



第2章 化学反应与电能

第1节 原电池



基础过关练

1. **D 必刷知识** ①原电池正负极及电极反应类型的判断、电子和离子流向判断

【解析】锂易失电子,作电池负极,**A 正确**;正极上发生得电子的还原反应,**B 正确**;电子由负极(锂电)经导线流向正极(硫电极),**C 正确**;电解质中阳离子向正极移动,**D 错误**。

2. **C 必刷题型** ①原电池工作原理

思路分析 根据题意,放电时 Zn 失去电子发生氧化反应转化为 ZnO,则 Zn 电极为负极,石墨电极为正极,空气中的氧气在石墨电极上发生还原反应: $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ 。

【解析】由思路分析可知,石墨电极作正极,多孔板可以增大与空气的接触面积,**A 正确**;正极上氧气被还原,电解质溶液显碱性,所以正极反应式为 $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$,**B 正确**;外电路中电流从石墨电极(正极)流向锌电极(负极),**C 错误**;石墨电极为正极,原电池中阳离子移向正极,即 K^+ 向石墨电极移动,**D 正确**。

3. **C 必刷知识** ①原电池电子流向判断、电极反应式书写

模型分析 根据装置图可知,电极 b 上氧气得电子,转化为 OH^- ,则电极 b 为正极,电极 a 为负极。

【解析】根据模型分析,该装置为原电池,化学能转化为电能,**A 正确**;电极 b 为正极,电极 a 为负极,电子从电极 a 沿导线流向电极 b,**B 正确**;根据装置图,电极 a 中 $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖)转化为 $C_6H_{12}O_7$ (葡萄糖酸),1 mol 葡萄糖酸比葡萄糖多了 1 mol O 原子,因此消耗 1 mol 葡萄糖,失去 2 mol 电子,即转移电子数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$,**C 错误**;电极 b 上氧气得电子转化为 OH^- ,电极反应式为 $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$,**D 正确**。

4. **B 必刷题型** ①一次电池的工作原理

【解析】锌的活动性强于铜,伏打电堆中,锌为负极,铜为正极。

关键点

伏打电堆工作时,电子从负极经外电路流向正极,不会通过湿布片,**A 错误**;当湿布片上附有海水时,氧气在正极得电子生成 OH^- ,锌失去电子生成锌离子,与 OH^- 结合生成 $Zn(OH)_2$,**B 正确**;当湿布片上附有稀硫酸时,正极反应式为 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$,**C 错误**;若湿布片所含溶液为饱和食盐水,则氧气在正极得电子生成 OH^- ,而 $Cl^- \rightarrow Cl_2$ 发生的是氧化反应,**D 错误**。

5. **B 必刷知识** ①原电池的工作原理、电极反应式的书写、一次电池的判断

【解析】由题图可知 B 极(镁等活泼金属)作负极,则 A 极(石墨)为正极,海水中含有丰富的电解质,如氯化钠、氯化镁等,可作为电解质溶液,**A 正确**;海水中 O_2 和 H_2O 都可在正极得



电子,正极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, **B 错误**; Na、Li 等活泼金属易与水反应,作电极时要防止与海水直接接触,通过隔膜等材料进行防水, **C 正确**;通常海水电池不可充电,属于一次电池, **D 正确**。



进阶突破练

6. C 必刷题型 ② 二次电池的工作原理

模型分析 放电时, Q 电极上 Mg 失去电子转化为 Mg^{2+} , Q 为负极, 负极反应: $\text{Mg} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$, 则 R 为正极, 正极发生得电子的氧化反应: $\text{VS}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{VS}_2$ 。

【解析】由模型分析可知, 正极反应式: $\text{VS}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{VS}_2$, **A 正确**; 放电时为原电池, 阳离子向正极移动, 则 Li^+ 向 R 电极移动, **B 正确**; 放电时 Q 为负极, 发生氧化反应, 则充电时, 应发生还原反应, 作阴极, 与电源负极相连, **C 错误**; 若外电路中转移 0.1 mol 电子, 结合负极反应可知负极消耗 0.05 mol Mg, 减少质量 1.2 g; 正极结合 0.1 mol Li^+ , 增加质量为 0.7 g, 则两极的质量变化值相差 0.5 g, **D 正确**。

关键点拨 原电池充电时, 负极接电源负极, 正极接电源正极, 即“正接正, 负接负”。

7. D 必刷题型 ② 原电池工作原理及电极反应式的书写

思路分析 该分离装置本质上是氢氧燃料电池, A 侧为正极区, 氧气被还原, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \rightleftharpoons 4\text{HCO}_3^-$, B 侧为负极区, 氢气被氧化, 电极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$ 。

【解析】由思路分析可知, A 侧氧气被还原: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \rightleftharpoons 4\text{HCO}_3^-$, **A 正确**; 阴离子移向负极, 故生成的 HCO_3^- 穿过复合薄膜参与 B 侧氢气的氧化反应: $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$, **B 正确**; 加入碳纳米管可使复合薄膜具有电子传输能力, 使 B 侧氢气失去的电子通过复合薄膜传输到 A 侧, **C 正确**; 该装置电子在负极区产生, 在正极区消耗, 不能对外供电, 总反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 为自发的氧化还原反应, 形成氢氧燃料电池, 不需要外加电源, **D 错误**。

8. D 必刷题型 ② 微生物燃料电池

【解析】a 极附近有 O_2 发生得电子的还原反应, 故 a 极为原电池正极, **A 错误**; a 极附近有 O_2 , 微生物细菌为好氧型, b 极位于人工湿地底部, 微生物细菌为厌氧型, **B 错误**; a 极为燃料电池正极, 则 b 极为负极, 电子由负极(b 极)经电阻 R 流向正极(a 极), **C 错误**; a 极表面发生的电极反应有 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 同时还有 NO_3^- 、 NO_2^- 发生得电子的还原反应, **D 正确**。

9. D 必刷题型 ② 二次电池的充放电原理



思路分析 活泼金属锌与 MnO_2 的反应具有自发性,故锌作负极,失电子生成 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$; MnO_2 作正极得电子,电极反应式为 $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】根据二次电池“正接正,负接负”的规律,充电时, MnO_2 接电源正极, **A 正确**;充电时,阴极反应式为 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$,可以实现 KOH 的再生, **B 正确**;根据思路分析可知,放电时正极反应式为 $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**;负极区电解质溶液呈碱性, Zn 主要以 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 的形式存在,不能向正极迁移, **D 错误**。

10. B 必刷知识 ⊙原电池的工作原理、离子移动方向、电化学的相关计算

【解析】多孔结构可增大表面积,更好地捕获甲烷与空气, **A 正确**;氧气在 b 极得电子,发生还原反应, b 极是正极,电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$, **B 错误**;原电池中阴离子 O^{2-} 向负极(a 极)移动, **C 正确**;当有 0.8 g(即 0.05 mol)甲烷参与反应时,电路中转移 0.4 mol e^- ,一个 O^{2-} 带 2 个单位负电荷,所以固体电解质中传递 O^{2-} 的物质的量为 0.2 mol, **D 正确**。

关键点拨 电子转移数量等于电荷迁移数量(即离子所带电荷数与离子数乘积)

11. (1) $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{x}\text{e}^- + \text{x}\text{Zn}^{2+} + \text{n}\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zn}_\text{x}\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{n}\text{H}_2\text{O}$

(2) ① $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ② $44N_A$

必刷题型 ⊙电极反应式书写和电化学相关计算

【解析】(1) 由放电时, Zn^{2+} 插入 V_2O_5 层间形成 $\text{Zn}_\text{x}\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{n}\text{H}_2\text{O}$ 可知,该电池放电时,正极 V_2O_5 得电子生成 $\text{Zn}_\text{x}\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{n}\text{H}_2\text{O}$,正极反应式为 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{x}\text{e}^- + \text{x}\text{Zn}^{2+} + \text{n}\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zn}_\text{x}\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{n}\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ①由题图可知,正极上硝酸根离子得到电子在酸性条件下发生还原反应生成氮气,电极反应式是 $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。②协同转化总反应为醋酸根离子、铵根离子、氧气反应转化为二氧化碳、氮气和水,反应的离子方程式为 $4\text{CH}_3\text{COO}^- + 4\text{NH}_4^+ + 11\text{O}_2 \rightleftharpoons 8\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$,可得关系式 $11\text{O}_2 \sim 44\text{e}^- \sim 2\text{N}_2$,故标准状况下生成 44.8 L(即 2 mol) N_2 时转移电子 $44N_A$ 。

