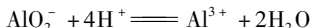
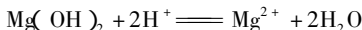


显减少的离子是_____，增加的离子是_____。向加过量 NaOH 溶液后的混合体系中，加入过量 HCl，则溶液中 Mg^{2+} 和 Al^{3+} 的物质的量与起始时相比_____（填“增大”、“减小”或“不变”）。

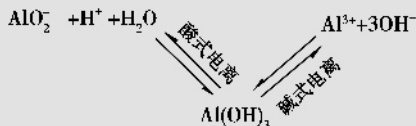
解题思路 根据 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 $Al(OH)_3$ 的两性，加入过量 NaOH 后，发生的反应有： $Mg^{2+} + 2OH^- \rightleftharpoons Mg(OH)_2 \downarrow$ $Al^{3+} + 4OH^- \rightleftharpoons AlO_2^- + 2H_2O$

当加入过量 HCl 后，又发生的反应有：



参考答案 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- Mg^{2+} 、 Al^{3+} AlO_2^- 、 Na^+ 不变

【知识链接】 $Al(OH)_3$ 的电离方程式如下：

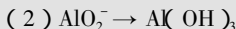
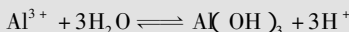
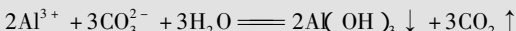
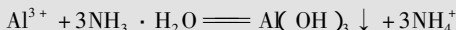
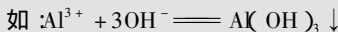


$Al(OH)_3$ 的生成和溶解正如图的形状，可比喻为“下坡容易，上坡难”。

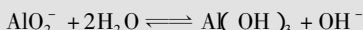
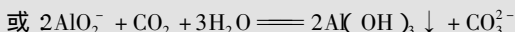
1. 生成 $Al(OH)_3$ 的途径



由图可知，这一途径必须有 OH^- 与 Al^{3+} 反应，且 OH^- 与 Al^{3+} 完全反应的物质的量之比为 3:1。由于是“下坡”，所以对 OH^- 浓度要求不高，提供 OH^- 的物质可以是强碱、可溶性弱碱、强碱弱酸盐，甚至可以是水。



这一途径必须有 H^+ 和 H_2O 同时与 AlO_2^- 反应，且 AlO_2^- 、 H^+ 、 H_2O 的计量数之比为 1:1:1，此过程同样是“下坡”，提供 H^+ 的物质可以是强酸、可溶性弱酸、强酸弱酸盐，也可以是水。



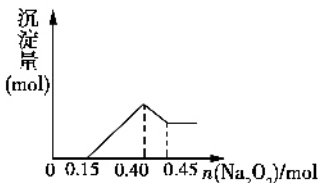
2. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶解的途径

由图可知,实现这一变化是“上坡”,所以对 H^+ 浓度要求较高,提供 H^+ 的物质必须是强酸,也就是说 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于弱酸。实验室要把溶液中的 AlO_2^- 全部转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,采取的措施是向溶液中通过量 CO_2 ,而不采用加强酸的办法。因为强酸一旦过量,上述变化就犹如“直达快车”,从起点越过中间站直达终点(由 $\text{AlO}_2^- \rightarrow \text{Al}^{3+}$)。



实现这一变化同样是“上坡”,所以提供 OH^- 的物质必须是强碱。实验室制 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 之所以用氨水而不用 NaOH 溶液,也是为了避免“坐过车”。

【调研2】一定量氧化铝与氧化镁的混合物溶于200 mL 盐酸中,往溶液中加入一定量过氧化钠固体,沉淀量与所消耗过氧化钠物质的量的关系如右图所示:



求(1)盐酸的物质的量浓度;

(2)氧化铝、氧化镁的质量。

解题思路 解本题有两个重要关系:

(1) $2n(\text{Na}_2\text{O}_2) = n(\text{NaOH})$;

(2)当达到沉淀最大值时,溶液中只存在 NaCl 一种溶质,即:

