





第一部分 选择题 (共 42 分)

在下列各题的四个选项中, 只有一个选项符合题意。(每小题 2 分, 共 42 分)

1. 下列能量的转化过程中, 由化学能转化为电能的是

A	B	C	D
			
水力发电	风力发电	铅蓄电池放电	太阳能发电

2. 下列物质的水溶液能导电, 但属于非电解质的是

- A. CH_3COOH B. CO_2 C. NH_4HCO_3 D. Cl_2

3. 下列防止金属腐蚀的方法属于电化学防护的是

- A. 船体表面刷漆 B. 加入铬、锰、硅等制成不锈钢
C. 自行车链条涂油 D. 水中的钢闸门连接电源的负极

4. 只改变下列一个条件, 可以通过提高活化分子的百分数来提高反应速率的是

- A. 加热 B. 加压 C. 减小容器体积 D. 增大反应物浓度

5. 在不同条件下分别测得反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 的化学反应速率, 其中表示该反应进行得最快的是

- A. $v(\text{SO}_3)=4\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ B. $v(\text{O}_2)=6\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ C. $v(\text{SO}_2)=8\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ D. $v(\text{O}_2)=3\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

6. 25°C 时, 下列溶液中水的电离程度最小的是

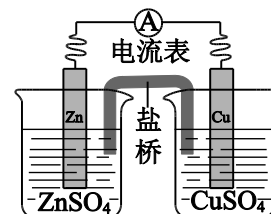
- A. $\text{pH}=11$ 的氨水 B. 0.01 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液 C. $\text{pH}=2$ 的 NaHSO_4 溶液 D. 0.1 mol/L 的盐酸

7. 下列溶液一定呈碱性的是

- A. $\text{pH}=8$ 的溶液 B. 含有 OH^- 离子的溶液 C. $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 的溶液 D. 加酚酞显无色的溶液

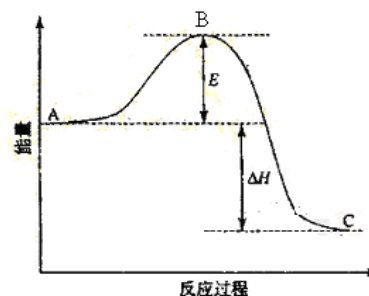
8. 锌铜原电池装置如图所示, 下列说法正确的是

- A. 电流从锌片流向铜片
B. 锌电极的反应式: $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$
C. 铜片作负极
D. 盐桥的作用是传递电子



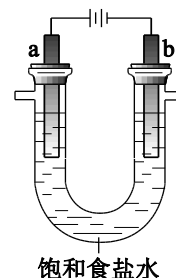
9. 某可逆反应过程的能量变化如图所示, 下列说法正确的是

- A. 该反应正向为吸热反应
B. 若升高温度, 则平衡向正反应方向移动
C. 若加入催化剂, ΔH 数值会减小
D. 若加入催化剂, B 点会降低



10. 如右图所示, 用石墨电极电解饱和食盐水。下列说法不正确的是

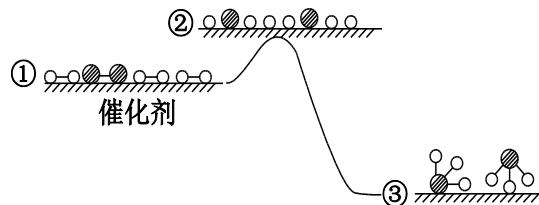
- A. 通电使 NaCl 发生电离
B. 电极 a 是阳极
C. Na^+ 向 b 极移动
D. a 极产生黄绿色气体



11. H_2 与 N_2 在催化剂表面生成 NH_3 , 反应历程及能量变化示意如下。

下列说法不正确的是

- A. ①→②吸收能量
- B. ②→③形成了 N-H 键
- C. 该催化剂可提高 NH_3 的平衡产率
- D. 该反应为放热反应



12. 下图所示的实验, 能达到实验目的的是

A	B	C	D
验证化学能转化为电能	证明温度对平衡移动的影响	验证 Fe 电极被保护	验证 AgCl 溶解度大于 Ag_2S

13. 已知下列热化学方程式: $2\text{Zn}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{ZnO}(\text{s}) \quad \Delta H_1 = -702.2 \text{ kJ/mol}$