真题风向练

12. C 必刷题型 ⊙碱性锌锰电池

信息梳理 定位:原电池

电极	电极反应式
负极	$\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$
正极	$\text{MnO}_2 + \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnOOH} + \text{OH}^-$



【解析】电池工作时, Zn 作负极, MnO_2 作正极, Mn 元素的化合价由 +4 价降为 +3 价, 发生还原反应, **A 错误**; 原电池中阴离子移向负极, 故 OH^- 通过隔膜向负极移动, **B 错误**; 由正极反应式知, 反应中每生成 1 mol MnOOH , 转移电子数为 6.02×10^{23} , **D 错误**。

关键点拨 原电池中离子移动方向: 正(阳离子)向正; 负(阴离子)向负。

13. C 必刷题型 ⊙ 燃料电池与催化反应机理综合

【解析】由图甲可知, 电极 I 的反应中, O_2 作为反应物, 得电子发生还原反应, 则电极 I 是正极, 正极反应的催化剂是 i, **A 错误**; 已知 O_2 获得第一个电子的过程最慢, 由图甲可知, i 到 ii 为 O_2 获得第一个电子的过程, 所以 i 到 ii 的过程最慢, 该过程的活化能最高, **B 错误**; 由图丙可知该燃料电池的负极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$, 每转移 2 mol 电子生成 2 mol H^+ , 同时有 2 mol H^+ 通过质子交换膜进入正极室, 因此负极室溶液的质量不变, **C 正确**; 图甲中每次循环得 4 个电子, 图丙中每次循环失 2 个电子, 根据得失电子守恒可知, 相同时间内, 电极 II 上的催化循环完成次数是电极 I 上的催化循环完成次数的 2 倍, **D 错误**。

风向速览 电化学与反应机理图像融合

近几年高考化学命题呈现显著的模块融合趋势, 打破传统模块界限, 强化跨模块知识整合。本题将电化学与反应机理分析相结合: 原电池+电极反应机理, 要求考生在分析电极反应的同时, 结合反应机理图, 综合判断物质转化路径, 对核心知识模块考查深度要求提高, 既有题目“新”的宽度, 又有知识要求的“深”度。备考时, 不建议孤立学习, 应构建反应原理(热力学、动力学)、物质结构与性质间的关联网络, 强化解读多步骤反应路径图的能力, 训练从微观机理角度综合分析能量转化、速率影响因素及反应条件调控策略, 提升在综合情境中灵活迁移、解决复杂问题的能力。

第2节 电解池



基础过关练

1. C 必刷题型 ⊙ 电化学氢化和联合制氢

【解析】N 极电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 则 N 极为阴极, 接电源的负极, 则 a 为电源的正极, H^+ 从 M 极向 N 极迁移, **A、B 正确**; 根据图示可知, M 极电极反应式为 $\text{N}_2\text{H}_4 - 2\text{e}^- = \text{N}_2 + 2\text{H}_2$, **C 错误**; 标准状况下, N 极上生成 22.4 L (即 1 mol) H_2 时, 转移 2 mol 电子, 铅酸蓄电池负极反应式为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$, 则负极质量增加 96 g, **D 正确**。

2. D 必刷题型 ⊙ 电解原理的应用

思路分析 电解池工作过程中, Pt 电极上 H_2O 转化为 O_2 , 发生氧化反应, 为阳极, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$; 阴极上 CO_2 得电子被还原, 结合 H^+ 转化为 HCOOH , 电极反应式为 $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$ 。



【解析】外电路每转移 2 mol e^- , 阴极室电解质溶液除了增加 1 mol CO_2 的质量, 还有从阳极迁移来的 2 mol H^+ 的质量, 因此阴极室电解质溶液质量增加 46 g , **A 错误**; 由思路分析可知, 阴极反应式为 $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCOOH}$, **B 错误**; H^+ 移向阴极, 因而从左向右移动, **C 错误**; Pt 电极为阳极, H_2O 放电生成 H^+ 和 O_2 , 虽然生成的 H^+ 移向了阴极, 但消耗了水, $c(\text{H}^+)$ 增大, 故 Pt 电极附近溶液的 pH 减小, **D 正确**。

易错警示 进行电解质溶液质量变化计算时, 要考虑离子迁移问题。

3. D 必刷题型 ④ 电催化合成 2,5-呋喃二甲酸

【解析】 催化剂能降低电极反应的活化能, 加快反应速率, **A 正确**; 由图可知, 1 mol Ni^{2+} 在催化电极 a 放电生成 1 mol NiO(OH) , 然后发生反应 $6\text{NiO(OH)} + \text{HOCH}_2\text{C}_5\text{H}_3\text{OCHO} + 12\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Ni}^{2+} + \text{HOOC-C}_5\text{H}_3\text{O-COOH} + 10\text{H}_2\text{O}$, 则 1 mol Ni^{2+} 在催化电极 a 放电可得到 $\frac{1}{6} \text{ mol}$ 2,5-呋喃二甲酸, **B 正确**; 由图可知, 催化电极 a 上 Ni^{2+} 失去电子, 发生氧化反应, 为阳极, 则催化电极 b 为阴极, 阴极反应为 $\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-NO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**; 反应时阳离子向阴极迁移, 电路中每转移 1 mol e^- , 会有 1 mol H^+ 从阳极区进入阴极区, 导致阳极区质量减小 1 g , 阴极区质量增加 1 g , 质量变化的差为 2 g , **D 错误**。

关键点拨 有机物参加反应时电子转移情况可根据分子中 H 原子和 O 原子数目变化来判断, 多一个 O 原子, 失去 2e^- , 多两个 H 原子, 得到 2e^- 。

4. C 必刷知识 ④ 电解原理、电极反应式

【解析】 电极 Y 上丙烯腈得电子生成己二腈, 作阴极, X 作阳极, 则 c 为正极, d 为负极, 电源 c 极的电势高于 d 极, **A 正确**; 电极 Y 上丙烯腈得电子生成己二腈, 反应 i 为 $2\text{CH}_2=\text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NC(CH}_2)_4\text{CN}$, **B 正确**; 反应 ii 为 $\text{CH}_2=\text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$, 结合反应 i 与反应 ii 可知生成 1.0 mol 己二腈和丙腈的混合物, 共转移电子 2 mol , 即迁移氢离子总量为 2 mol , 阳极水放电 ($2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$) 产生 0.5 mol 氧气, 阳极区溶液减少的质量为 $0.5 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18 \text{ g}$, **C 错误**; 季铵盐可增强电解液的电导率, 增大丙烯腈的溶解度, 促进反应 i 发生, 抑制反应 ii 发生, 从而提高产品产率, **D 正确**。

5. C 必刷题型 ④ 电解合成 1,2-二氯乙烷

思路分析 根据题图装置, 产生 H_2 的电极为阴极, 电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, 装置右侧产生 NaOH 浓溶液, 说明 Na^+ 移向阴极, Y 为阳离子交换膜; 阳极上 CuCl 失去电子发生氧化反应生成 Cu^{2+} , Cl^- 移向阳极, X 为阴离子交换膜。



【解析】由思路分析可知,离子交换膜 X、Y 分别为阴离子交换膜和阳离子交换膜, **A 正确**;产生氢气的电极为阴极,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, **B 正确**;阴极产生 1 mol H_2 ,转移 2 mol e^- ,阳极上 2 mol CuCl 失去 2 mol e^- 生成 2 mol Cu^{2+} ,液相反应: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 2\text{CuCl}_2 \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{CuCl}$,结合得失电子守恒可得关系式: $\text{H}_2 \sim 2\text{Cu}^{2+} \sim \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$,则理论上可生成 1 mol 1,2-二氯乙烷, **C 错误**、**D 正确**。



进阶突破练

6. D 必刷题型 ① 电解池的有关计算

思路分析 由 CH_3OH 制取 HCOONa ,碳元素由 -2 价升高到 +2 价,则右侧电极为阳极,b 为电源正极;左侧电极为阴极,a 为电源负极。

【解析】由思路分析可知,b 为电源正极, **A 正确**; Na^+ 向阴极移动,由右侧室向左侧室移动, **B 正确**;阴极反应式为 $2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^- + \text{H}_2 \uparrow$, **C 正确**;当电路中转移 0.2 mol e^- 时,根据 $2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^- + \text{H}_2 \uparrow$,吸收 $n(\text{CO}_2) = n(\text{e}^-) = 0.2 \text{ mol}$,生成 $n(\text{H}_2) = 0.1 \text{ mol}$,定向移动到阴极室的 $n(\text{Na}^+) = n(\text{e}^-) = 0.2 \text{ mol}$,则阴极室增加的质量 $m = m(\text{CO}_2) + m(\text{Na}^+) - m(\text{H}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.2 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.1 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.2 \text{ g}$, **D 错误**。