$n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2)$ 。

由图像可知,溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 耗 Na_2O_2 0.05 mol,并推知生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 耗 Na_2O_2 0.15 mol,则溶液中存在 Al^{3+} 0.1 mol,原混合物中 Al_2O_3 0.05 mol,即 5.1 g, Mg^{2+} 所耗 Na_2O_2 0.1 mol,即溶液中存在 0.1 mol Mg^{2+} ,原混合物中 MgO 0.1 mol,即 4 g。根据图像,沉淀达最大值时耗 Na_2O_2 0.40 mol,则: $c(\text{HCl}) = 0.40 \times 2 \text{ mol}/0.2 \text{ L} = 4 \text{ mol/L}$ 。

参考答案 (1) 4 mol/L (2) Al_2O_3 5.1g MgO 4 g

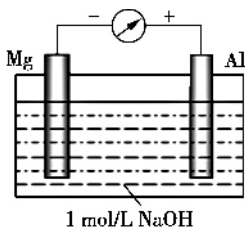
【方法探究】镁、铝的化合物在溶液中与强碱反应时,一个重要特征是它们耗碱量不同,沉淀量有所不同。若用文字来表述,沉淀量随强碱量的变化关系则很难表达清楚,但用反映它们量的关系的图像表述,不仅有助于理解镁、铝化合物与强碱反应的进程,而且有助于有关计算问题的解决。另外,注意图像起点、最高点、转折点的意义。

题型二 对镁、铝与原电池有关的探究性实验的考查

【调研3】以镁条、铝片为电极,以稀 NaOH 溶液为电解质溶液构成的原电池,人们普遍认为铝是负极。某研究性学习小组为探究该原电池究竟谁是负极,发生怎样的电极反应,进行了如下实验:



如图,剪取约 8 cm 的镁条及大小相近的铝片,用砂纸去膜,使镁条与铝片分别与量程为 $500 \mu\text{A}$ 的教学演示电表的“-”、“+”端相连接,迅速将两电极插入盛有 1 mol/L NaOH 溶液的烧杯中。开始,电表指针向右偏移约 $500 \mu\text{A}$,铝片表面有许多气泡,很快电流逐渐减小至 0,随后,指针向左偏移,且电流逐渐增大至约 $400 \mu\text{A}$,此时,铝片表面气泡有所减少,但镁条表面只有极少量的气泡产生。根据以上实验现象,回答下列问题:



(1)开始阶段,原电池的正极是_____ (填“Mg”或“Al”)片,铝片表面产生的气泡是_____;负极发生的反应是_____。

(2)随后阶段,铝片发生的电极反应式是_____,镁条表面只有极少量的气泡产生,其原因是 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ (极少),试判断此电极发生的主要反应式是_____;铝片表面气泡有所减少,但未消失,产生这一现象的可能原因是_____。

解题思路 本题的关键是解读题目所给信息。(1)开始是铝片表面有很多气泡,说明 H^+ 在铝片上得电子,铝作正极,镁作负极,结合电解质溶液可知,发生反应 $\text{Mg} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$;(2)由指针发生不同方向偏转可知,铝作负极,碱性溶液中发生反应 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

参考答案 (1)Al H_2 $\text{Mg} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

(2) $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

铝片中含有杂质,构成原电池

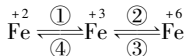
【误点警示】 本题最容易出现的错误是不根据实验现象,仅根据铝能和 NaOH 反应而镁不能,就断定开始就是铝为负极,而造成解(1)小题失误。另外,忽视铝中会有少量杂质,金属和这些杂质就能构成原电池,而无法回答(2)小题中“最后铝表面气泡”的原因。当然,电极反应的书写也是本题的难点之一。由此可见,我们在学习中,不仅要学好课本知识,还要理论联系实际,要活学活用,死记硬背,搞“题海”是没有用的。

题型三 对铁及其化合物有关综合的考查

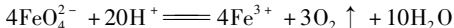
【调研 4】 铁合金是金属材料王国的霸主,亚铁盐、铁盐、高铁酸盐等铁的重要化合物也在不同领域中扮演着重要的角色。这些化合物之间可以相互转化,利用转化过程中发生的特征变化,不仅能够实现物质或能量的转化,还用于化学的定性或定



