

第六章 化学反应与电能

第1节 原电池

刷基础

1. C **考查点** ▶ 原电池电极反应式书写、原电池正负极判断、原电池原理解

【解析】氢氧燃料电池中,通入燃料的一极为负极,通入助燃剂的一极为正极,故通入氢气的一极为负极,通入氧气的一极为正极,电极电势:电极 a < 电极 b, A 错误;原电池中,阳离子向正极移动,阴离子向负极移动, K^+ 为阳离子,向正极移动,故离子移动方向: $K^+ \rightarrow$ 电极 b, B 错误;在碱性条件下, H_2 在负极失去电子生成 H_2O , 电极反应式为 $H_2 + 2OH^- - 2e^- = 2H_2O$, C 正确;正极的电极反应式为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$, 负极的电极反应式为 $H_2 + 2OH^- - 2e^- = 2H_2O$, 结合两电极的反应可知 $n(OH^-)$ 不变, D 错误。

2. D **考查点** ▶ 原电池工作原理

【解析】该纸电池为原电池, Mg 失去电子作负极, 发生氧化反应, A 正确;该纸电池工作时, 化学能转化为电能, B 正确; O_2 在正极得到电子生成 OH^- , 正极反应式为 $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$, C 正确;电子不能流经溶液, D 错误。

3. D **考查点** ▶ 原电池工作原理

【解析】镁为活泼金属, 应为原电池的负极, 被氧化, A 错误; H_2O_2 在石墨电极(正极)上得电子发生还原反应, 电极反应式为 $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$, B 错误;原电池中, 电子由负极(镁片)流出, 流入正极(石墨), 阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动, 形成闭合回路, C 错误、D 正确。

4. D **考查点** ▶ 原电池基本概念、工作原理、电极反应式的书写

题眼透视

根据氧离子迁移方向和原电池“同性相吸”得到 NiO 电极为负极, Pt 电极为正极。

【解析】该装置为原电池, 将化学能转化为电能, A 错误;由离子

关键点

的定向移动可知 NiO 电极为原电池的负极, Pt 电极为原电池的正极, B 错误;NiO 电极是负极, 电子从负极通过外电路流向正极, C 错误;NiO 电极发生一氧化氮失去电子结合氧离子生成二氧化氮的反应, 其电极反应式为 $NO + O^{2-} - 2e^- = NO_2$, D 正确。

5. C **考查点** ▶ 原电池中外电路电子流向判断、原电池正负极判断、原电池电极反应式书写

【解析】锌为活泼金属, 失去电子发生氧化反应, Zn 是负极, 电极反应式为 $Zn - 2e^- + H_2O = ZnO + 2H^+$, Mo 为正极。Mo 作原电池正极, A 错误;电子从负极经外电路流向正极, 电子不会进入电解质溶液, 故电子由 Zn 经导线流向 Mo, B 错误;由分析可知, Zn 表面发生的电极反应式为 $Zn - 2e^- + H_2O = ZnO + 2H^+$, C 正确;Zn 作负极, 失电子, 化合价升高, 发生氧化反应, D 错误。

6. B **考查点** ▶ 原电池原理的应用

【解析】由题图可知原电池工作时, 总反应的化学方程式为 $CO + 2H_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} CH_3OH$, 根据总反应判断通入 H_2 的一端为负极, 通入 CO 的一端为正极, A 错误;CO 得到电子, 通入 CO 一端发生的电极反应为 $CO + 4H^+ + 4e^- = CH_3OH$, B 正确;电池工作时, H_2 失电子转化为 H^+ , 且每生成 1 个 H^+ , 就有 1 个 H^+ 通过质子交

换膜移向右侧,故左侧溶液 pH 基本保持不变,C 错误;结合总反应 $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{CH}_3\text{OH}$,当生成 0.5 mol CH_3OH 时,需要转移 2 mol e^- ,故理论上 2 mol H^+ 透过质子交换膜向右移动,D 错误。