7. D 必刷题型 ② 电解池和原电池结合应用

思路分析 装置 II 中实现铁棒上镀铜,则 Cu 棒作阳极、Fe 棒作阴极,装置 I 中左侧电极为负极、右侧电极为正极,负极上通入燃料、正极上通入氧化剂,所以 b 处通入的气体是 O_2 (**A 正确**)。甲烷在负极失电子和氢氧根离子反应生成碳酸根离子和水。装置 I 中消耗氢氧根离子使溶液 pH 减小。电镀过程中阴极变化的质量就是析出铜的质量,根据整个装置中电子转移的量相等来计算消耗甲烷的体积(标准状况)。

【解析】根据装置 I 中电池总反应 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{KOH} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 可知,KOH 参加反应导致溶液中 KOH 浓度降低,则溶液的 pH 减小, **B 正确**;a 处电极为负极,负极上通入燃料甲烷,甲烷失电子生成的二氧化碳和氢氧根离子反应生成碳酸根离子和水,电极反应式为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**;电镀过程中阴极变化的质量就是析出铜的质量,阴极析出的 $n(\text{Cu}) = \frac{51.2 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.8 \text{ mol}$,左边原电池和右边电解池转移电子数相等,则可列关系式:

$$\begin{array}{ccc} 4\text{Cu} \sim 8\text{e}^- \sim \text{CH}_4 \\ 4 & & 1 \\ 0.8 \text{ mol} & & 0.2 \text{ mol} \end{array}$$

所以消耗标准状况下甲烷的体积为 $0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$, **D 错误**。

8. A 必刷题型 ③ 探究铁上电镀铜的实验



思路分析 对比实验 i 和 ii, 铁作电镀池的阴极, 会先与溶液中的 H^+ 反应生成 Fe^{2+} 和 H_2 , 一段时间后, 随着 H^+ 浓度下降, Cu^{2+} 在阴极得到电子发生还原反应生成铜; 实验 iii 中 Cu^{2+} 与过量氨水反应生成四氨合铜离子, 四氨合铜离子在阴极得到电子发生还原反应生成铜, 在铁表面得到比实验 i 更致密的镀层。

【解析】由实验 ii 现象可知, 气体量减少可能是因为 H^+ 浓度下降, 或者生成的 Cu 将 Fe 电极覆盖, 对反应有阻碍作用, **A 正确**; 实验 i 中电解质为 CuSO_4 , 阴极表面先产生红色固体, 说明 Cu^{2+} 放电; 实验 ii 中电解质为 CuSO_4 和硫酸, 阴极表面先产生无色气体, 说明 H^+ 得电子生成的 H_2 , 一段时间后观察到 Cu 生成, 由此可知, 在一定条件下, H^+ 优先于 Cu^{2+} 放电, 且酸性越强, H^+ 放电能力越强, **B 错误**; 实验 iii 中, 发生电极反应: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} + 4\text{NH}_3$, 过程中氨气的量不变, 不需要补充浓氨水, **C 错误**; 致密镀层与铜氨配合物有关, 与溶液 pH 关系不大, **D 错误**。

9. C 必刷题型 ① 电解池、原电池的应用

【解析】第一步中右侧为阳极, 发生失去电子的氧化反应: $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 - x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$, **A 错误**; 第二步银电极上银失去电子并结合 Cl^- 生成氯化银, 电极反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$, **B 错误**; 第三步中, 阳极是氯离子失去电子生成氯气, 阴极是氯化银得到电子生成银和氯离子, 故放电结束后溶液的 pH 不变, **C 正确**; 没有说明氧气是否在标准状况下, 故不能计算生成 Cl_2 的物质的量, **D 错误**。

10. B 必刷知识 ① 离子交换膜的判断、电解的相关计算、电极反应式的书写

【解析】根据溶液中 H^+ 、 OH^- 移动方向可知, 左侧石墨 M 为阳极, 右侧石墨 N 为阴极, II 室为原料室, Co^{2+} 、 Ni^{2+} 由 II 室进入 III 室, Co^{2+} 和乙酰丙酮不反应, Ni^{2+} 和乙酰丙酮反应, 因此膜 a 为阴离子交换膜, 膜 b 为阳离子交换膜, **A 正确**; 石墨 N 为阴极, 电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, IV 室内消耗的 H^+ 与转移过来的 H^+ 数量相等, 所以硫酸浓度不变, **B 错误**; 由题图信息可知, III 室中 Ni^{2+} 参与的反应为 $\text{Ni}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CH}_3\text{COCHCOCH}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**; 通电过程中 N 极每产生 11.2 L (标准状况) 气体 (即 0.5 mol H_2), 就有 1 mol H^+ 通过双极膜进入 IV 室, 消耗 1 mol H_2O , 双极膜内减少 18 g H_2O , **D 正确**。

真题风向练

11. B 必刷知识 ① 电解原理, 涉及电极反应式及相关计算、离子迁移、溶液 pH 变化

模型解读 该装置中有直流电源, 为电解池, $x < 1$, 则 Li_xCoO_2 转化为 LiCoO_2 过程中, Co 元素化合价由 $+(4-x)$ 降为 +3, Li_xCoO_2 得电子发生还原反应, 为阴极, Pt 电极为阳极。

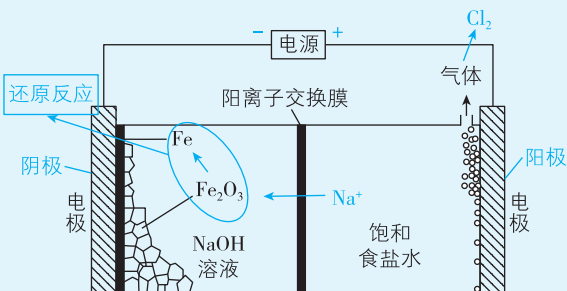
电极及反应类型	电极反应式
Li_xCoO_2 电极 (阴极), 还原反应	$\text{Li}_x\text{CoO}_2 + (1-x)\text{e}^- + (1-x)\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$ (A 错误)
Pt 电极 (阳极), 氧化反应	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

【解析】由电极反应式可知,产生标准状况下 5.6 L(即 0.25 mol) O_2 时转移 1 mol 电子,理论上转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的 Li_xCoO_2 , **B 正确**; SO_4^{2-} 为阴离子,向阳极移动,即向 Pt 电极迁移, **C 错误**;由阳极电极反应式可知,电解过程中,阳极产生 H^+ 、消耗 H_2O ,则阳极附近 pH 降低, **D 错误**。

12. C 必刷知识 ⊙ 电解原理的理解及判断、电解池有关计算

要点图解

根据湿法冶铁可知,左室发生还原反应,连接电源负极;右室发生氧化反应,连接电源正极。



【解析】阳极发生氧化反应生成 Cl_2 , **A 正确**;阴极反应: $Fe_2O_3 + 3H_2O + 6e^- \rightleftharpoons 2Fe + 6OH^-$,阴极区溶液中 OH^- 浓度逐渐升高, **B 正确**;理论上消耗 1 mol Fe_2O_3 转移 6 mol e^- ,阳极室生成 3 mol Cl_2 ,且有 6 mol Na^+ 向阴极室迁移,则阳极室溶液质量减少 $3 \text{ mol} \times 71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 6 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 351 \text{ g}$,阴极室物质质量最多增加 $6 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 138 \text{ g}$, **C 错误**、**D 正确**。

第 3 节 金属的腐蚀与防护



基础过关练

1. B 必刷知识 ⊙ 吸氧腐蚀、铜锈的主要成分

【解析】铜在空气中主要发生吸氧腐蚀, **A 错误**;铜锈的主要成分为 $Cu_2(OH)_2CO_3$, **B 正确**;铜可以和硝酸反应,用硝酸清洗铜器可以除去铜锈,但也会破坏铜器本身, **C 错误**;铅、锡比铜活泼,发生电化学腐蚀时铜作正极,会减缓铜的腐蚀, **D 错误**。

