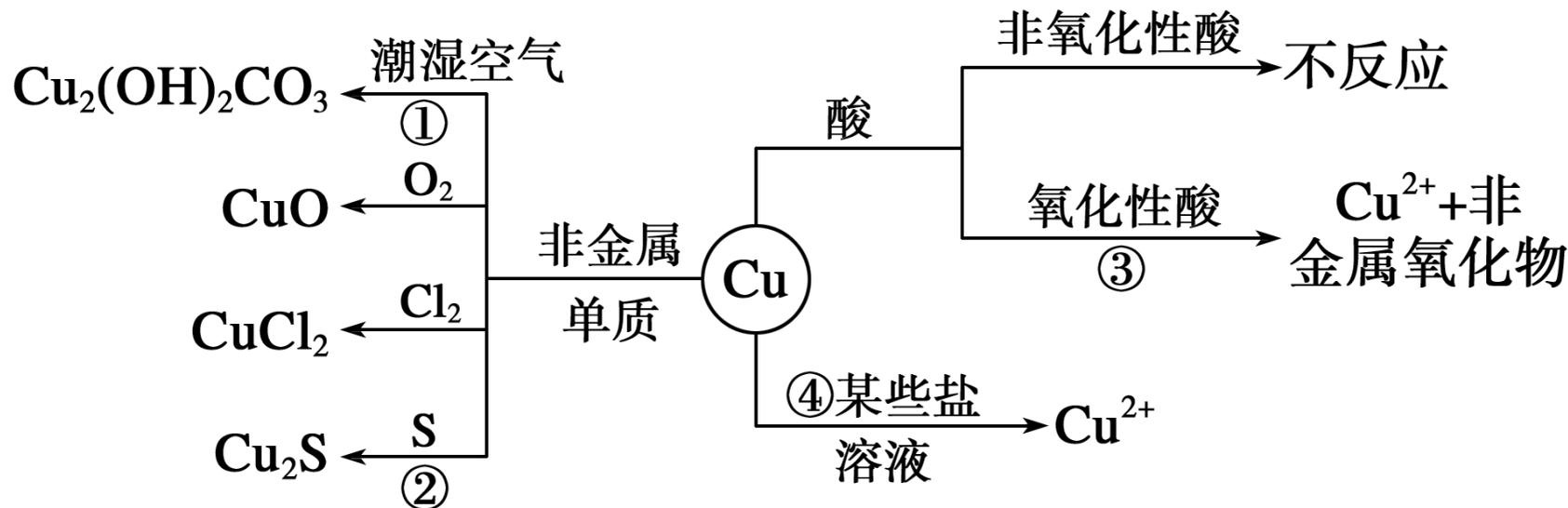


写出图中有关反应的化学方程式或离子方程式：

①化学方程式：



②化学方程式： $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}。$

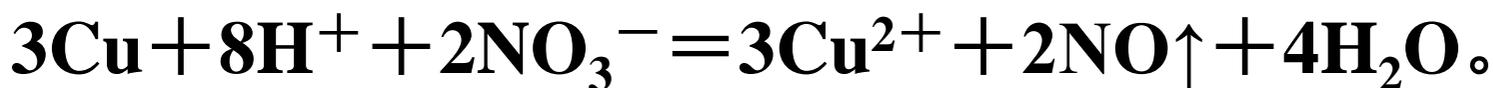


### ③与氧化性酸

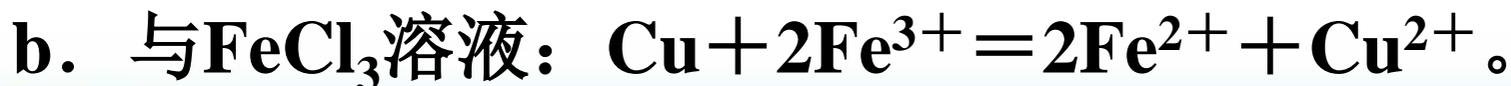
a. 与浓硫酸共热:



b. 与稀硝酸反应的离子方程式:



### ④与盐溶液反应(写离子方程式)



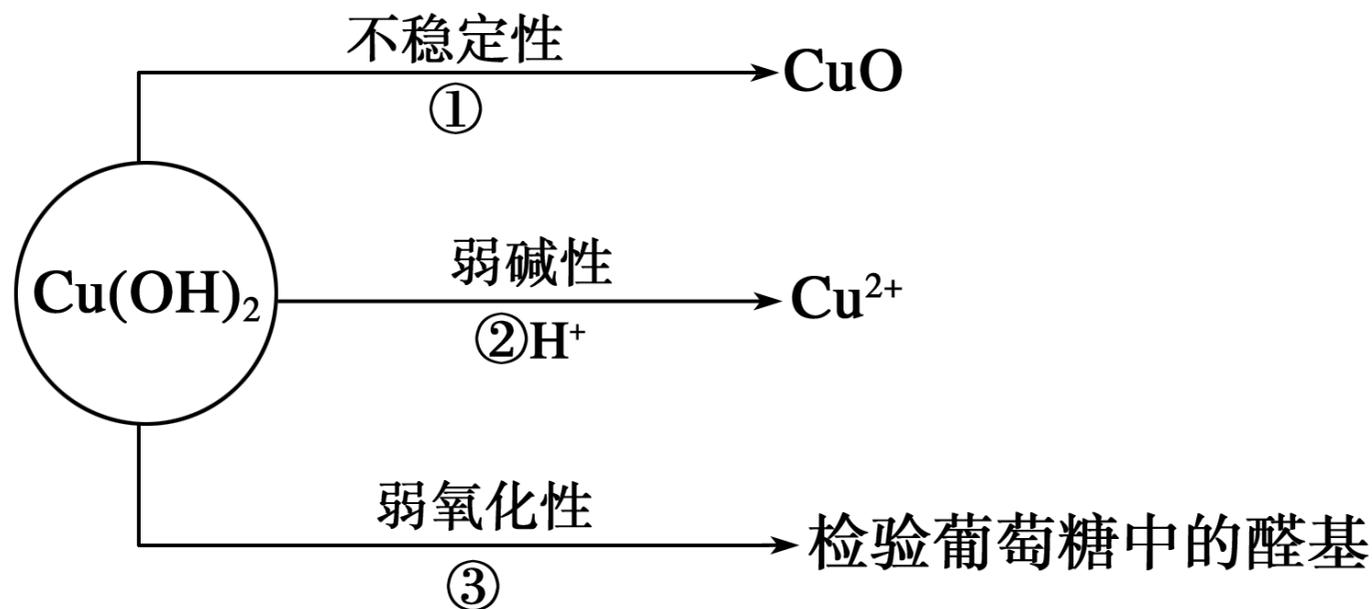
## 2. 氧化铜和氧化亚铜

名称	氧化铜	氧化亚铜
颜色	黑色	砖红色
与酸反应( $H^+$ )	$\underline{CuO + 2H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + H_2O}$	$\underline{Cu_2O + 2H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + Cu + H_2O}$
与 $H_2$ 反应	$\underline{CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O}$	$\underline{Cu_2O + H_2 \xrightarrow{\Delta} 2Cu + H_2O}$
转化关系	$\underline{4CuO \xrightarrow{高温} 2Cu_2O + O_2 \uparrow}$	

### 3、氢氧化铜

(1)物理性质：蓝色不溶于水的固体。

(2)化学性质及应用



#### 4. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为蓝色晶体，俗称蓝矾、胆矾。无水

$\text{CuSO}_4$ 为白色粉末，遇水变蓝色(生成 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )，

可作为水的检验依据。

波尔多液是一种农业上应用广泛的杀菌剂，它是由硫酸铜、生石灰和水按一定比例配成的天蓝色胶状悬浊液，思考下列问题：

- (1)波尔多液能否用铁桶盛放？为什么？
- (2)波尔多液能杀菌的可能原因是什么？

## 考点六 金属矿物的开发和利用



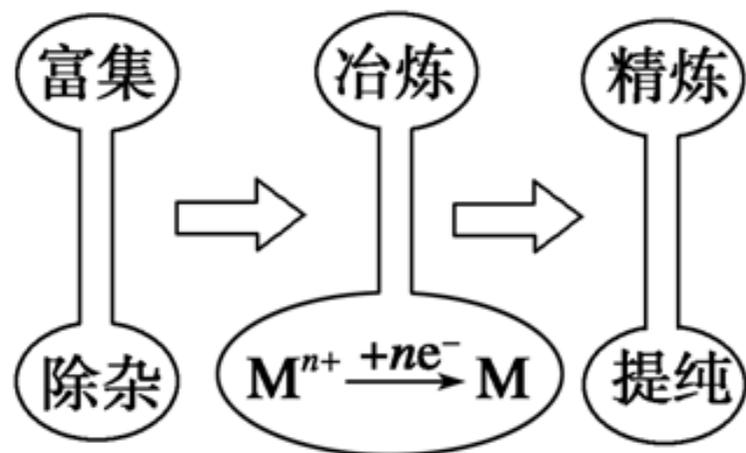
### 1. 金属在自然界中存在的形态

除了金、铂等极少数金属外，绝大多数金属以化合物的形式存在于自然界中。在这些金属化合物中，金属元素都显正化合价。

### 2. 金属冶炼的实质

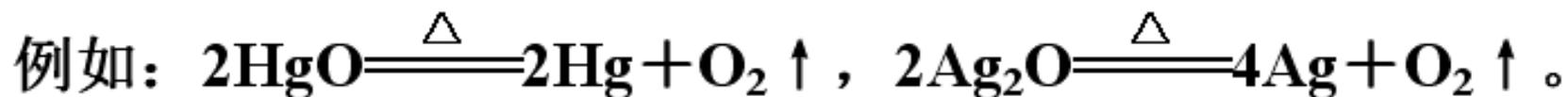
使金属化合物中的金属离子得电子被还原为金属单质的过程： $Mn^{+} + ne^{-} = M$ 。