刷提分

1. D 突破点 ▶ 原电池原理理解、原电池电子流向判断、原电池正负极判断

【解析】锂为活泼金属,作电池负极,A 正确;正极得电子,发生还原反应,B 正确;电子由负极(锂电)经外电路流向正极(硫电极),C 正确;电解质中阳离子由负极向正极移动,D 错误。

2. B 突破点 ▶ 二次电池的综合考查、电极反应式的书写

思路分析

该电池放电时,负极反应式为 $\text{Fe} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2$,正极反应式为 $\text{Ni}_2\text{O}_3 + 2\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$,充电时,阳极反应式为 $2\text{Ni}(\text{OH})_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$,阴极反应式为 $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe} + 2\text{OH}^-$,据此分析解答。

【解析】由思路分析可知,A 正确;放电时,每转移 2 mol 电子,正极上有 1 mol Ni_2O_3 被还原,B 错误;由思路分析可知,C 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 能溶于酸性溶液,要生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$,电解质溶液必须是碱性溶液,D 正确。

3. D 突破点 ▶ 原电池原理的应用

【解析】由题图可知 Au 失电子转化为 $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$,Au 作负极,则 FeS 作正极,A 错误;原电池中电子由负极流向正极,则由 Au 流向 FeS,B 错误;NaCN 溶液呈碱性,则正极电极反应为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$,C 错误;溶液中 O_2 的浓度越大,得电子的速率越快,从而可以加快 Au 失电子速率,即加快 Au 的溶解速率,D 正确。

4. B 考查点 ▶ 电化学“大气固碳”、电极反应式的书写及相关计算

思路分析

放电时,电极 A 为负极,电极反应为 $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$,电极 B 为正极,电极反应为 $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Li}^+ \rightleftharpoons 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$;充电时,电极 A 为阴极,电极反应为 $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$,电极 B 为阳极,电极反应为 $2\text{Li}_2\text{CO}_3 - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Li}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,据此分析。

【解析】放电时电极 A 为负极,电极材料为 Li,Li 会与水反应,因此该电池只可选用无水电解液,A 正确;充电时,电极 B 为阳极,电极反应为 $2\text{Li}_2\text{CO}_3 - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Li}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,B 错误;充电时,阳离子移向阴极,则 Li^+ 的移动方向是从电极 B 移向电极 A,C 正确;放电时,正极反应为 $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Li}^+ \rightleftharpoons 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$,增加的质量为二氧化碳与锂离子的总质量,当有 4 mol 电子转移时,增加的质量为 $(3 \times 44 + 4 \times 7) \text{ g} = 160 \text{ g}$,则电路中每通过 1 mol 电子时,正极区质量增加 40 g,D 正确。

5. D 突破点 ▶ 原电池有关计算、固体氧化物燃料电池、原电池电极反应式书写、原电池正负极判断

【解析】依据题意可知,该甲烷燃料电池中甲烷中 C 元素化合价升高,发生氧化反应,故通入甲烷的电极(多孔电极 b)为负极,通入空气的电极(多孔电极 a)为正极,外电路中,电流由正极流向负极,即从集流器 a 流向集流器 b,A 正确;通入甲烷的多孔电

极b为负极,发生氧化反应,电极反应为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 4\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,正极电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{O}^{2-}$,由电极反应式可知,转移电子数一定时,生成和消耗的 O^{2-} 的量相等,固体电解质中 O^{2-} 的量不变,B、C 正确;每转移 4 mol e^- ,产生 CO_2 的物质的量为 0.5 mol ,转移 4 mol e^- ,消耗 1 mol O_2 ,物质X为空气中未参与反应的其他气体,其物质的量约为 O_2 的4倍,物质X的物质的量约为 4 mol ,故 CO_2 与物质X的体积(同温同压下)比等于物质的量之比,约为 $1:8$,D 错误。

6. B 考查点 ▶ 新型电池工作原理

【解析】闭合 K_2 时,Pt 电极 H_2O 得电子生成 H_2 ,则X电极发生反应 $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- - \text{e}^- \longrightarrow \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$,Ni 元素化合价升高,发生氧化反应,A 错误;闭合 K_2 时,Pt 电极发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,电池总反应为 $2\text{Ni}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NiOOH} + \text{H}_2 \uparrow$,溶液中 OH^- 浓度不变,pH 不变,B 正确;闭合 K_1 时,Zn 电极作原电池负极,表面发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \longrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,没有沉淀生成,C 错误;该装置将光能先转化为电能,再将电能转化为化学能,D 错误。