2. D 必刷知识 ⊙ 金属的电化学腐蚀原理分析

【解析】该铁制管道发生电化学腐蚀时,Fe 为原电池的负极,Fe 失去电子生成 Fe^{2+} ,负极上的电极反应式: $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, **A 正确**;电化学腐蚀需要电解质溶液参与,黏土比沙土更加湿润,含水量较多,掩埋在黏土部分的管道比掩埋在沙土部分的管道电化学腐蚀更快, **B 正确**;如果沙土供氧充分,则管道在沙土中的部分为正极,在黏土中的部分为负极,该部分铁失去电子,腐蚀会加剧, **C 正确**;若采用外加电流法进行防腐,将铁管道与电源负极相连作阴极,阳极选择惰性电极即可,不能选金属性强于铁的单质, **D 错误**。

3. C 必刷知识 ⊙ 金属的腐蚀与防护

【解析】海水中钢管在潮湿环境下主要发生电化学腐蚀,燃气灶中心的铁生锈主要是铁和氧气在高温条件下反应,主要发



生化学腐蚀, **A 正确**; 涂层将海泥与钢管本身隔绝开来, 避免二者接触发生电化学腐蚀, **B 正确**; 将钢闸门连接到直流电源的负极加以保护, 应用的是外加电流法, **C 错误**; 白铁(镀锌铁)被破坏时, 锌为负极, 铁为正极, 铁受到一定程度的保护, 马口铁(镀锡铁)被破坏时, 铁为负极, 锡为正极, 铁更易被腐蚀, 因此白铁(镀锌铁)比马口铁(镀锡铁)更耐腐蚀, **D 正确**。

4. B 必刷题型 ⊙钢铁的腐蚀原理及应用

【解析】根据机理示意图可知, SO_4^{2-} 在硫酸盐还原菌(SRB)的作用下生成 S^{2-} , 若有氧气存在, O_2 会将 S^{2-} 氧化, 所以推测该反应是在无氧环境下进行的, **A 错误**; 由图可知, SO_4^{2-} 与 $[\text{H}]$ 反应生成水和硫离子, 该反应可表示为 $8[\text{H}] + \text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{\text{SRB}} \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$, **B 正确**; 由图可知, 在硫酸盐还原菌(SRB)作用下, Fe 合金腐蚀后最终有 FeS 生成, **C 错误**; 当 1 mol SO_4^{2-} 在 SRB 的作用下转化为硫离子时需要消耗 8 mol $[\text{H}]$, 1 mol 水能产生 1 mol $[\text{H}]$, 所以理论上正极反应会消耗 8 mol 水, **D 错误**。



进阶突破练

5. C 必刷题型 ⊙金属电化学腐蚀实验

【解析】X 为石墨棒, 溶液含 Na^+ 、 Cl^- , 开关 K 置于 A 处, Fe 与电源负极相连作阴极被保护, 可减缓铁的腐蚀, **A 正确**; X 为石墨棒, 溶液含 Na^+ 、 Cl^- , 开关 K 置于 B 处, 构成原电池时铁为负极, 发生吸氧腐蚀, **B 正确**; X 为铜棒, 溶液含 H^+ 、 SO_4^{2-} , 开关 K 置于 A 处, 构成电解池, 不能比较铁和铜的金属活动性强弱, **C 错误**; X 为铜棒, 溶液含 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 SO_4^{2-} , 开关

易错点

K 置于 A 处, Cu 与电源正极相连作阳极, Cu 在阳极上失去电子后, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 在阴极得到电子, 可实现在铁棒上镀铜, **D 正确**。

6. D 必刷知识 ⊙金属的电化学腐蚀与防护

【解析】铜不能与酸反应产生 H_2 , 铜器在弱酸性环境中表面生成铜绿发生的是吸氧腐蚀, **A 错误**; KSCN 溶液只能用来检验 Fe^{3+} , 若铁被腐蚀, 则生成的是 Fe^{2+} , 用 KSCN 溶液无法检验, 因此一段时间后向三颈烧瓶中加入 KSCN 溶液, 溶液未变红, 不能说明铁被保护, **B 错误**; 压强传感器测得压强几乎未发生变化, 可能是析氢腐蚀和吸氧腐蚀同时发生, **C 错误**; 采油平台的钢铁构筑物与外接电源的负极相连采用的防护方法叫外加电流法, **D 正确**。

7. C 必刷知识 ⊙铁的电化学腐蚀

思路分析

图甲装置为原电池, 铁作负极, 开始时 pH 较小, AB 段溶液 pH 增大, 体系压强增大, 铁主要发生析氢腐蚀; BD 段溶液 pH 增大, 体系压强减小, 正极反应式: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$; DE 段溶液 pH 基本不变, 但压强减小, 产生的 Fe^{2+} 被 O_2 氧化, pH 基本不变可能的原因: 相同时间内, $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 消耗 H^+ 的量与 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 8\text{H}^+$ 产生 H^+ 的量基本相同。



【解析】AB 段主要发生析氢腐蚀，pH 越大， H^+ 浓度越小， H_2 析出速率越小，A 错误；由图乙可知 BC 段的 $pH < 7$ ，正极不能产生 OH^- ，电极反应式为 $O_2 + 4e^- + 4H^+ = 2H_2O$ ，B 错误；由分析可知，C 正确；若将铁粉改为铜粉，铜不与酸反应产生氢气，pH 和压强变化曲线与图乙不相似，D 错误。

8. A 必刷题型 ①金属腐蚀实验探究

思路分析 实验 I 中铁钉周边出现少量红色和蓝色区域，正极发生的是氧气得电子的还原反应，即 $2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$ ，使酚酞溶液变红，负极发生的是金属铁失电子的氧化反应，即 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ ， Fe^{2+} 与 $K_3[Fe(CN)_6]$ 作用出现蓝色区域， $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$ ，合并得到 $2Fe + 2H_2O + O_2 = 2Fe(OH)_2$ ， $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3$ ， $Fe(OH)_3$ 失去部分水，发生反应： $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 \cdot xH_2O + (3-x)H_2O$ ，有少量红棕色铁锈生成；实验 II 中 5 min 时铁钉周边出现红色区域，未见蓝色出现，锌片周边未见明显变化，25 min 时，铁钉周边红色加深，区域变大，未见蓝色出现，锌片周边未见明显变化，说明 Zn 保护了 Fe，实验 II 中铁钉未被腐蚀，据此分析答题。

【解析】由思路分析可知，A 错误；实验 II 中金属铁作正极，氧气发生得电子的还原反应： $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ ，B 正确；实验 I 若使用纯铁材质铁钉，则只能进行化学腐蚀，而不纯的铁质材料能够发生电化学腐蚀，电化学腐蚀速率比化学腐蚀快，C 正确；将 Zn 片换成 Cu 片，铁作负极加快腐蚀，推测 Cu 片周边会出现红色，铁钉周边会出现蓝色，D 正确。

真题风向练

9. D 必刷知识 ①金属的防护

【解析】用化学方法在钢铁部件表面进行发蓝处理，会生成一层致密的四氧化三铁薄膜，A 不符合题意；利用阳极氧化处理铝制品的表面，可以使之形成致密的氧化膜而钝化，B 不符合题意；表面渗镀是利用各种方法在钢铁表面制备陶瓷涂层（如 TiC 、 TiN 等），也形成了稳定的钝化膜，C 不符合题意；喷涂油漆通过油漆隔绝舰体与空气、水，没有形成表面钝化膜，D 符合题意。

10. B 必刷知识 ②应用原电池原理的金属防护

信息梳理 图甲为利用原电池原理的牺牲阳极法，图乙为利用电解原理的外加电流法。

电极	电极反应式
图甲左侧：正极	$O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$
图甲右侧：负极	$Zn - 2e^- = Zn^{2+}$ （假设负极为锌板）
图乙左侧：阴极	$2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$
图乙右侧：阳极	$2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2 \uparrow$

【解析】题图乙中辅助阳极为惰性电极，其本身不参与反应，不失去电子，A 错误；外加电压偏高时，钢闸门附近聚集较

多电子,除 H_2O 得电子发生还原反应外, O_2 也可能在阴极上得电子, **B 正确**;当调节外加电压使钢闸门表面的腐蚀电流为零时,防护效果最好,随着外界环境改变,腐蚀电流会发生变化,外加电压也应随之调节, **C 错误**;当钢闸门表面的腐蚀电流为零时,说明牺牲阳极或外加电源传递过来的电子阻止了 $\text{Fe}-2\text{e}^-\longrightarrow\text{Fe}^{2+}$ 的发生,起到金属防腐的效果,但牺牲阳极与辅助阳极上的反应仍在进行,保证有电子传递给钢闸门, **D 错误**。