### 3. 金属冶炼的一般步骤



## 4. 金属冶炼方法

### (1) 热分解法



用热分解冶炼法冶炼金属的特点：金属元素的金属性弱，金属元素的原子不易失去电子，其金属离子容易得到电子，该金属元素所形成的化合物稳定性较差。

## (2)热还原法冶炼金属

①焦炭还原法。例如：C 还原 ZnO、CuO，其化学方程式依次为



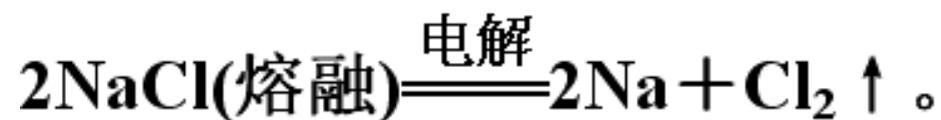
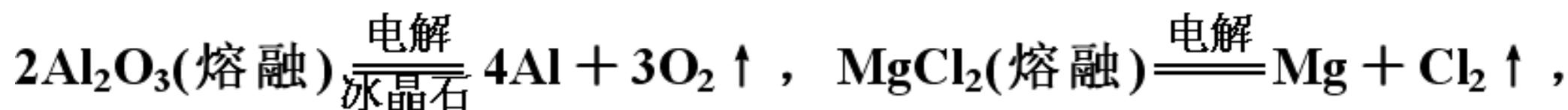
②一氧化碳还原法。例如：CO 还原  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、CuO，其化学方程式依次为  $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ， $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ 。

③氢气还原法。例如： $\text{H}_2$  还原  $\text{WO}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，其化学方程式依次为  $3\text{H}_2 + \text{WO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$ ， $4\text{H}_2 + \text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

④活泼金属还原法。例如：Al 还原  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ ，其化学方程式依次为  $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$ ， $10\text{Al} + 3\text{V}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{V} + 5\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

### (3) 电解法冶炼金属

例如： $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$  的电解反应，其化学方程式依次为



1. 能否用电解 $\text{AlCl}_3$ 和 $\text{MgO}$ 的方法冶炼Al、Mg?

## 题组一 金属冶炼原理的考查

1. 下列有关金属的工业制法中正确的是 ( )
- A. 制钛：用金属钠置换氯化钛( $\text{TiCl}_4$ )溶液中的钛
  - B. 炼铁：用焦炭和空气反应产生的CO在高温下还原铁矿石中铁的氧化物
  - C. 制钠：用海水为原料制得精盐，再电解纯净的NaCl溶液
  - D. 炼铜：用黄铜矿经电解精炼得到纯度为99.9%的铜

1. 判断正误,正确的划“√”,错误的划“×”

(1)将NaOH溶液缓慢滴入MgSO<sub>4</sub>溶液中,

观察Mg(OH)<sub>2</sub>沉淀的生成 ( )

(广东理综, 10B)

(2)工业上电解熔融状态的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>制备Al涉及氧化还原反应( )

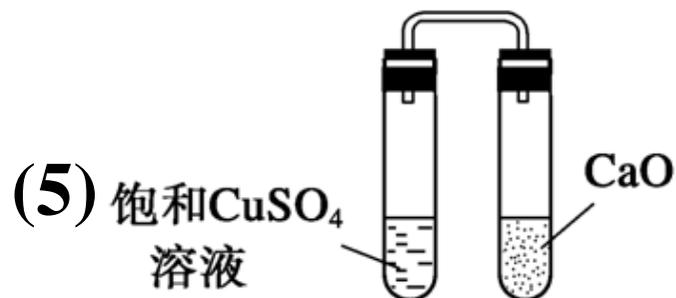
(广东理综, 10B)

(3)  $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{石灰乳}} \text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{MgO} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$  ( )

(江苏, 7⑤改编)

(4)相同条件下，溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 的氧化性依次减弱 ( )

(江苏, 8D)



实验IV：放置一段时间后，饱和

$\text{CuSO}_4$ 溶液中出现蓝色晶体 ( ) (广东理综, 22D)

(6)四川灾区重建使用了大量钢材，钢材是合金 ( )

(广东, 5②)

(7)合金材料中可能含有非金属元素 ( )

(山东理综, 9A)

(8)金属材料都是导体，非金属材料都是绝缘体 ( )

(山东理综, 9A)

2. (山东理综, 12)Al、Fe、Cu都是重要的金属元素, 下列说法正确的是( )

- A. 三者对应的氧化物均为碱性氧化物
- B. 三者的单质放置在空气中均只生成氧化物
- C. 制备 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 均不能采用将溶液直接蒸干的方法
- D. 电解 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 的混合溶液时阴极上依次析出Cu、Fe、Al



黄冈学习网  
[www.hgxxw.net](http://www.hgxxw.net)