7. C 突破点 ▶ 原电池、电解池综合考查

题图解读

由题图可知,该电池放电时负极反应式为 $\text{Li} - \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}^+$,正极反应式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Li}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 3\text{Li}_2\text{O} + 2\text{Fe}$,充电时,阳极、阴极电极反应式与正极、负极电极反应式正好相反,据此分析解答该题。

【解析】根据分析,放电时,Li 作电池的负极, Fe_2O_3 作电池的正极,A 错误;锂属于活泼金属,会和水发生反应,所以不可以用锂盐水溶液作为电解液,B 错误;充电时,Fe 作为阳极,发生反应 $3\text{Li}_2\text{O} + 2\text{Fe} - 6\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Li}^+$,生成 Fe_2O_3 ,C 正确;充电时,Fe 作为阳极生成 Fe_2O_3 ,充电完成时,铁完全转化为 Fe_2O_3 ,磁铁不可以吸引 Fe_2O_3 ,D 错误。

8. (1) ①催化 ② $\text{Au} - \text{e}^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow [\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$

(2) ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} - 12\text{e}^- \longrightarrow 2\text{CO}_2 \uparrow + 12\text{H}^+$

② PbO_2 11.2 增大 160

(3) ① $2\text{CH}_3\text{OH} - 12\text{e}^- + 6\text{CO}_3^{2-} \longrightarrow 8\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ② $\frac{2h}{\alpha N_A} \times 10^{18}$

突破点 ▶ 原电池电极反应式书写及相关计算

【解析】(1) ①根据题图甲所示, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 转化为中间产物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$,又被氧气氧化生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,可知 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 在浸金过程中起催化作用。②金在负极失电子,发生氧化反应生成 $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$,电极反应式为 $\text{Au} - \text{e}^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow [\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 。

(2) ①由电子的流向可知,电极a为负极,电极b为正极,c处通入 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,d处通入 O_2 ,电极a的电极反应式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} - 12\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{CO}_2 \uparrow + 12\text{H}^+$ 。②铅酸蓄电池充电时的反应为

$2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,Pb 极为阴极、 PbO_2 极为阳极,若用该燃料电池为铅酸蓄电池充电,电极b(正极)连接铅酸蓄电池的 PbO_2 极(阳极);该燃料电池电极b的电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, 2 mol H^+ 通过质子交换膜时,电路中通过电子物质的量为 2 mol ,消耗 O_2 的物质的量为 0.5 mol ,消耗的 O_2 在标准状况下的体积为 $0.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.2 \text{ L}$;铅酸蓄电池充电时的反应为 $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Pb} + \text{PbO}_2 +$

$2\text{H}_2\text{SO}_4$, 转移 2e^- , 根据得失电子守恒, 通过 2 mol 电子时消耗 $2\text{ mol H}_2\text{O}$ 、生成 $2\text{ mol H}_2\text{SO}_4$, 电解质溶液质量增大 $2\text{ mol} \times 98\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 2\text{ mol} \times 18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 160\text{ g}$ 。

(3) ①由原电池原理可知, 通入甲醇的一端为负极, 通入氧气的一端为正极, 则负极的反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} - 12\text{e}^- + 6\text{CO}_3^{2-} = 8\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。②根据公式 $Q = It$, Q 是电量, 单位是库仑 (C), I 是电流, 单位是安培 (A); t 是时间, 单位是秒 (s); 以 $I\text{ A}$ 的电流工作 $t\text{ min}$, 也就是 $60t\text{ s}$, 通过的电量是 $60It\text{ C}$, 1 个电子的电量是

$1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$, 所以通过的电子数量是 $\frac{60It}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{15It}{4} \times 10^{20}$, 由于