$2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{HgO}(\text{s}) \quad \Delta H_2 = -181.4 \text{ kJ/mol}$

由此可知 $\text{Zn}(\text{s}) + \text{HgO}(\text{s}) = \text{ZnO}(\text{s}) + \text{Hg}(\text{l})$ 的 ΔH_3 , 其中 ΔH_3 的值是

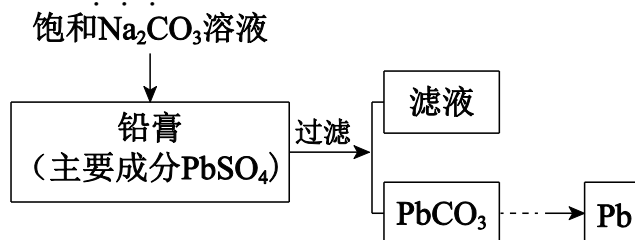
- A. -260.4 kJ/mol
- B. -254.6 kJ/mol
- C. -438.9 kJ/mol
- D. -441.8 kJ/mol

14. 下列解释实验事实的方程式正确的是

- A. 氯气能使湿润的有色布条褪色: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$
- B. Na_2S 溶液显碱性: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{OH}^-$
- C. 用氨水吸收烟气中的二氧化硫: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- D. 铜片溶解在 NaNO_3 和稀盐酸的混合液中: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

15. 工业上可通过如下流程回收铅蓄电池中的铅, 下列有关说法不正确的是

- A. PbSO_4 在水中存在溶解平衡:
 $\text{PbSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- B. 生成 PbCO_3 的离子方程式为:
 $\text{PbSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$
- C. pH: 滤液 < 饱和 Na_2CO_3 溶液
- D. 滤液中不存在 Pb^{2+}



16. 常压下羰基化法精炼镍的原理: $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ 。230 °C 时, 该反应的平衡常数 $K = 2 \times 10^{-5}$ 。

已知: $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的沸点为 42.2 °C, 固体杂质不参与反应。

第一阶段: 将粗镍与 CO 反应转化成气态 $\text{Ni}(\text{CO})_4$;

第二阶段: 将第一阶段反应后的气体分离出来, 加热至 230 °C 制得高纯镍。

下列判断正确的是

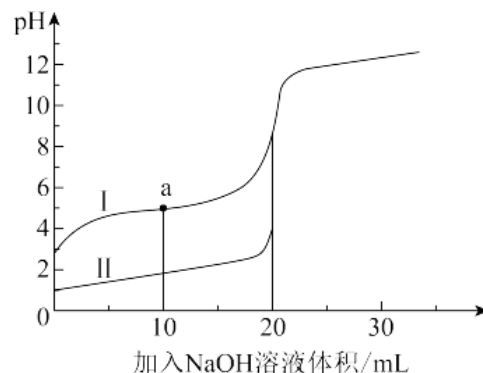
- A. 增加 $c(\text{CO})$, 平衡向正向移动, 反应的平衡常数增大
- B. 该反应达到平衡时, $v_{\text{生成}}[\text{Ni}(\text{CO})_4] = 4v_{\text{生成}}(\text{CO})$
- C. 第一阶段, 在 30 °C 和 50 °C 两者之间选择反应温度, 选 50 °C
- D. 第二阶段, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分解率较低

17. 新冠疫情期间某同学尝试在家自制含氯消毒剂。用两根铅笔芯 (C_1 和 C_2)、电源适配器和水瓶组装如图所示的装置。接通电源观察到: C_1 周围产生细小气泡, C_2 周围无明显现象; 持续通电一段时间后, C_2 周围产生细小气泡。此时停止通电, 拔出电极, 旋紧瓶塞, 振荡摇匀, 制备成功。关于该实验的说法不正确的是



- A. C_1 电极产生气泡原因: $2H_2O + 2e^- \xrightarrow{\text{电解}} H_2\uparrow + 2OH^-$
 B. 可以用两根铁钉代替铅笔芯完成实验
 C. 自制消毒剂的总反应为: $NaCl + H_2O \rightleftharpoons NaClO + H_2\uparrow$
 D. 实验过程中要注意控制电压、开窗通风、导出氢气, 确保安全

