

第3单元 元素化合物的性质及应用

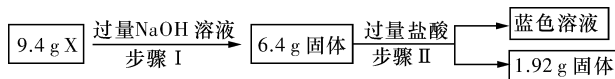
考点限时训练(十) 金属元素及其化合物

A组

1. 将过量 H_2O_2 溶液加入含 $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 的氨水中, 加热后冷却, 生成暗棕红色晶体 M [化学式为 $\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{O}_4$], 其离子方程式为 $\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{M} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$, 测得 M 中有 2 个过氧键。下列叙述正确的是
- A. M 中 Cr 的化合价为 +3
B. 参与反应的 H_2O_2 全部被氧化
C. 向 FeSO_4 溶液中滴加几滴 M 的溶液, 没有明显现象
D. 转移 0.2 mol 电子时, 生成 M 的质量为 16.7 g
2. 在一定量铁的氧化物中, 加入 45 mL 4 mol/L 硫酸溶液恰好完全反应, 所得溶液中 Fe^{2+} 能恰好被标准状况下 672 mL 氯气氧化。则该固体中铁原子和氧原子的个数之比为
- A. 5 : 6 B. 7 : 9 C. 3 : 4 D. 2 : 3
3. 化学是一门以实验为基础的学科。通过分析下列实验操作和现象, 得出的结论中正确的是

选项	实验操作和现象	结论
A	将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 样品溶于稀 H_2SO_4 , 滴加 KSCN 溶液, 观察到溶液变红	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 样品已氧化变质
B	向 2 mL ZnSO_4 和 CuSO_4 的混合溶液中逐滴加入 0.01 mol/L Na_2S 溶液, 先出现白色沉淀	相同温度下, $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) < K_{\text{sp}}(\text{CuS})$
C	取少量酸催化后的淀粉水解液于试管中, 先加入过量氢氧化钠溶液中和酸, 再加少量碘水, 溶液未变蓝	淀粉已经完全水解
D	向盛有 NaAlO_2 溶液的试管中滴加 NaHCO_3 溶液, 产生白色沉淀	AlO_2^- 结合 H^+ 的能力比 CO_3^{2-} 强

4. 某混合物 X 由 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Cu 、 SiO_2 中的一种或几种物质组成。进行如下实验:



下列有关说法正确的是

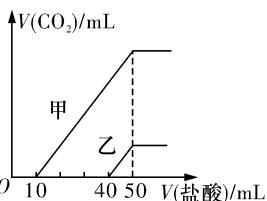
- A. 步骤 I 中减少的 3 g 固体一定是混合物
B. 步骤 II 中质量减少的物质一定是 Cu
C. 根据步骤 I、II 可以判断混合物 X 的成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Cu 、 SiO_2
D. 根据上述步骤 II 可以得出混合物 X 中 $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) : m(\text{Cu}) = 1 : 1$
5. 为了研究铜和铁与浓硫酸的反应, 某实验小组设计实验如下所示:

①	②
铜丝表面无明显现象; 铁丝表面迅速变黑, 之后无明显现象	铜丝或铁丝逐渐溶解, 产生大量气体, 品红溶液褪色

下列说法正确的是

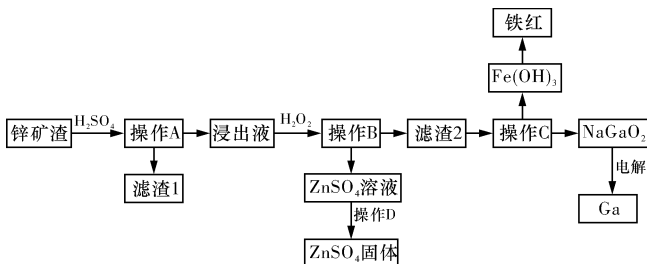
- A. 常温下, 不能用铁制容器盛放浓硫酸, 可用铜制容器盛放浓硫酸
B. 实验②中铜丝或铁丝均有剩余时, 产生气体的物质的量相等
C. 依据实验②, 可推断出铜或铁与浓硫酸反应可生成 SO_2
D. 实验①②中现象的差异仅是由于温度改变了化学反应速率

6. 向体积均为 10 mL、物质的量浓度相同的两份 NaOH 溶液中分别通入一定量的 CO₂, 得到溶液甲和乙。向甲、乙两溶液中分别滴加 0.1 mol/L 的盐酸, 此时反应生成 CO₂ 体积(标准状况下)与所加盐酸体积的关系如图所示。则下列叙述中不正确的是



- A. 原 NaOH 溶液的物质的量浓度为 0.5 mol/L
- B. 当 $0 < V(\text{盐酸}) < 10$ mL 时, 甲溶液中发生反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$
- C. 乙溶液中含有的溶质是 Na₂CO₃、NaOH
- D. 向乙溶液中滴加过量盐酸后产生 CO₂ 体积的最大值为 224 mL