甲醇中碳元素呈 -2 价, 反应后升高到 $+4$ 价, 1 个甲醇分子要失去 6 个电子, 因此转移 $\frac{15It}{4} \times 10^{20}$ 个电子就需要 $\frac{15It}{4} \times 10^{20} \times \frac{1}{6} =$

$\frac{5It}{8} \times 10^{20}$ 个甲醇分子发生反应, 考虑到能量转化率是 α , 实际发

生反应的甲醇分子数是 $\frac{5It}{8} \times 10^{20} \times \frac{1}{\alpha} = \frac{5It}{8\alpha} \times 10^{20}$, 物质的量是

$\frac{5It}{8\alpha \cdot N_A} \times 10^{20}\text{ mol}$, 其质量是 $\frac{5It}{8\alpha \cdot N_A} \times 10^{20}\text{ mol} \times 32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

$\frac{2It}{\alpha N_A} \times 10^{18}\text{ kg}$ 。

9. C 创新点 ▶ 废水提铈并同步产电的电化学原理分析

题图解读

由题图可知, 铁电极为原电池的负极, 铁失去电子发生氧化反应生成亚铁离子, 电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, CCF 电极为正极, 氧气在正极得到电子发生还原反应生成过氧化氢和氢氧根离子、 UO_2^{2+} 在正极得到电子发生还原反应生成 UO_2 , 电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$ 、 $\text{UO}_2^{2+} + 2\text{e}^- = \text{UO}_2$, UO_2 与过氧化氢反应生成 $(\text{UO}_2)_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 反应的化学方程式为 $\text{UO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_2 = (\text{UO}_2)_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】由题图解读可知, 铁电极为原电池的负极, CCF 电极为正极, 则电子从铁电极经导线流向 CCF 电极, A 正确; 由题图解读可知, B 正确; 由题图解读可知, 生成 $(\text{UO}_2)_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的化学方程式为 $\text{UO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_2 = (\text{UO}_2)_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 在该反应中 H_2O_2 只有一半被还原, 反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 $1:1$, C 错误; 利用电解法再次获得含 UO_2^{2+} 溶液时, CCF 电极为阳极, UO_2 、 $(\text{UO}_2)_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在阳极失去电子发生氧化反应生成 UO_2^{2+} , D 正确。

第 2 节 电解池

刷基础

1. A 考查点 ▶ 电解原理和电极反应式的书写

题图解读

题图为一种惰性电极电解高纯次氯酸制备高氯酸的模拟装置, 则电极 M 处次氯酸失去电子发生氧化反应生成高氯酸, 电极 M 为阳极、电极 N 为阴极, 则 a 为正极、b 为负极。

【解析】由题图解读可知, b 为电源的负极, A 错误; 由思路导引可知, 电极 M 处发生氧化反应, B 正确; 电解池中阳离子向阴极迁移, 故 H^+ 从左到右穿过质子交换膜, C 正确; 电极 N 为阴极, 氢离子得到电子发生还原反应生成氢气, 电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- =$

$\text{H}_2 \uparrow$, D 正确。

2. D 考查点 ▶ 电解原理

题图解读

由题图可知, 电极 I 上硫化氢失电子生成硫, 则电极 I 为阳极, 电极 II 为阴极, 硝酸根离子得电子生成一水合氨, 电极反应式为 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{OH}^-$ 。

【解析】电极 I 上硫化氢失电子生成硫, 则电极 I 为阳极, a 为电源正极, 电极 I 发生氧化反应, A 正确; 电极 II 为阴极, 硝酸根离子得电子生成一水合氨, 电极反应式为 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{OH}^-$, B 正确; 若处理含 4 mol H_2S 的废水, 则电路中转移 8 mol 电子, 理论上交换膜通过 8 mol OH^- , C 正确; 阳极的电极反应式为 $\text{H}_2\text{S} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$, 每生成 1 mol S, 有 2 mol OH^- 经过阴离子交换膜到达阳极区, 并与氢离子结合生成水, 则电解一段时间后, 阳极附近的溶液中 H_2S 浓度减小, pH 增大, D 错误。