18. 室温时, 向 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol L}^{-1}$ 的两种酸 HA、HB 中分别滴加 0.1 mol L^{-1} NaOH 溶液, 其 pH 变化分别对应下图中的 I、II。下列说法不正确的是



- A. 向 NaA 溶液中滴加 HB 可产生 HA
 B. 滴加 NaOH 溶液至 $\text{pH}=7$ 时, 两种溶液中 $c(A^-)=c(B^-)$
 C. a 点, 溶液中微粒浓度: $c(A^-) > c(Na^+)$
 D. 滴加 20 mL NaOH 溶液时, I 中 H_2O 的电离程度大于 II 中

19. 下列反应中, 属于吸热反应的是

- A. Na 与水反应
 B. 甲烷的燃烧反应
 C. $CaCO_3$ 受热分解
 D. 锌与盐酸反应

20. 下列各离子组在指定的溶液中能够大量共存的是

- A. 无色溶液中: Cu^{2+} 、 K^+ 、 SCN^- 、 Cl^-
 B. $\text{pH}=11$ 的 NaOH 溶液中: CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
 C. 由水电离出的 $c(H^+)=1.0\times 10^{-13}\text{ mol L}^{-1}$ 的溶液中: Na^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-
 D. 含有 NO_3^- 的溶液中: I^- 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 H^+

21. K_2FeO_4 在水中不稳定, 发生反应: $4FeO_4^{2-} + 10H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3(\text{胶体}) + 8OH^- + 3O_2$, 其稳定性与温度 (T) 和溶液 pH 的关系分别如图所示。下列说法正确的是

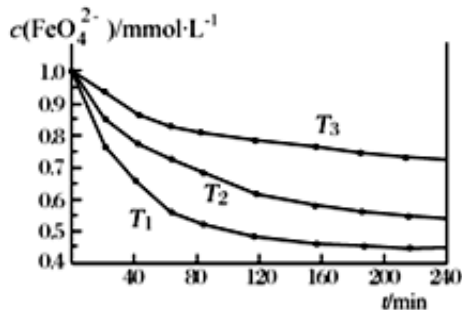


图 I K_2FeO_4 的稳定性与温度的关系

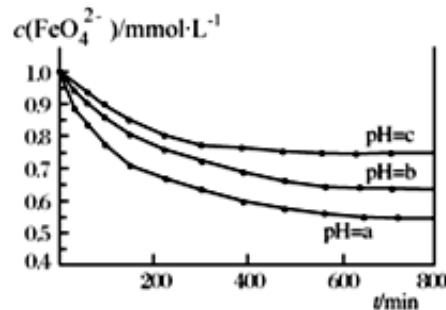
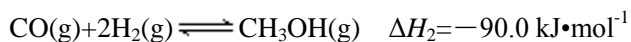
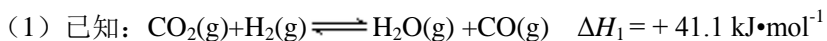


图 II K_2FeO_4 的稳定性与溶液 pH 的关系

- A. 由图 I 可知 K_2FeO_4 的稳定性随温度的升高而升高
 B. 由图 II 可知图中 $a > c$
 C. 由图 I 可知温度: $T_1 > T_2 > T_3$
 D. 由图 I 可知上述反应 $\Delta H < 0$

第二部分 非选择题（共 58 分）

22. (9 分) 近年我国大力加强温室气体 CO_2 催化氢化合成甲醇技术的工业化生产研究，实现可持续发展。



写出 CO_2 催化氢化合成甲醇的热化学方程式：_____。

(2) 为提高 CH_3OH 产率，理论上应采用的条件是_____（填字母）。

A. 高温高压 B. 低温低压 C. 高温低压 D. 低温高压

(3) 250°C 、在恒容密闭容器中由 $\text{CO}_2(\text{g})$ 催化氢化合成 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ ，下图为不同投料比 $[\text{n}(\text{H}_2)/\text{n}(\text{CO}_2)]$ 时某反应物 X 平衡转化率变化曲线。