7. 镓是制作高性能半导体的重要原料。在工业上经常从锌矿冶炼的废渣中回收镓。已知锌矿渣中含有 Zn、Fe、Pb、Ga 以及 SiO₂ 等。目前工业上综合利用锌矿渣的流程如下所示:



已知: ①Ga 的性质与铝相似。

②lg 2=0.3, lg 3=0.48。

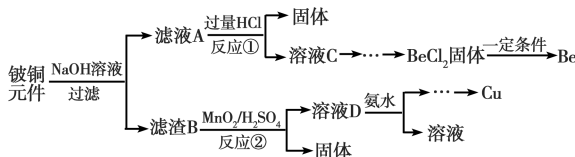
③部分金属的氢氧化物的 K_{sp} 如下表所示。

	Zn(OH) ₂	Ga(OH) ₃	Fe(OH) ₂	Fe(OH) ₃
K _{sp}	1.6 × 10 ⁻¹⁷	2.7 × 10 ⁻³¹	8 × 10 ⁻¹⁶	2.8 × 10 ⁻³⁹

- (1) 写出 Ga 的原子结构示意图: _____。
- (2) “滤渣 1”的主要成分为 _____。
- (3) 加入 H₂O₂ 的目的是 _____ (用离子方程式回答)。
- (4) 室温条件下, 若“浸出液”中各种阳离子的浓度均为 0.01 mol/L 且某种离子浓度小于 1 × 10⁻⁵ mol/L 时即认为该离子已完全除去, 则操作 B 调节 pH 的范围是 _____。
- (5) 操作 C 中, 需要加入氢氧化钠溶液, 其目的是 _____ (用离子方程式解释); 能否用氨水代替 NaOH 溶液, 为什么? _____; 如何检测 Fe(OH)₃ 是否已洗涤干净? _____。
- (6) 在工业上, 经常用电解 NaGaO₂ 溶液的方法生产

Ga, 写出阴极的电极反应式: _____。

8. 铍铜是力学、化学综合性能良好的合金, 广泛应用于制造高级弹性元件。以下是从某废旧铍铜元件(含 BeO 25%、CuS 71%、少量 FeS 和 SiO₂) 中回收铍和铜两种金属的流程。



已知: I. 铍、铝两种元素处于周期表中的对角线位置, 化学性质相似。

II. 常温下: $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20}$; $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4.0 \times 10^{-38}$; $K_{sp}[\text{Mn}(\text{OH})_2] = 2.1 \times 10^{-13}$ 。

- (1) 原子序数为 29 的 Cu 的原子结构示意图为 _____。
- (2) 滤渣 B 的主要成分为 _____ (填化学式)。写出反应①中含铍化合物与过量盐酸反应的化学方程式: _____。

(3) ①溶液 C 中含有 NaCl、BeCl₂ 和少量 HCl, 为提纯 BeCl₂, 选择合理步骤并排序: _____ (填字母代号)。

- a. 加入过量的 NaOH 溶液
- b. 过滤
- c. 加入适量的 HCl 溶液
- d. 加入过量的氨水
- e. 通入过量的 CO₂
- f. 洗涤

②从 BeCl₂ 溶液中得到 BeCl₂ 固体的操作是 _____。

(4) ①MnO₂ 能将金属硫化物中的硫元素氧化为单质硫, 写出反应②中 CuS 发生反应的离子方程式: _____。

②若用浓 HNO₃ 溶解金属硫化物, 缺点是 _____ (任写一条)。




(5) 溶液 D 中含 $c(\text{Cu}^{2+}) = 2.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(\text{Fe}^{3+}) = 0.008 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(\text{Mn}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 逐滴加入稀氨水调节 pH 可依次分离, 首先沉淀的是 _____ (填离子符号), 为使铜离子开始沉淀, 常温下应调节溶液的 pH 大于 _____。

(6) 取铍铜元件 1 000 g, 最终获得 Be 的质量为 72 g, 则 Be 的产率是 _____。

B 组

9. 下列三组实验进行一段时间后, 溶液中均有白色沉淀生成。下列结论不正确的是

题号	答案
1	
2	
3	
4	
5	
6	
9	
10	
11	

实验①	实验②	实验③
2 mL 1 mol/L BaCl ₂ 溶液 	2 mL 1 mol/L BaCl ₂ 溶液 	2 mL 1 mol/L BaCl ₂ 溶液 
4 mL 1 mol/L NaHCO ₃ 溶液	4 mL 1 mol/L Na ₂ SO ₃ 溶液	4 mL H ₂ SO ₄ 溶液



- A. 实验①中生成的沉淀是 BaCO₃
 B. 实验①中有气体生成
 C. 实验②沉淀中可能含有 BaSO₄
 D. 实验③生成沉淀的离子方程式是:

$$\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$$

10. 将物质的量均为 a mol 的 FeCl₃ 和 CuCl₂ 投入水中形成混合溶液。再加入 b mol 铁粉充分反应(忽略离子的水解)。下列说法中不正确的是