量研究。



已知 FeO_4^{2-} 只能在强碱性介质中稳定存在,在酸性介质或水中不稳定:



请利用下列用品: FeCl_2 溶液(浅绿色)、 FeCl_3 溶液(黄色)、 Na_2FeO_4 溶液(紫红色)、铁粉、KSCN 溶液、NaOH 溶液、NaClO 溶液、盐酸、金属锌片、惰性电极(或放电物质)做电极材料、蒸馏水及必要的实验仪器,完成下列任务:

(1)设计一个实现上述转化④的实验方案(要求产物纯净),写出简要的实验步骤。

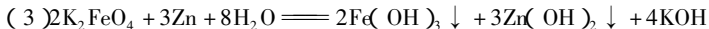
(2)在浓碱中,用 NaClO 可以实现转化②,这一反应的离子方程式为(不必配平):_____。

(3)一种新型高能碱性电池利用了转化③将化学能转化为电能,该电池由电解质(KOH 溶液)、 K_2FeO_4 、金属锌及必要的填充材料构成。该电池放电时发生反应的化学方程式为(不必配平):_____。

(4)高铁酸盐是比高锰酸盐更强的氧化剂,研究证明它是一种“绿色环保高效”的净水剂,比目前国内外广泛使用的含氯饮用水消毒剂(均为含氯的物质,如漂白粉、氯气和二氧化氯等,它们具有很好的杀菌效果,但不能将水中的悬浮杂质除去,为了除去水中的细微悬浮物,还需另外添加絮凝剂,如聚合铝的氯化物。)的性能更为优良,为什么说它作为净水剂是“绿色环保高效”的?

解题思路 在设计实验时,首先理解要设计实验的基本原理,然后进行有关的设计。(1)无水 FeCl_2 的制备,关键要注意由 FeCl_3 溶液到无水 FeCl_2 ,必须在氯化氢的蒸气中进行。(2)、(3)根据氧化还原反应原理来写。(4)“绿色环保高效”净水剂是指无污染、无公害、效率高的净水剂,弄清这一概念问题就好解决了。

参考答案 (1)在三氯化铁溶液中加入过量的铁粉,充分反应后,过滤,滤液在氯化氢的蒸气中蒸干,可得氯化亚铁固体。



(4)该净水剂在杀菌消毒的过程中被还原为 +3 价的铁,形成具有强吸附性的氢氧化铁,通过吸附与水中的细微悬浮物共同聚沉,对环境 and 生命体都不会构成危害。而含氯饮用水消毒剂会生成有机氯代物对人体有害。

【技巧点拨】 本题为信息给予型的实验题,初看起来此类题目较难,但只要掌握技巧就不难。解答此类题目首先要读懂信息,然后将信息与所学知识结合,根据题目所求,仔细解答即可。

题型四 对铜有关性质的探究

【调研5】 间接碘量法测定胆矾中铜含量的原理和方法如下：

已知：在弱酸性条件下，胆矾中 Cu^{2+} 与 I^- 作用定量析出 I_2 ， I_2 溶于过量的 KI 溶液中： $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ ，又知氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{I}_2 > \text{FeF}_6^{3-}$ 。析出的 I_2 可用 $c \text{ mol/L}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定： $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_3^- \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3\text{I}^-$ 。

准确称取 $a \text{ g}$ 胆矾试样，置于 250 mL 碘量瓶（带磨口塞的锥形瓶）中，加 50 mL 蒸馏水、5 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液，加少量 NaF，再加入足量的 10% KI 溶液，摇匀。盖上碘量瓶盖，置于暗处 5 min，充分反应后，加入 1~2 mL 0.5% 的淀粉溶液，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定到浅蓝色褪去时，共用去 $V \text{ mL}$ 标准液。

① 实验中，在加 KI 前需加入少量 NaF，推测其作用可能是：_____。

② 实验中加入 5 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液，你认为硫酸的作用是：_____。