① 反应物 X 是_____（填“ CO_2 ”或“ H_2 ”）。

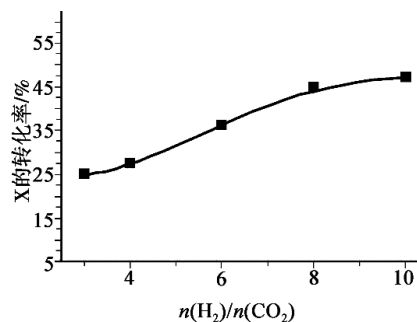
② 判断依据是_____。

(4) 250°C 、在体积为 2.0L 的恒容密闭容器中加入 6mol H_2 、 2mol CO_2 和催化剂， 10min 时反应达到平衡，测得 $c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.75 \text{ mol L}^{-1}$ 。

① 前 10min 的平均反应速率 $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$ 。

② 经计算化学平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

③ 催化剂和反应条件与反应物转化率和产物的选择性有高度相关。控制相同投料比和相同反应时间，四组实验数据如下：



实验编号	温度 (K)	催化剂	CO_2 转化率 (%)	甲醇选择性 (%)
A	543	Cu/ZnO 纳米棒	12.3	42.3
B	543	Cu/ZnO 纳米片	11.9	72.7
C	553	Cu/ZnO 纳米棒	15.3	39.1
D	553	Cu/ZnO 纳米片	12.0	70.6

（注：甲醇选择性是指的是转化的 CO_2 中生成甲醇的百分含量）

根据上表所给数据，用 CO_2 生产甲醇的最优选项为_____（填字母）。

23. (11 分) 在含有弱电解质的溶液中，往往有多个化学平衡共存。

(1) 一定温度下，向 $1\text{L } 0.1\text{mol L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中加入 $0.1\text{mol CH}_3\text{COONa}$ 固体，则溶液中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ _____（填“增大”、“不变”或“减小”）；写出该溶液中的电荷守恒关系_____。

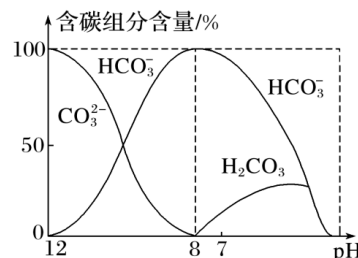
(2) 土壤的 pH 一般在 4~9 之间。土壤中 Na_2CO_3 含量较高时，pH 可达 10.5，试用离子方程式解释土壤呈碱性的原因：_____。加入石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）可以使土壤碱性降低，有关反应的化学方程式为_____。

(3) 水垢的主要成分 CaCO_3 可以用过量食醋溶解，请结合化学用语，从沉淀溶解平衡的角度进行解释_____。

(4) 常温下在 $20\text{mL } 0.1\text{mol L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中逐滴加入 $0.1\text{mol L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液 40mL ，溶液中含碳元素的各种微粒（ CO_2 因逸出未画出）物质的量分数（纵轴）随溶液 pH 变化的部分情况如图所示。回答下列问题：

① 在同一溶液中 H_2CO_3 和 CO_3^{2-} _____（填“能”或“不能”）大量共存。

② 当 $\text{pH}=7$ 时，溶液中含碳元素的最主要微粒为_____，溶液中各种离子的物质的量浓度的大小关系为_____。



③ 已知在 25°C 时， CO_3^{2-} 水解反应的平衡常数 $K_h = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 2.0 \times 10^{-4}$ ，当溶液中 $c(\text{HCO}_3^-):c(\text{CO}_3^{2-})=2:1$ 时，溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

24. (15分) 某铜钴矿石主要含有 CoOOH 、 CoCO_3 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 和 SiO_2 ，其中还含有一定量的 Fe_2O_3 、 MgO 和 CaO 等。由该矿石制备 Co_2O_3 的部分工艺过程如下：

- I. 将粉碎的矿石用过量的稀 H_2SO_4 和 Na_2SO_3 溶液浸泡，过滤，分离除去沉淀a。
- II. 浸出液除去含铜的化合物后，向溶液中先加入 NaClO_3 溶液，再加入一定浓度的 Na_2CO_3 溶液，过滤，分离除去沉淀b[主要成分是 $\text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$]。
- III. 向上述滤液中加入足量 NaF 溶液，过滤，分离除去沉淀c。
- IV. III中滤液加入浓 Na_2CO_3 溶液，获得 CoCO_3 沉淀。
- V. 将 CoCO_3 溶解在盐酸中，再加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，产生 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀。分离出沉淀，将其在 $400^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 煅烧，即得到 Co_2O_3 。