3. C 考查点 ▶ 双极膜的工作原理

题图解读

由题图可知, 铅电极为电解池的阴极, 酸性条件下草酸在阴极得到电子发生还原反应生成乙醛酸和水, 除此之外, 还生成 H_2 , 石墨电极为阳极, 水在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气和氢离子, 双极膜解离出来的氢氧根离子进入阳极区、氢离子进入阴极区。

【解析】若用铅代替石墨, 铅会在阳极失去电子发生氧化反应, 可能在电极表面生成 PbO 等难溶物质, 影响铅电极继续被氧化, 所以不能用铅代替石墨, A 错误; 由题图解读可知, B 错误; 由题图解读可知, 铅电极为电解池的阴极, 酸性条件下草酸在阴极得到电子发生还原反应生成乙醛酸和水, 电极反应式为 $\text{HOOC}-\text{COOH} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{HOOC}-\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$, C 正确; 阴极还会发生反应生成 H_2 , 则石墨电极析出 1 mol 氧气时, Pb 电极附近不一定生成 2 mol 乙醛酸, D 错误。

4. B 考查点 ▶ 电解原理的理解及判断、根据电解产物进行相关推断

题图解读

电极 B 为阴极, 水放电产生氢气和氢氧根离子, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$; 电极 A 为阳极, 氯离子放电产生氯气, 电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$, 氯气与水的反应为可逆反应, 次氯酸将有机物 R 氧化生成 CO_2 , 同时 H_2O 放电生成 O_2 , 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 据此分析解题。

【解析】由题图解读可知电极 A 为阳极, 发生氧化反应, A 错误; 阳极产生氯气, 氯气与水反应生成次氯酸和 HCl , HClO 能将有机物氧化为二氧化碳和水, 自身被还原为氯离子, Cl^- 可以循环利用, B 正确; 由题图及题图解读可知, 水垢主要沉降在阴极附近, C 错误; 由于未给出氯离子和水在电极 A 上放电的比例, 因此无法计算产生气体的物质的量, D 错误。

5. D 考查点 ▶ 电极反应式、离子交换膜

题图解读

电解池中, Na^+ 向左侧移动, 说明左侧是阴极, 阴极上水得电子生成氢气和氢氧根离子, 随着电解进行, 氢氧根离子浓度增大, B 口出来的是浓 NaOH 溶液; SO_3^{2-} 向右侧移动, 说明右侧为阳极, 阳极上亚硫酸失电子生成硫酸根离子, C 口出来的是浓度较大的硫酸。

【解析】由题图解读可知, 左侧为阴极, a 电极连接电源负极, A 正确; 通入稀 NaOH 溶液可增强溶液的导电性, B 正确; b 电极上亚硫酸发生氧化反应, 电极反应式为 $\text{H}_2\text{SO}_3 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, C 正确; 当电路中转移 2 mol 电子时, 1 mol SO_3^{2-} 通过阴离子交换膜进入阳极室, 2 mol Na^+ 通过阳离子交换膜进入阴极室, 共有 3 mol 离子通过离子交换膜, D 错误。

刷提分

1. C 考点 ▶ 电镀、油脂在碱性条件下水解

【解析】油脂在碱性条件下能够完全水解, Na_2CO_3 溶液或 NaOH 溶液均显碱性, 故实验前可用 Na_2CO_3 溶液或 NaOH 溶液除掉铁制镀件上的油污, A 正确; 题给装置中铁制镀件与电源负极相

关键点

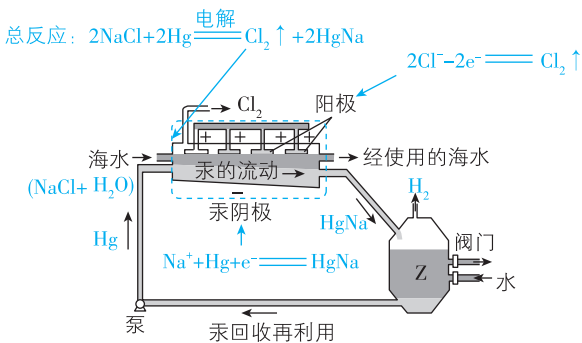
连, 作阴极, Cu^{2+} 、 H^+ 可在阴极放电发生还原反应, B 正确; 铜片与电源正极相连, 作阳极, 铜被氧化为铜离子, 阴极上铜离子被还原为铜单质, 结合得失电子守恒, 溶液中铜离子浓度不变, 则乙同