③ 本实验中用碘量瓶而不用普通锥形瓶是因为：_____。

④ 硫酸铜溶液与碘化钾溶液反应生成白色沉淀（碘化亚铜）并析出碘，该反应的离子方程式为：_____。

⑤ 根据本次实验结果，该胆矾试样中铜元素的质量分数为_____。

解题思路 ① 实验利用 Cu^{2+} 和 I^- 反应生成 I_2 ，再利用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定 I_2 ，计算出 Cu^{2+} 的量，再结合题目所给信息： $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{I}_2 > \text{FeF}_6^{3-}$ 可知，胆矾中可能含有 Fe^{3+} ， Fe^{3+} 会和 I^- 反应生成氧化性比 Cu^{2+} 弱的络合物 FeF_6^{3-} 避免影响实验。② Cu^{2+} 是弱碱的阳离子，会水解而影响测定结果，加入稀硫酸提供酸性环境，抑制 Cu^{2+} 的水解。③ 碘量瓶我们没有学过，但题目中有说明：带磨口塞的锥形瓶。那和锥形瓶的不同就是多了磨口塞，作用是防止和空气中的氧气反应。主要是 I^- 具有比较强的还原性，会被氧化生成 I_2 ，同时 I_2 易升华。④ 硫酸铜溶液与碘化钾溶液反应生成白色沉淀（碘化亚铜）并析出碘可知， Cu^{2+} 作氧化剂， I^- 作还原剂发生反应。⑤ 由方程式找出 $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 关系进行计算。

参考答案 ① 消除 Fe^{3+} ，避免影响实验结果

② 提供弱酸性环境条件并抑制铜离子水解

③ 防止空气中的氧气与碘化钾反应同时防止生成的碘升华

④ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$

⑤ $(64cV/1000a) \times 100\%$

【方法探究】 本题综合程度高，有一定难度，解题的关键是找准题目所给信息，联系所学知识进行解题，考查学生对知识的分析能力，信息处理能力，体现了高考以能力立意，考查学生对中学化学主干知识的掌握。如①小题中加入 F^- 的作用，我们要结合题目中所给的和 F^- 有关信息进行大胆的推测。解③小题时，要进行对比，分析两种仪器的不同，再结合 I^- 、 I_2 的性质就不难解出。

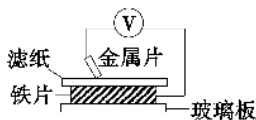


强化
闯关

1. 金属钛(Ti)的机械强度高,抗蚀能力强,有“未来金属”之称。工业上常用硫酸分解钛铁矿(FeTiO_3)的方法制取 TiO_2 ,再由 TiO_2 制取金属Ti。由 TiO_2 制取金属Ti的反应为 ① $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$
② $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \rightleftharpoons 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$,则下列叙述正确的是
- A. 由反应①可知, Cl_2 是氧化剂, TiCl_4 是氧化产物
B. 由反应①可知,可用CO在高温下把 TiO_2 还原成Ti
C. 由反应②可知,若有24 g Mg参加反应,就可生成1 mol Ti
D. 由反应②可知,金属Mg的还原性比金属Ti的还原性强
2. 下列反应的离子方程式正确的是
- A. 向沸水中滴加 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$
B. 用小苏打治疗胃酸过多: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C. 实验室用浓盐酸与 MnO_2 反应制 Cl_2 : $\text{MnO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
D. 用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板: $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
3. 将5.4 g Al投入到200.0 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某溶液中有氢气产生,充分反应后有金属剩余。该溶液可能为
- A. HNO_3 溶液 B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 C. H_2SO_4 溶液 D. HCl溶液
4. 将相同质量的铜分别和过量的浓硝酸、稀硝酸反应,下列叙述正确的是
- A. 反应速率:两者相同
B. 消耗硝酸的物质的量:前者多,后者少
C. 反应生成气体的颜色:前者浅,后者深
D. 反应中转移的电子总数:前者多,后者少
5. 在 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入一定量的铁屑,反应完全后将固体滤出,下列说法中正确的是
- A. 若滤出的固体中只有铜,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} ,一定不含 Cu^{2+}
B. 若滤出的固体中含有铁和铜,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} ,一定不含 Cu^{2+} 和 Fe^{3+}
C. 若滤出的固体中只有铜,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} ,可能含有 Cu^{2+} 和 Fe^{3+}
D. 若滤出的固体中只有铜,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} ,一定不含 Cu^{2+}
6. 向20 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入30 mL KOH溶液,充分反应得到0.78 g沉淀,则KOH溶液的物质的量浓度为
- A. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ C. $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