请回答：

(1) I 中，沉淀a的成分是_____，稀硫酸溶解 CoCO_3 的化学方程式是_____，加入 Na_2SO_3 溶液的主要作用是_____。

(2) 根据图1、图2分析：

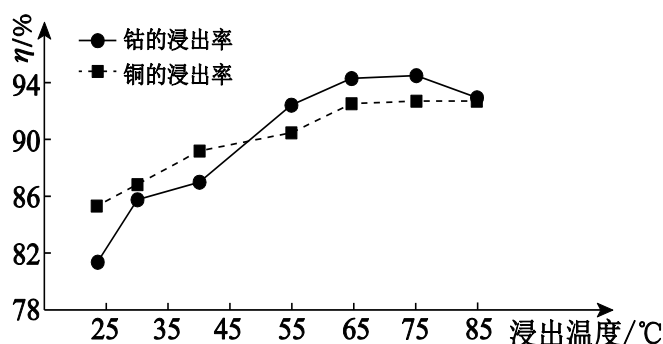


图1 浸出温度对铜、钴浸出率的影响

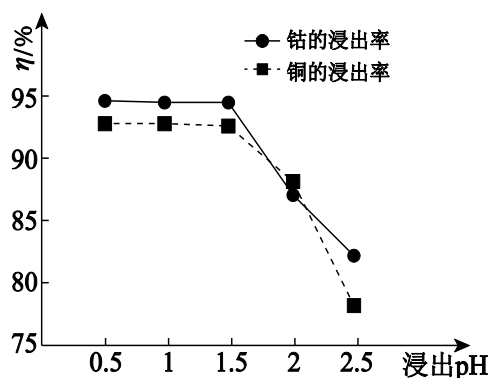


图2 浸出pH对铜、钴浸出率的影响

①矿石粉末浸泡的适宜条件应是：温度_____、pH_____。

②图2中铜、钴浸出率下降的可能原因是_____。

(3) II中，浸出液中的金属离子与 NaClO_3 反应的离子方程式： $\text{ClO}_3^- + \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} = \text{Cl}^- + \underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}}$

(4) II中，检验铁元素完全除去的试剂是_____，实验现象是_____。

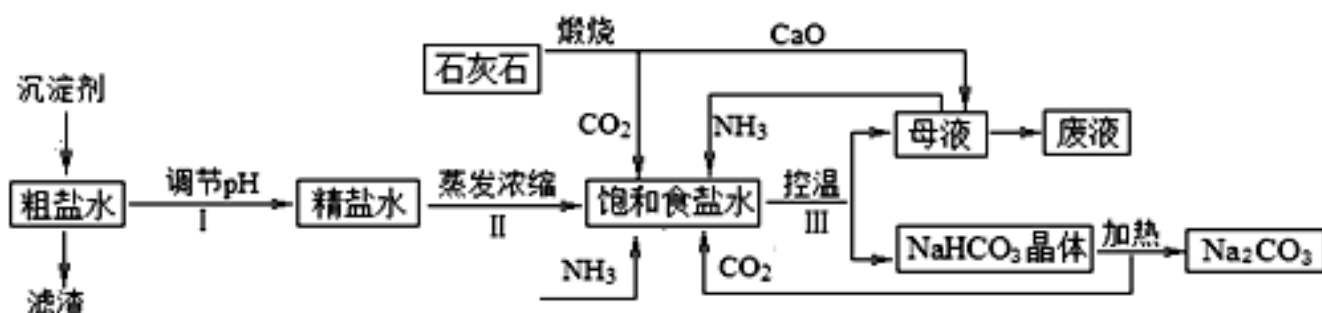
(5) III中，沉淀c的成分是 CaF_2 、_____（填化学式）。

(6) IV中，加入 Na_2CO_3 的作用是_____。

(7) V中，分离出纯净的 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的操作是_____。

25. (9分)

(1) 海水中有丰富的食盐资源，工业上以粗食盐水（含少量 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 杂质）、氨、石灰石等为原料，可以制备 Na_2CO_3 。流程如下：