11. (1) 碱性环境抑制吸氧腐蚀正极反应的进行,反应速率减慢;碱性溶液中, O_2 溶解度较小,减少文物与 O_2 的接触,减缓吸氧腐蚀

(2) KHCO_3 、 K_2CrO_4 具有强氧化性,能使设备表面形成一层致密的氧化膜

必刷考点 ⊙ 金属的腐蚀原理

【解析】(1) 吸氧腐蚀时正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{OH}^-$, 根据化学平衡移动原理,碱性溶液中, OH^- 浓度较大,会抑制 O_2 得电子,使吸氧腐蚀的速率减慢; O_2 在高离子浓度的液体中溶解度较小,碱性溶液比纯水溶解氧的能力低,减少了文物与 O_2 的接触,减缓吸氧腐蚀。

(2) 脱碳过程中, K_2CO_3 溶液会吸收 CO_2 , 发生反应 $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KHCO}_3$, 当 K_2CO_3 溶液浓度偏高时,会生成较多 KHCO_3 , 而 KHCO_3 溶解度相对较小,容易在溶液中达到饱和后结晶析出,从而堵塞设备。 K_2CrO_4 中的 Cr 元素化合价为 +6, 处于最高价态,具有强氧化性,在钢制吸收塔的环境中,它会与铁发生氧化还原反应,使铁表面形成一层由铁的氧化物和铬的氧化物组成的致密氧化膜,这层氧化膜可以将钢铁与腐蚀性介质隔离开,阻止氧气、水和其他腐蚀性物质与钢铁接触,从而减缓腐蚀。

专题 2 新型电化学装置



进阶突破练

1. A 必刷题型 ⊙ 新型有机电解质电池

【解析】乙醇不是电解质,并且乙醇会与金属钙反应, **A 错误**;原电池中,阳离子向正极移动,故 Ca^{2+} 向 a 极迁移, **B 正确**;标准状况下 22.4 L O_2 的物质的量为 1 mol,由图可知,氧元素化合价从 0 降低为 -1,故 1 mol 氧气得 2 mol 电子,理论上转移 2 mol 电子, **C 正确**;单位质量的金属锂参与电极反应失去的电子比等质量的金属钙多, **D 正确**。

2. B 必刷题型 ⊙ 浓差电池的分析

思路分析 由图可知,钇稳定氧化锆浓差电池工作时, A 电极上 O_2 得电子生成 O^{2-} , B 电极上 O^{2-} 失电子生成 O_2 , 则 A 电极为正极, B 电极为负极, 正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{O}^{2-}$, 负极反应式为 $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow$ 。

【解析】 A 电极为正极, B 电极为负极, 正极电势高于负极电势, **A 正确**;该浓差电池工作时,仅 O^{2-} 移动, Zr^{4+} 、 Y^{3+} 并不发



生定向移动, **B 错误**; 由思路分析可知, B 电极的电极反应式为 $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow$, **C 正确**; 若测量侧处于富氧环境中, B 电极消耗 O_2 , A 电极生成 O_2 , O^{2-} 由 B 电极向 A 电极迁移, 电池的正、负极可能会发生转换, **D 正确**。

3. D 必刷题型 ①微生物燃料电池、有机电池

思路分析 由题图可知, $(\text{CH}_2\text{O})_n$ 在 a 极上转化成 CO_2 , 碳元素化合价由 0 价升高到 +4 价, 失电子, 故 a 极为负极, b 极为正极。

【解析】 质子由负极移动到正极, 即从 a 极移动到 b 极, **A 正确**; 微生物主要起到催化作用, **B 正确**; b 极上对氯苯酚得电子生成苯酚, 电极反应式: $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} + 2\text{e}^- + \text{H}^+ = \text{C}_6\text{H}_5-\text{OH} + \text{Cl}^-$, **C 正确**; 总反应: $2n\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} + (\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{H}_2\text{O} = 2n\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH} + 2n\text{Cl}^- + n\text{CO}_2 \uparrow + 2n\text{H}^+$, **D 错误**。

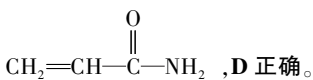
4. B 必刷题型 ②液流电池装置分析

思路分析 放电时, 正极室发生还原反应, 电极反应式为 $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, 负极室发生氧化反应, 电极反应式为 $\text{V}^{2+} - \text{e}^- = \text{V}^{3+}$, H^+ 通过质子交换膜由负极室移向正极室。

【解析】 放电时, H^+ 穿过质子交换膜进入正极室, **A 错误**; 根据电子的移动方向, 正极上发生得电子的还原反应, 正极的反应为 $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, **B 正确**; 充电时, H^+ 由正极室移向负极室, 负极室 H^+ 浓度增大, pH 降低, **C 错误**; 充电时, 电极 a 为阳极, 应连接电源的正极, **D 错误**。

5. B 必刷知识 ③固态电解质的新型电池

【解析】 某柔性屏手机的柔性电池以碳纳米管作电极材料, 即碳纳米管具有导电性, 可用作电极材料, **A 正确**; 放电时, 正极上二氧化锰得到电子生成 $\text{MnO}(\text{OH})$, 以吸收了 ZnSO_4 溶液的有机高聚物作固态电解质, 则正极上消耗 H_2O , 生成 OH^- , 电极反应为 $\text{MnO}_2 + \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$, **B 错误**; 放电过程中锌膜一侧的碳纳米管作负极, 充电过程中锌膜一侧的碳纳米管作阴极, 充电时阳离子移向阴极, 则充电时, Zn^{2+} 移向锌膜, **C 正确**; 根据高聚物的结构单元可知, 该高聚物为加聚产物, 合成有机高聚物的单体是



6. D 必刷题型 ④固态电解质的电化学装置综合考查

思路分析 由图可知, 充电时, N 极的电极反应式为 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2 - x\text{e}^- = \text{Li}_{1-x}\text{Ni}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2 + x\text{Li}^+$, 失电子, 发生氧化反应, 为阳极, 则 M 极为阴极, 故放电时, N 极为正极、M 极为负极。

【解析】 根据思路分析可知, 充电时, N 极失电子, 发生氧化反应, **A 错误**; 结合图示可知, 放电时, Li^+ 移向正极, 即向 N 极



移动, **B** 错误; 放电时, M 极发生氧化反应生成 Li^+ : $Li_xC - xe^- \rightleftharpoons xLi^+ + C$, **C** 错误; 当电路中通过 1 mol 电子时, 通过固态电解质的 Li^+ 为 1 mol , 质量为 $1 \text{ mol} \times 7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7 \text{ g}$, 所以理论上两电极的质量变化差为 14 g (正、负两极质量一增一减), **D** 正确。

7. A 必刷知识 ⑥ 微生物电池与有机电解池的串联分析

思路分析 甲池为微生物电池, 通入 O_2 的 B 极为正极, A 极为负极; 乙池为电解池, 苯得电子生成环己烷, 则电极 M 作阴极, 电极 N 作阳极。

【解析】 原电池的负极应与电解池的阴极相连, 甲池中 A 极

关键点

为负极, 乙池中电极 M 作阴极, 则甲池中 A 极应与乙池中多孔惰性电极 M 相连, **A** 正确; 由分析可知, 乙池中苯在阴极得到电子生成环己烷, 电极反应式: $\text{C}_6\text{H}_6 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}$, 但乙池中还有副产物 H_2 生成, 则阴极还会发生电极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$, **B** 错误; 乙池中电极 N 作阳极, 电极反应式: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 甲池中 B 极为正极, 电极反应式: $O_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 转移电子数相等时, 同温同压下, B 极消耗的氧气的体积等于 E 处放出气体的体积, **C** 错误; 甲池为微生物电池, 高温会导致微生物失活, 导致甲池放电效率降低, 不能加快乙池中苯转化为环己烷的速率, **D** 错误。

真题风向练

8. B 必刷题型 ⑥ 二次电池工作原理, 涉及电极判断、pH 变化、电极反应式、电化学计算

模型解读 放电时, 电极 II 上 MnO_2 减少, 则电极 II 上 MnO_2 得电子转化为 Mn^{2+} , 作正极, 电极 I 为负极, MnS 失电子转化为 S ; 则充电时, 电极 I 为阴极, 电极 II 为阳极 (**A** 正确)。电极反应式如下:

	电极 I	电极 II
放电过程	负极: $MnS - 2e^- \rightleftharpoons S + Mn^{2+}$ (C 正确)	正极: $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$
充电过程	阴极: $S + 2e^- + Mn^{2+} \rightleftharpoons MnS$	阳极: $Mn^{2+} + 2H_2O - 2e^- \rightleftharpoons MnO_2 + 4H^+$

【解析】 根据电极反应式可知, 放电时, II 极室即正极室消耗 H^+ 并生成水, 所以正极室中的溶液 pH 升高, **B** 错误; 根据电极反应式可知, 充电时, 每消耗 16 g (即 0.5 mol) S , 转移 1 mol 电子, 结合题目信息可知转移 1 mol 电子能提供的理论容量为 $26.8 \text{ A} \cdot \text{h}$, **D** 正确。

专题 3 电化学装置的分析及计算



进阶突破练

1. B 必刷题型 ⑥ 二次电池的原理及应用



【解析】放电时 Zn 电极为负极,电极反应式为 $\text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 浓度增大,反应 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+ + \text{H}^+$ 平衡正向移动, H^+ 浓度增大, I 室溶液 pH 减小, **A 错误**; 放电时,该装置 II 室中 Na^+ 通过阳离子交换膜进入 III 室, Cl^- 通过阴离子交换膜进入 I 室,可实现海水淡化, **B 正确**; 放电时, Zn 电极反应式为 $\text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 则充电时, Zn 电极反应式为 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O}$, **C 错误**; 充电时, Pt/C 电极为阳极,电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 每生成 1 mol O_2 转移 4 mol 电子, 同时有 4 mol Na^+ 通过阳离子交换膜进入 II 室, III 室溶液质量理论上减少 $1 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 124 \text{ g}$, **D 错误**。

易错警示 判断电解质溶液质量变化时,既要考虑电极反应中溶质质量的变化,还要考虑因离子迁移而导致的质量变化。

2. D 必刷题型 ②二次电池电极反应式及相关计算

【解析】放电时,正极反应为 $6\text{CO}_2 + 24\text{e}^- + 24\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$, 每有 1 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 生成,转移电子数为 24 mol,根据得失电子守恒,可知负极有 12 mol Zn 反应, **A 正确**; 充电时阳极反应为 $12\text{H}_2\text{O} - 24\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{O}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$, 阴极反应为 $2[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Zn} + 8\text{OH}^-$, **B 正确**; 充电时,电池总反应为 $2[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Zn} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$, **C 正确**; 当充电、放电过程转移等量电子时,消耗和生成的 H^+ 量也相

易错点

同,但消耗和生成水的量不同,会导致正极区溶液浓度改变,所以 pH 不能复原, **D 错误**。

3. A 必刷题型 ②原电池-电解池组合装置的分析

【解析】左侧为原电池, a 极上 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 得电子生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$, a 极是正极、b 极是负极, a 极反应为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 8\text{OH}^-$, 1 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 参与反应转移 6 mol 电子, OH^- 通过阴离子交换膜进入 NaCl 溶液中, b 极是负极,电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} - 28\text{e}^- + 11\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 28\text{H}^+$, 转移 6 mol 电子时有 6 mol H^+ 通过阳离子交换膜进入 NaCl 溶液中, OH^- 、 H^+ 反应生成水,理论上 NaCl 溶液中离子数不变, **A 错误**; 由 A 项分析可知,电池工作时, b 极附近 pH 减小, **B 正确**; 右侧为电解装置, c 极是阴极, c 极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, d 极为阳极, d 极反应式为 $\text{H}_2\text{O} - \text{e}^- \rightleftharpoons \cdot\text{OH} + \text{H}^+$, $\cdot\text{OH}$ 与苯酚发生反应: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 28 \cdot\text{OH} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 17\text{H}_2\text{O}$, 转移 28 mol 电子时, c 极区生成 14 mol 氢气, d 极区生成 6 mol 二氧化碳气体,所以相同条件下 c、d 两极区产生气体的体积比为 7:3, **C、D 正确**。

4. D 必刷题型 ②双极膜的应用

思路分析 根据图示,糠醛在 A 电极上发生还原反应生成糠醇, A 是阴极; MnOOH 在 B 电极上被氧化为 MnO_2 , B 是阳极。

【解析】电解池中阳离子向阴极移动,通电时双极膜将水解离为 H^+ 和 OH^- , H^+ 向阴极移动,即向左侧移动, **A 错误**; 根据图



示,糠醛被 MnO_2 氧化为糠酸盐,产物为糠酸盐,故溶液不显

酸性,生成糠酸盐的离子方程式为 $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}-\text{CHO} + 2\text{MnO}_2 + \text{OH}^-$

$\longrightarrow \text{C}_5\text{H}_4\text{O}-\text{C}(=\text{O})\text{O}^- + 2\text{MnOOH}$, **B 错误**;电极 A 上 1 mol 糠醛生

成 1 mol 糠醇时得到 2 mol 电子,同时电极 B 上 2 mol MnOOH 失去 2 mol 电子,发生的反应为 $\text{MnOOH} - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,消耗 2 mol OH^- ,生成 2 mol MnO_2 ,2 mol MnO_2 将 1 mol 糠醛氧化为 1 mol 糠酸盐,消耗 1 mol OH^- ,可知转移 2 mol 电子时阳极室中共消耗 3 mol OH^- ,转移 2 mol 电子时双极膜中水电离生成 2 mol OH^- 进入阳极室,所以电解过程中,阳极室中反应消耗的 OH^- 的量大于透过双极膜进入阳极室的 OH^- 的量,且阳极室中的反应有水生成, OH^- 的浓度逐渐减小,溶液的 pH 逐渐降低, **C 错误**;由 C 项分析可知,转移 2 mol 电子时,阴极消耗 1 mol 糠醛,阳极消耗 1 mol 糠醛,共 2 mol,则理论上消耗 1 mol 糠醛时,外电路中转移 1 mol 电子, **D 正确**。

5. C 必刷知识 ◎ 电化学装置串联应用

【解析】由题目信息可知左侧装置为右侧装置提供电能,左侧装置为原电池,右侧装置为电解池。左侧装置 Z 极上 H_2O 转化为 O_2 ,发生氧化反应,为原电池负极,则石墨 Y 为电解池阴极, **A 正确**。电解池的工作目的为在产品室内制备 H_3PO_2 ,可知原料室内提供的原料为 H_2PO_2^- ,则 c 膜为阴离子交换膜;M 室应向产品室提供 H^+ ,则 b 膜为阳离子交换膜;原料室剩余 Na^+ ,可以穿过 d 膜到达 N 室与阴极生成的 OH^- 制备 NaOH ,d 膜为阳离子交换膜;左侧装置内,电解质溶液为稀硫酸,则 Z 电极反应: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$,W 电极反应: $2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, H^+ 在 Z 电极生成,在 W 电极消耗,a 膜为阳离子交换膜, **B、D 正确**。标准状况下,11.2 L O_2 的物质的量为 0.5 mol,Z 电极生成 0.5 mol O_2 时,电路中转移 2 mol e^- ,电路中电流处处相等,则穿过 c 膜的 H_2PO_2^- 为 2 mol,生成 H_3PO_2 的数目为 $2N_A$, **C 错误**。

6. D 必刷知识 ◎ 自充电电池中电极反应分析

思路分析 放电时,负极发生的转化为 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$,正极发生的转化为 $\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Na}_{1+x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;自充电时, H_2O_2 将 $\text{Na}_{1+x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 氧化为 $\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,同时 H_2O_2 被还原为水。

【解析】该电池的负极材料 Zn 在放电时会溶解,而充电时不能再生,因此需足量, **A 正确**;放电时,Zn 为负极,发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$,附近阳离子浓度增加, SO_4^{2-} 向 Zn 电极移动保持溶液电中性, **B 正确**;放电时,正极反应为



$\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 得电子与 Na^+ 结合形成 $\text{Na}_{1+x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, 电极反应式为 $\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + xe^- + x\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_{1+x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, **C 正确**; 消耗 1 mol H_2O_2 , 转移 2 mol 电子, 则溶液中增加 2 mol Na^+ , **D 错误**。

7. (1) 28

(2) 变大

(3) $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ CuO 或 CuCO_3

(4) $\text{N}_2 - 10e^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$

(5) $\text{H}_2\text{O}_2 - 2e^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) 8