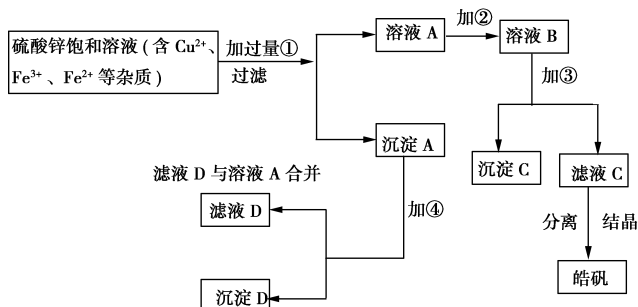
7. 将洁净的金属片 A、B、C、D 分别放置在浸有盐溶液的滤纸上面并压紧(如图所示)。在每次实验时,记录电压指针的移动方向和电压表的读数如下表所示:



金属	电子流动方向	电压/V
A	A→Fe	+0.76
B	Fe→B	-0.18
C	C→Fe	+1.32
D	D→Fe	+0.28

已知构成原电池两电极的金属活动性相差越大,电压表读数越大。请判断:

- (1) A、B、C、D 四种金属中活泼性最强的是_____ (用字母表示)。
 (2) 若滤纸改用 NaOH 溶液浸润一段时间后,则在滤纸上能看到有白色物质析出,后迅速变为灰绿色,最后变成褐色。则滤纸上方的金属片为_____ (用字母表示),此时对应的电极反应式: 负极: _____, 正极: _____。
8. 某小型化工厂生产皓矾($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)的工艺流程如下图所示:

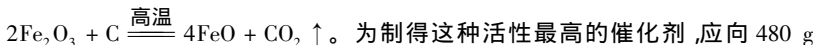


已知:开始生成氢氧化物沉淀到沉淀完全的 pH 范围分别为: $Fe(OH)_3$ 2.7~3.7, $Zn(OH)_2$ 5.7~8.0, $Fe(OH)_2$ 7.6~9.6。试回答下列有关问题:

- (1) 加入的试剂①应是 _____, 其目的是 _____;
 (2) 加入试剂②, 可选择使用的有: 氨水、次氯酸钠溶液、20%的 H_2O_2 、浓硫酸、浓硝酸等, 应选用 _____, 其理由是 _____;
 (3) 加入试剂③的目的是 _____。

9. 合成氨工业生产中所用的 α -Fe 催化剂的主要成分是 FeO 、 Fe_2O_3 。

- (1) 某 FeO 、 Fe_2O_3 混合物中, 铁、氧元素的物质的量之比为 4:5, 其中二价铁与三价铁的物质的量之比为 _____。
 (2) 当催化剂中二价铁与三价铁的物质的量之比为 1:2 时, 其催化活性最高, 此时铁的氧化物的混合物中铁的质量分数为 _____ (用小数表示, 保留 2 位小数)。
 (3) 以 Fe_2O_3 为原料制备上述催化剂, 可向其中加入适量碳粉, 发生如下反应:



Fe_2O_3 粉末中加入碳粉的质量为 _____ g。

10. 氢气还原氧化铜反应不完全时, 便得到 Cu 、 Cu_2O 、 CuO 的固体混合物 A。化学兴趣小组同学为探究上述固体的成分进行了如下操作和实验:

(1) 取一定质量的均匀固体混合物 A 将其分成两等份。

(2) 取其中一份用足量的氢气还原, 测得反应后固体质量减少 3.20 g。

(3) 另一份加入 500 mL 稀硝酸, 固体恰好完全溶解, 且同时收集到标准状况下 NO 2.24 L。

请回答以下问题:

(1) A 中 $n(\text{Cu}) + n(\text{Cu}_2\text{O}) =$ _____。

(2) A 中 $n(\text{CuO})$ 的取值范围是 _____。

(3) 试计算所用稀硝酸的物质的量浓度。

【参考答案】

1. D 反应①中 Cl_2 是氧化剂, 碳是还原剂, CO 是氧化产物, 由此说明 TiO_2 很难被 CO 还原, 由反应②可知, Mg 的还原性比钛的还原性强。所以本题应选 D。

2. B A 选项中 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 是胶体而不是沉淀, 其正确的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}(\text{沸水}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ 。B 选项中小苏打 (NaHCO_3) 和胃酸 (HCl) 反应时, 它们都可以拆成离子形式。在 C 选项中, 电荷、质量都不守恒, 其正确的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。在 D 选项中, 电荷不守恒, 其正确的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。所以本题的答案为 B。

3. D 5.4 g Al 即为 0.2 mol, 200.0 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某溶液中所含的溶质为 0.4 mol。在 A 选项中硝酸与 Al 反应没有 H_2 生成。在 B 选项中 Al 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应是 $2\text{Al} + \text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{AlO}_2)_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 可以看出金属无剩余, 是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 过量。在 C 选项中根据电子得失守恒, 0.2 mol 的铝可提供电子 0.6 mol, 而 0.4 mol 的硫酸可提供 H^+ 0.8 mol, 所以铝还是不够, 硫酸有剩余。而 D 选项中 0.4 mol 的盐酸只能提供 0.4 mol 的 H^+ , 所以铝有剩余, 则本题的答案为 D。

4. B 相同质量的铜分别和过量的浓硝酸、稀硝酸反应: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, 反应速率前者快, A 不正确; 消耗硝酸的物质的量前者多, B 正确; 前者生成红棕色 NO_2 , 气体颜色深, C 不正确; 铜的质量相同, 转移电子数目一样多, D 不正确。

5. B 向 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入一定量的铁屑, 对应的反应为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2 + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$ 。若剩余的固体为铜, 则反应后的溶液



中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} , 一定不含 Fe^{3+} , 但不一定含有 Cu^{2+} , 若剩余的固体为铁和铜的混合物, 则反应后的溶液中的阳离子只有 Fe^{2+} 。

6. AC 已知 $n(\text{Al}^{3+}) = 0.02 \text{ mL} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.04 \text{ mol}$

$n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 0.78 \text{ g} / 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.01 \text{ mol}$, 由于 $n[\text{Al}(\text{OH})_3] < n(\text{Al}^{3+})$, 说明 Al^{3+} 未全部转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。有两种可能: 第一种可能是 KOH 不足, 尚有 0.03 mol Al^{3+} 未参加反应, 此时 $n(\text{OH}^-) = 3n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 0.03 \text{ mol}$, $c(\text{KOH}) = 0.03 \text{ mol} / 0.03 \text{ L} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 第二种可能是 KOH 过量, 其中有 0.03 mol KOH 用于生成 $0.01 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$, 另有一部分把其余 0.03 mol Al^{3+} 转化为 AlO_2^- , 需 $\text{KOH} 0.12 \text{ mol}$ 。此时 $n(\text{OH}^-) = 0.03 \text{ mol} + 0.12 \text{ mol} = 0.15 \text{ mol}$, $c(\text{KOH}) = 0.15 \text{ mol} / 0.03 \text{ L} = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

7. (1) C (2) B $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$

解析 由电子流动方向可判断金属的相对活泼性, 可知 A、C、D 的活泼性比 Fe 强, 由电压大小判断出 C 最强。由题可知有 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 生成, 说明 Fe 作负极生成 Fe^{2+} , 则可知金属片比 B 活泼, 负极反应 $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$, 正极反应 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ 。

8. (1) 锌粉 除去溶液中的 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 等杂质 (2) 20% 的双氧水 把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 但不能引入新的杂质 (3) 调节溶液的 pH 在 3.7 ~ 5.7 之间, 使溶液中的 Fe^{3+} 沉淀完全, 从而与 Zn^{2+} 分离