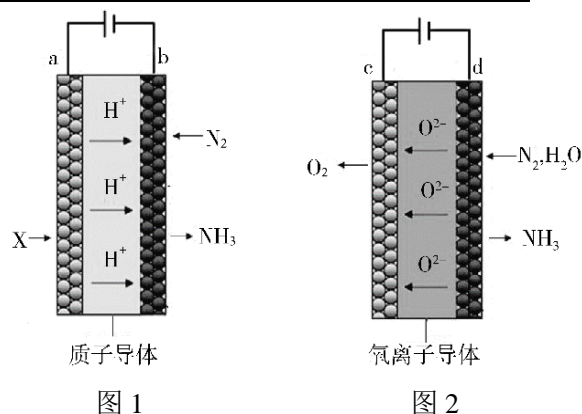
请回答：

- ①粗盐精制过程中加入的沉淀剂是石灰乳和纯碱，加入顺序是_____。
- ②上述流程中循环使用的物质是_____。
- ③上图中制得的饱和食盐水还可用于氯碱工业，NaCl 溶液的电解产物可用于生产盐酸、漂白粉、氢氧化钠等产品。工业上电解饱和食盐水的离子方程式为_____。

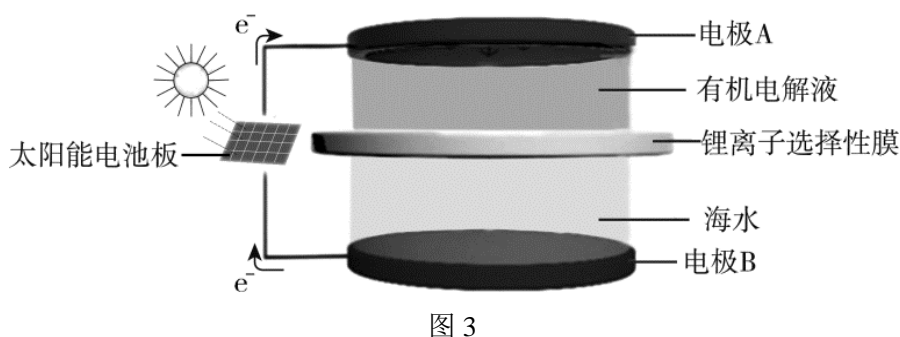
- ④氨气可用电解法合成，其原料转化率大幅度提高，有望代替传统的工业合成氨工艺。电解法合成氨的两种原理及装置如图 1 和图 2 所示。

图 1 中，a 电极上通入的 X 为_____。

图 2 中，d 电极上的电极反应式为_____。



- (2) 海水中有丰富的锂资源，我国科学家研发出利用太阳能从海水中提取金属锂的技术，提取原理如图 3 所示：

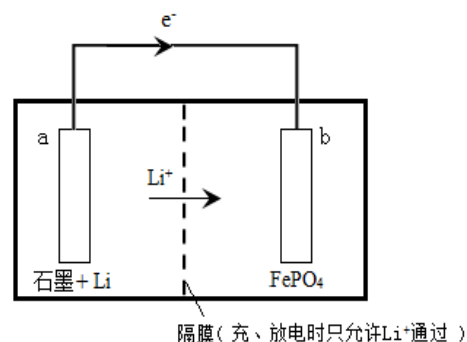


- ①金属锂在电极_____（填“A”或“B”）上生成。
- ②阳极产生两种气体单质，电极反应式是_____。

- ③某种锂离子二次电池的总反应为： $\text{FePO}_4(\text{s}) + \text{Li}(\text{s}) \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4(\text{s})$ ，

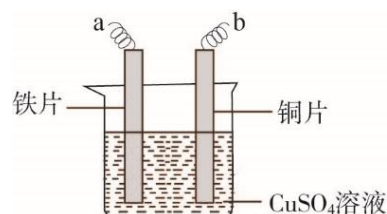
装置如下图所示（a 极材料为金属锂和石墨的复合材料）。下列说法不正确的是_____。

- A. 右图中 e^- 及 Li^+ 移动方向说明该电池处于放电状态
- B. 该电池中 a 极不能接触水溶液
- C. 充电时 a 极连接外接电源的正极
- D. 充电时，b 极电极反应式为： $\text{LiFePO}_4 - \text{e}^- = \text{Li}^+ + \text{FePO}_4$

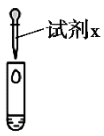


26. (14 分)