必刷知识 ①利用得失电子守恒进行多池串联相关计算

思路分析

I: 甲池中有两个活泼性不同的金属电极, 通过盐桥形成闭合回路, 故甲池为原电池, Cu 电极为负极, 发生的电极反应: $\text{Cu} - 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$, Ag 电极为正极, 发生的电极反应: $2\text{Ag}^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Ag}$; 乙池为电解池, 左侧 Pt 电极是阳极, 发生氧化反应, 右侧 Pt 电极为阴极, 发生还原反应。

II: 甲池是电解池, a 极发生氧化反应为阳极, b 极发生还原反应为阴极; 乙池是原电池, c 极与 b 极相连, 为负极, H_2O_2 发生氧化反应, 左侧生成的气体 m 为氧气, d 极与 a 极相连, 为正极, H_2O_2 发生还原反应。

【解析】 (1) 甲池反应前, 两电极质量相等, 一段时间后, 若 Ag 电极的质量增加 21.6 g, 则电路中通过的电子的物质的量为 0.2 mol, 根据负极的反应可知, 负极上“溶解”的 Cu 的物质的量为 0.1 mol, 故负极质量减轻了 $m = nM = 0.1 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.4 \text{ g}$, 则两电极质量相差 $21.6 \text{ g} + 6.4 \text{ g} = 28 \text{ g}$ 。

(2) 实验过程中, 盐桥中的阴离子即 NO_3^- 移向负极, 阳离子即 K^+ 移向正极, 故甲池左侧烧杯中的 NO_3^- 浓度变大。

(3) 由分析可知, 乙池中左侧 Pt 电极为阳极, 故若乙池中的某盐溶液是足量 CuSO_4 溶液, 则乙池中左侧 Pt 电极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 由乙池中的总反应: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 可知, 工作一段时间后, 要使乙池溶液恢复至原来浓度, 可向溶液中加入适量的 CuO 或 CuCO_3 。

(4) 甲为电解池, 由图可知, a 极上发生 $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ 的反应, a 极为阳极, 则电极反应为 $\text{N}_2 - 10e^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$ 。

(5) 乙中 c 极上发生 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ 的反应, 为负极, 电极反应为 $\text{H}_2\text{O}_2 - 2e^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

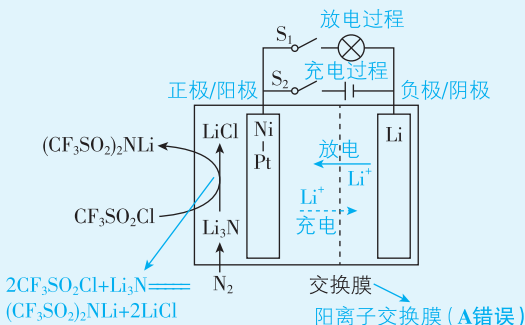
(6) 乙池中若生成 15 mol O_2 , 则转移电子总数为 30 mol, 甲池中阳极反应为 $\text{N}_2 - 10e^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$, 则 a 极消耗 3 mol N_2 , 阴极的反应为 $\text{N}_2 + 6e^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+$, 则 b 极消耗 5 mol N_2 , 共计消耗 8 mol N_2 。



真题风向练

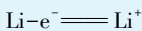
8. D 必刷题型 ①原电池、电解池综合考查

模型解读 闭合 S_2 时为充电过程,装置为电解池, $Ni-Pt$ 电极与电源正极相连,为阳极,发生氧化反应; Li 电极为阴极,发生还原反应。闭合 S_1 时为放电过程,装置为原电池,放电过程左侧产生 $(CF_3SO_2)_2NLi$, $Ni-Pt$ 电极上 N_2 发生还原反应, $Ni-Pt$ 电极为正极; Li 电极为负极, Li 失电子产生 Li^+ 。

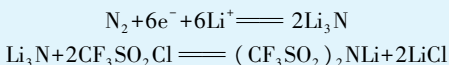


放电过程: $N_2 + 6Li + 4CF_3SO_2Cl \rightleftharpoons 2(CF_3SO_2)_2NLi + 4LiCl$
(D 正确)

负极区

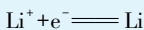


正极区

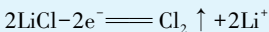


充电过程: $2LiCl \rightleftharpoons Cl_2 \uparrow + 2Li$

阴极



阳极



【解析】 Li 为碱金属,可与水反应,所以电解质溶液不可换为水溶液, **B** 错误;根据充放电全过程总反应 $2Li + N_2 + 4CF_3SO_2Cl \rightleftharpoons 2(CF_3SO_2)_2NLi + 2Cl_2 \uparrow$ 可知,生成 $1 \text{ mol } Cl_2$ 的同时,消耗 $1 \text{ mol } Li$, **C** 错误。

第2章 ▶ 真题综合测试

1. A 必刷考点 ①电化学原理的应用,涉及电极产物判断、离子移动方向、电化学计算等

模型解读

光解过程中,电极 a 上电子流出,发生氧化反应;电极 b 上电子流入,发生还原反应。

电极	反应类型	电极反应式
电极 a	氧化反应	$2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$ (A 正确)
电极 b	还原反应	$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$

【解析】电极 a 上生成 H^+ ,电极 b 上消耗 H^+ , H^+ 通过质子交换膜从左室移向右室, **B** 错误;在探究溶液浓度变化时,不仅要关注溶质的变化,也要关注溶剂的变化,在光解过程中, H_2SO_4 溶液中 H_2O 减少, H_2SO_4 溶液浓度增大, pH 减小, **C**

关键点

错误;生成 1 mol H_2 , 转移 2 mol 电子, 外电路通过 0.01 mol 电子时, 电极 b 上生成 0.005 mol H_2 , **D** 错误。

2. A 必刷题型 ⊙ 原电池、电解池综合考查

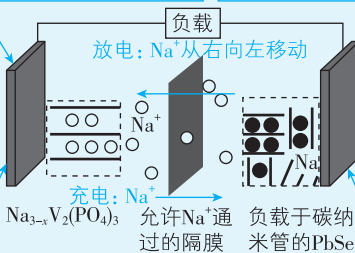
模型解读

放电时, 左侧为正极, Na^+ 从右侧进入左侧, 并与 $Na_{3-x}V_2(PO_4)_3$ 结合生成 $Na_3V_2(PO_4)_3$, 发生还原反应:

$$xNa^+ + Na_{3-x}V_2(PO_4)_3 + xe^- \rightleftharpoons Na_3V_2(PO_4)_3$$

放电时, 嵌入 PbSe 中的 Na 变成 Na^+ 后脱嵌, 右侧电极为负极, 发生氧化反应:

$$Na - e^- \rightleftharpoons Na^+$$



充电时, 左侧为阳极, 发生氧化反应:

$$Na_3V_2(PO_4)_3 - xe^- \rightleftharpoons xNa^+ + Na_{3-x}V_2(PO_4)_3$$
 (**B 正确**)

充电时, 右侧为阴极, 发生还原反应:

$$Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na$$

【解析】外电路通过 1 mol 电子时, 负极有 1 mol Na 失电子生成 Na^+ 进入右侧溶液, 溶液中有 1 mol Na^+ 从右侧进入左侧, 并与正极的 $Na_{3-x}V_2(PO_4)_3$ 结合, 则理论上两电极质量变化的差值为 $2 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 46 \text{ g}$, **A** 错误; 放电一段时间后, 负极产生的 Na^+ 的物质的量与负极区通过隔膜进入正极区的 Na^+ 的物质的量相同, 进入正极区的 Na^+ 与参加正极反应的 Na^+ 的物质的量相同, 所以电解质溶液中的 Na^+ 浓度基本保持不变, **C** 正确; Na 能与水反应, 所以电解质溶液不能用 $NaPF_6$ 的水溶液替换, **D** 正确。

3. B 必刷知识 ⊙ 原电池原理理解、原电池正负极判断

模型解读

原电池中, 电子由负极经导线流向正极, 由题图中电子流向可知, CuAg 电极为负极, CuRu 电极为正极。

电极	电极反应
CuAg 电极(负极)	$2HCHO - 2e^- + 4OH^- \rightleftharpoons 2HCOO^- + H_2 \uparrow + 2H_2O$ (A 错误)
CuRu 电极(正极)	$NO_3^- + 6H_2O + 8e^- \rightleftharpoons NH_3 \uparrow + 9OH^-$ (B 正确)