解析 要除去 ZnSO_4 中的 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} , 根据题目提供的沉淀 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 和 Zn^{2+} 所需要的溶液的 pH, 必须先将溶液中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 但还不能引入新的杂质, 故只能从提供的氧化剂中选择 20% 的双氧水, 然后利用 Fe^{3+} 的水解能力比较强, 通过加 ZnO 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 或 ZnCO_3 与溶液中 H^+ 发生反应, 使 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 的平衡正移, 达到除去 Fe^{3+} 的目的。但题目中未提到 Cu^{2+} 沉淀时的 pH 范围, 由此可以看出溶液中的 Cu^{2+} 并不是转化成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀的形式除去, 而是在第①步中加入过量的锌粉, 经置换反应而除去的。在加入过量锌粉时, 锌首先将溶液中的 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} , 然后锌把 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 分别置换出来, 故沉淀 A 的成分为 Cu 、 Zn 、 Fe , 加入稀硫酸后得到 ZnSO_4 和 FeSO_4 的混合溶液, 并加入溶液 A 中经提纯后制得皓矾。

9. (1) 1:1 (2) 72.41% (3) 6

解析 (1) 设混合物中 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量分别是 a 、 b , 则有 $(a + 2b) / (a + 3b)$



$=4/5$,解得 $a/b = 2/1$,故二价铁与三价铁的物质的量之比为 1:1。

(2) 设二价铁为 1 mol ,三价铁为 2 mol ,混合物中 Fe 元素的质量为 $3 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 168 \text{ g}$,混合物的总质量为 $1 \text{ mol} \times 72 \text{ g/mol} + 1 \text{ mol} \times 160 \text{ g/mol} = 232 \text{ g}$,混合物中 Fe 元素的质量分数为 $(168 \text{ g}/232 \text{ g}) \times 100\% \approx 72.41\%$ 。

(3) $480 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$ 的物质的量为 3 mol ,设 $x \text{ mol C}$ 与之反应生成 FeO。根据 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim \text{C} \sim 4\text{FeO}$ 得 ,可生成 $4x \text{ mol FeO}$,剩余 $\text{Fe}_2\text{O}_3(3 - 2x) \text{ mol}$,则有 $4x/[2(3 - 2x)] = 1/2$,解得 $x = 0.5$,即碳的质量为 6 g。

10. (1) $n(\text{Cu}) + n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.30 \text{ mol}$ (2) $0.10 \text{ mol} < n(\text{CuO}) < 0.40 \text{ mol}$

(3) 稀硝酸的物质的量浓度为 1.60 mol/L

解析 设其中一份中 $n(\text{Cu}) = x \text{ mol}$, $n(\text{Cu}_2\text{O}) = y \text{ mol}$, $n(\text{CuO}) = z \text{ mol}$,

依得失电子守恒和氧元素守恒 ,有 :

$$\begin{cases} 2x + 2y = \frac{2.24}{22.4} \times 3 & \text{①} \\ y + z = \frac{3.20}{16} & \text{②} \end{cases}$$

由①式 得 A 中 $n(\text{Cu}) + n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.30 \text{ mol}$ 。

由②式 得 $z < 0.20$,由② - ①/2 式 ,得 $z > 0.05$,可得 A 中 $0.10 \text{ mol} < n(\text{CuO}) < 0.40 \text{ mol}$ 。

由①/2 + ② 得 $x + 2y + z = 0.35$,即反应后生成的硝酸铜的物质的量为 0.35 mol 。

则 500 mL 的稀硝酸中 , $n(\text{HNO}_3) = 0.35 \text{ mol} \times 2 + 0.10 \text{ mol} = 0.80 \text{ mol}$,于是 $c(\text{HNO}_3) = 0.80 \text{ mol}/0.50 \text{ L} = 1.60 \text{ mol/L}$ 。

重点3 氧族元素及其化合物

考点 解读

(1) 氧族元素及其化合物知识是元素及其化合物部分的重要内容之一。由于氧、硫是重要的非金属元素 ,有关臭氧层的保护、 H_2O_2 的性质在近几年高考中也有涉及。(2) SO_2 及与之相关的一些知识是高考的主干内容 ,所占分值也较高 ,其中环境问题、相关实验设计问题仍是高考的热点之一。(3) 硫酸是重要的化工原料 ,有关 H_2SO_4 的性质、 SO_4^{2-} 的检验及有关 H_2SO_4 性质的实验是高考的热点之一。(4) 对化工生产原理的应用能力和对环境保护的理解也是重

重点
突破