- I. NaHSO_3 、 CuSO_4 为实验室常用的化学试剂，均易溶于水，且水溶液显酸性。在铁片镀铜实验中，为提高电镀效果，常用 CuSO_4 溶液作为电镀液。装置如图所示，a 接电源_____极， 阳极的电极反应式为：_____。电镀过程中 $c(\text{Cu}^{2+})$ _____（填“基本不变”、“变大”或“变小”）。



II. 某实验小组对 NaHSO_3 溶液分别与 CuSO_4 、 CuCl_2 溶液的反应进行探究。

实验	装置	试剂 x	操作及现象
A		$1 \text{ mol L}^{-1} \text{ CuSO}_4$ 溶液	加入 2 mL CuSO_4 溶液，得到绿色溶液，3 分钟未见明显变化。
B		$1 \text{ mol L}^{-1} \text{ CuCl}_2$ 溶液	加入 2 mL CuCl_2 溶液，得到绿色溶液，30s 时有无色气泡和白色沉淀产生，上层溶液颜色变浅。

(1) 推测实验 B 产生的无色气体为 SO_2 ，实验证实推测正确：用蘸有碘水的淀粉试纸接近试管口，观察到_____，反应的离子方程式为_____。

(2) 对实验 B 产生 SO_2 的原因进行分析，提出假设：

假设 a: Cu^{2+} 水解使溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大；

假设 b: Cl^- 存在时， Cu^{2+} 与 HSO_3^- 反应生成 CuCl 白色沉淀，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大。

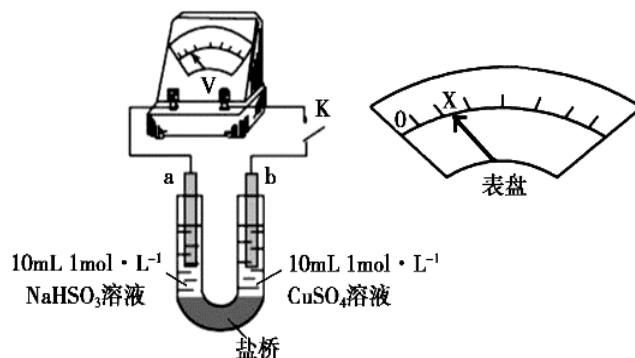
①假设 a 不合理，实验证据是_____；

②实验表明假设 b 合理，实验 B 反应的离子方程式有_____、 $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 对比实验 A、B，提出假设： Cl^- 增强了 Cu^{2+} 的氧化性。

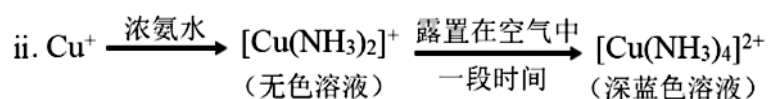
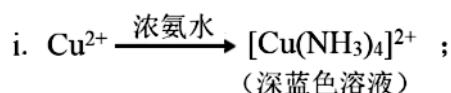
下述实验 C 证实了假设合理，装置如图（两个电极均为碳棒）。实验方案：闭合 K，电压表的指针偏转至“X”处；向 U 形管_____

（补全实验操作及现象）。



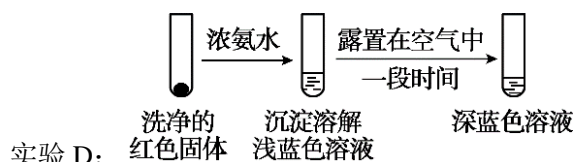
(4) 将实验 A 的溶液静置 24 小时或加热后，得到红色沉淀。经检验，红色沉淀中含有 Cu^+ 、 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。

已知：



iii. Cu_2O 是一种红色粉末状固体，几乎不溶于水，但溶于氨水，形成稳定的、无色的配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 。

①通过实验 D 证实红色沉淀中含有 Cu^+ 和 Cu^{2+} 。



证实红色沉淀中含有 Cu^+ 的实验证据是_____；

②有同学认为实验 D 不足以证实红色沉淀中含有 Cu^{2+} ，设计实验 D 的对比实验 E，证实了 Cu^{2+} 的存在。

实验 E 的方案和现象是_____。（要求：用图示表示，参照实验 D）