- A. 当 $b \leq \frac{a}{2}$ 时, 发生的离子反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$
 B. 当 $b \geq \frac{3a}{2}$ 时, 发生的总反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe} \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
 C. 当 $\frac{a}{2} < b < \frac{3a}{2}$ 时, 反应中转移电子的物质的量:
 $a \text{ mol} < n(e^-) < 3a \text{ mol}$
 D. 当 $\frac{a}{2} < b < \frac{3a}{2}$ 时, 反应后的溶液中 $n(\text{Cu}^{2+})$:
 $n(\text{Fe}^{2+}) = (\frac{3a}{2} - b) : (b + a)$

11. 某小组研究 Na₂S 溶液与酸性 KMnO₄ 溶液反应, 探究过程如下所示:

实验序号	I	II
实验过程	滴加10滴(约0.3 mL) 0.1 mol/L Na ₂ S溶液  5 mL 0.01 mol/L 酸性KMnO ₄ 溶液(H ₂ SO ₄ 酸化至pH=0)	滴加10滴(约0.3 mL) 0.1 mol/L 酸性KMnO ₄ 溶液(H ₂ SO ₄ 酸化至pH=0)  5 mL 0.1 mol/L Na ₂ S溶液
实验现象	溶液紫色变浅(pH<1), 生成棕褐色沉淀(MnO ₂)	溶液呈淡黄色(pH≈8), 生成浅粉色沉淀(MnS)

资料: i. MnO₄⁻ 在强酸性条件下被还原为 Mn²⁺, 在近中性条件下被还原为 MnO₂。

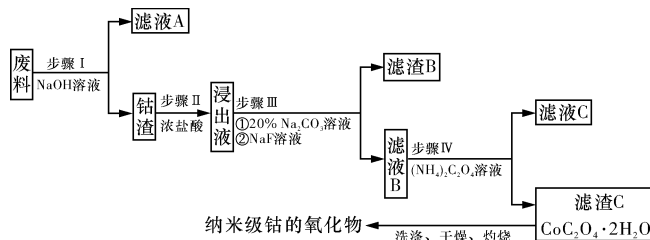
ii. 单质硫可溶于硫化钠溶液, 溶液呈淡黄色。

下列说法正确的是

- A. 根据两项实验可知, Na₂S 被还原
 B. 取实验 I 中少量反应后溶液进行实验, 检测到有 SO₄²⁻, 得出结论: S²⁻ 被氧化成 SO₄²⁻

- C. 实验 I 中发生了离子反应 $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$
 D. 实验 II 中反应结束后溶液呈淡黄色, 有 MnO₂ 生成

12. 纳米氧化钴在半导体和微电子行业应用广泛, 某些金属废料中含有钴元素, 从废料(含 Co₃O₄、Al₂O₃、Li₂O、Fe₂O₃ 等物质) 中制备高纯度的纳米级钴的氧化物的工艺流程如下所示:

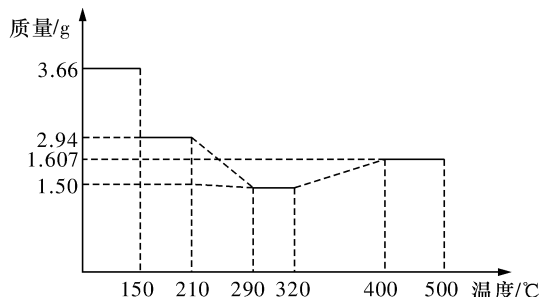


已知:

- ①LiF 难溶于水, Li₂CO₃ 微溶于水;
 ②钴元素常见的化合价为+2 和+3;
 ③部分金属离子形成氢氧化物沉淀的 pH 见下表。

	Fe ³⁺	Co ²⁺	Co ³⁺	Al ³⁺
pH (开始沉淀)	1.9	7.15	-0.23	3.4
pH (完全沉淀)	3.2	9.15	1.09	4.7

- (1) 步骤 I 中发生反应的离子方程式为 _____。
 (2) 步骤 II 中加浓盐酸的作用是 _____。
 (3) 步骤 III 中 Na₂CO₃ 溶液的作用是调节溶液的 pH, 溶液的 pH 的取值范围为 _____; 滤渣 B 的主要成分为 _____。
 (4) 简述如何检验滤液 B 中是否还有残留的 Fe³⁺: _____。
 (5) 经过反复洗涤、干燥后称重, 将质量为 3.66 g CoC₂O₄ · 2H₂O 进行灼烧, 残留固体质量如图所示。



若 210~290 °C 时生成两种气体, 则发生反应的化学方程式为 _____; 400~500 °C 时所得固体的化学式为 _____。