【解析】CuAg 电极为原电池负极, 题给电极反应式电荷不守恒, **A** 错误; 电池总反应为 $8HCHO + 7OH^- + NO_3^- \rightleftharpoons 8HCOO^- + 4H_2 \uparrow + NH_3 \uparrow + 2H_2O$, 总反应会消耗 OH^- , 则溶液 pH 会发生改变, 且左室需要补加 KOH, **C** 错误; OH^- 不能通过质子交换膜, **D** 错误。

4. C 必刷题型 ⊙ 新型水系锌电池的综合分析

信息梳理

电极	电极判定	电极反应式
Zn 电极	负极(放电时)	$Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$
Zn—TCPP 电极	正极(放电时)	$I_3^- + 2e^- \rightleftharpoons 3I^-$

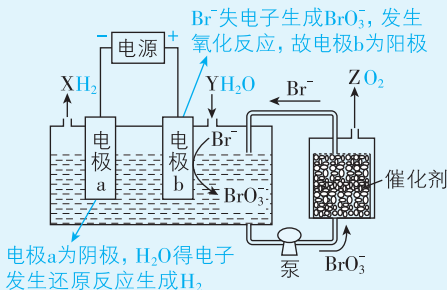


【解析】标注框内所示的结构中存在共价键和 $\text{Zn}-\text{N}$ 配位键, **A 正确**; 由信息梳理可知, 电池总反应为 $\text{I}_3^- + \text{Zn} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Zn}^{2+} + 3\text{I}^-$, **B 正确**; 充电时, 阴极被还原的 Zn^{2+} 主要来自电解质溶液, **C 错误**; 由负极反应式可知 1 mol Zn 失去 2 mol 电子生成 1 mol Zn^{2+} , 消耗 0.65 g (即 0.01 mol) Zn 时, 理论上转移 0.02 mol 电子, **D 正确**。

5. B 必刷知识

根据电解产物进行相关推断、电解池电极反应式及化学方程式的书写

模型解读



【解析】根据模型解读可知电极 a 为阴极, 连接电源负极, **A 正确**; Br^- 在电解阶段被消耗, 在催化阶段又重新生成, 不需要补充, 加入物质 Y 的目的是补充 H_2O , **B 错误**; 阴极生成 H_2 , 阳极生成 BrO_3^- , 电池总反应为 $\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2 \uparrow$, **C 正确**; 催化阶段反应为 $2\text{BrO}_3^- \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{Br}^- + 3\text{O}_2 \uparrow$, 故 $n(\text{O}_2) : n(\text{Br}^-) = 3 : 2$, **D 正确**。

6. D 必刷考点

新型电池工作原理分析, 涉及离子移向、电极反应、电池评价等

模型解读

该装置为原电池。由放电过程中两极均增重可知 a 极上 Cu_2O 失去电子发生氧化反应生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$, 则 a 极为负极; b 极上 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3$ 得到电子发生还原反应生成 $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$, 则 b 极为正极。

定位	电极及反应类型	电极反应式
原电池	a 极(负极), 氧化反应	$\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} + \text{H}^+$ (C 正确)
	b 极(正极), 还原反应	$\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$

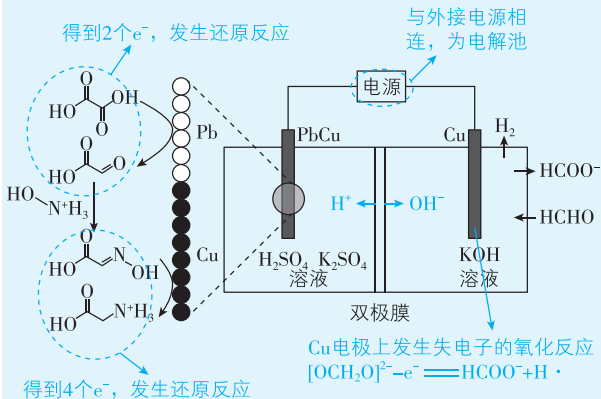
【解析】放电时阳离子 (Na^+) 向正极 (b 极) 迁移, **A 正确**; 该电池负极消耗 Cl^- 、正极消耗 Na^+ , 所以可用于海水脱盐, **B 正确**; 由原电池电极反应可知还原性: $\text{Cu}_2\text{O} > \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$, 而将 b 极换为 Ag/AgCl 电极后 b 极仍增重, 则此时 b 极电极

关键点 反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$, 所以该电极作为负极, 则还原性: $\text{Ag} > \text{Cu}_2\text{O}$, 综合可知还原性: $\text{Ag} > \text{Cu}_2\text{O} > \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$, 若以 Ag/AgCl 电极代替 a 极, 则 a 极电极反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$ 、b 极电极反应式为 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$, 电池不会失去储氯能力, **D 错误**。



7. B 必刷知识 ① 电解池电极反应式及化学方程式的书写、电解池有关计算

要点图解



【解析】由阳极总反应可知，每转移2个 e^- ，消耗4个 OH^- ，双极膜中解离出2个 OH^- 向阳极移动，且阳极反应生成 H_2O ，阳极区 $c(\text{OH}^-)$ 减小，**A 正确**；由阴极反应式可知，每生成1 mol $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 转移6 mol e^- ，则双极膜中有6 mol H_2O 解离，**B 错误**；阳极总反应为 $2\text{HCHO} + 4\text{OH}^- - 2e^- \rightleftharpoons 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，**C 正确**；在PbCu电极的Pb活性位上

发生了反应 $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{COOH} + 2e^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$ ，**D 正确**。

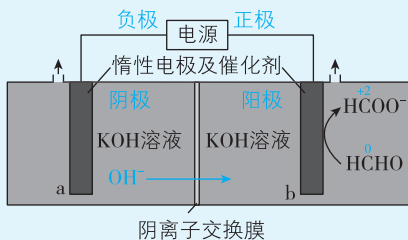
快解 电极反应式中的转移电子数目可以根据分子式中H、O原子的增加或减少判断。增加1个O原子，失去2个 e^- ，减少1个H原子，失去1个 e^- ，发生氧化反应。减少1个O原子，得到2个 e^- ，增加1个H原子，得到1个 e^- ，发生还原反应。



8. A 必刷题型 ① 固体电解质的电化学装置分析

要点图解

b 极上 HCHO 在碱性溶液中被氧化为 HCOO^- , 则 b 极为阳极, 该电池工作原理如下:



总反应	$2\text{HCHO} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + 2\text{HCOO}^-$
阳极	$2\text{HCHO} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{HCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
阴极	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

【解析】传统电解水制氢的反应为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 每转移 2 mol 电子生成 1 mol H_2 , 根据要点图解, 题图电解装置每转移 2 mol 电子生成 2 mol H_2 , 相同电量下 H_2 理论产量是传统电解水的 2 倍, **A 错误**; 阴极反应为水得电子生成 H_2 和 OH^- , **B 正确**; 电解时, 阴离子向阳极移动, 所以 OH^- 通过阴离子交换膜向 b 极方向移动, **C 正确**; 根据题中所给部分反应机理, 每 1 mol HCHO 被氧化为 1 mol HCOO^- 转移 1 mol 电

关键点

子, 同时生成 0.5 mol H_2 , **D 正确**。

9. (1) $\text{Pb} - 4\text{e}^- + 4\text{CH}_3\text{CH}_2^- = \text{Pb}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$

(2) 电解时阴极反应为 $\text{MgCl}^+ + 2\text{e}^- = \text{Mg} + \text{Cl}^-$, 为使 Mg 参与循环利用, 加入 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 发生反应: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Mg} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgCl}$

(3) $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 = (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 0.5

必刷知识 ① 电解原理的理解及判断、电解池有关计算

【解析】(1) 活泼金属 Pb 作为阳极, 失去电子, 发生氧化反应, 生成 $\text{Pb}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$, 故电极反应式为 $\text{Pb} - 4\text{e}^- + 4\text{CH}_3\text{CH}_2^- = \text{Pb}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$ 。

(3) 电极 A 上 CO_2 得电子, 发生还原反应, 生成 CO, 电极反应式为 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{CH}_3\text{O}^- + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, CO、 CH_3O^- 再与 Pt(II) 反应生成 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 和 Pt(0), 电极 B 上 Br^- 失电子转化为 Br_2 : $2\text{Br}^- - 2\text{e}^- = \text{Br}_2$, Br_2 将生成的 Pt(0) 再转化为 Pt(II), 则总反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 = (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 。根据得失电子守恒可知, 反应中存在关系式: $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} \sim 2\text{e}^-$, 则外电路转移 1 mol 电子时, 理论上可生成 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 的物质的量为 0.5 mol。