易错点

学的实验中, 若 Cu^{2+} 参与放电, 平衡 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 不移动, C 错误; 乙同学的实验中 Cu^{2+} 转化成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 存在平衡 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 从而使得 $c(\text{Cu}^{2+})$ 小, Cu 缓慢析出, 镀层更致密、更光亮, D 正确。

2. C 突破点 ▶ 电解原理的理解及判断、电解池电极反应式的书写、电解池有关计算

题图解读



【解析】根据题意, 在电解池中, 汞作为阴极, 生成 HgNa , 可知汞阴极发生电极反应: $\text{Na}^+ + \text{Hg} + \text{e}^- = \text{HgNa}$, 阳极发生电极反应: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, Cl_2 会有一定溶解, 使电极附近溶液 pH 降低, A、B 错误; 理论上每生成 1 mol H_2 , 需消耗 2 mol HgNa , 即需要转移 2 mol 电子, 根据电解反应: $2\text{NaCl} + 2\text{Hg} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{HgNa}$, 则消耗海水中 NaCl 的质量为 117 g, C 正确; 根据反应: $2\text{HgNa} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Hg} + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NaOH}$, 每生成 1 mol H_2 , 有 2 mol HgNa 与水反应, 其中生成的 Hg 离开溶液回收再利用, 同时有 H_2 逸出, 则 Z 池水溶液质量最多增加 $2 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 1 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 44 \text{ g}$, D 错误。

3. D 突破点 ▶ 原电池、电解池综合考查

题图解读

第一步的总反应为 $x\text{O}_2 + 4\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 + 2x\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + 4x\text{NaOH}$, 阴极发生反应 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 阳极发生反应 $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 - x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$; 第二步总反应为 $\text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{Ag} + x\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2 + x\text{AgCl}$, 正极的电极反应式为 $\text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$, 负极的电极反应式为 $\text{Ag} + \text{Cl}^- - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$; 第三步的总反应为 $2\text{AgCl} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 阴极发生反应 $\text{AgCl} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$, 阳极发生反应 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$, HCl 溶液的浓度不发生改变。

【解析】第一步中当消耗标准状况下 11.2 L (即 0.5 mol) O_2 时, 转移 2 mol 电子, 由阳极反应式知转移 2 mol 电子时, 右侧电极减少 2 mol (即 46 g) Na^+ , A 错误; 根据上述分析, 第二步中正极的电极反应式: $\text{Na}_{0.44-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$, B 错误; 根据题图解读, C 错误; 由该工艺的工作原理可知, 该工艺利用 $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$ 电极和 Ag 电极实现了 Na^+ 和 Cl^- 的提取与转移, D 正确。

4. C 突破点 ▶ 电解原理的应用、电解原理的理解及判断、电解池电极反应式的书写、电解池有关计算

题图解读

左侧电极上 NH_4^+ 转化为 NH_2OH , NH_2OH 、 N_2H_4 转化为 N_2 , N 元素化合价升高, 左侧电极为阳极, 阳极总反应为 $2\text{NH}_4^+ - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 8\text{H}^+$, 右侧电极为阴极, 电极反应为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, 据此解答。

【解析】由题图解读可知, 导电碳刷作阳极, 故导电碳布是阴极, 与导电碳布相连的一极为电源的负极, A 正确。阳极总反应为 $2\text{NH}_4^+ - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 8\text{H}^+$, 转移电子数目与迁移到右侧阴极区的 H^+ 数目相等, 因此随着反应进行, 阳极区氢离子浓度增大, pH 减小; 阴极电极反应为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, 转移电子数目与迁移过来的 H^+ 数目相等, 因此随着反应进行, 阴极区氢离子浓度增大, pH 减小, B 正确。理论上每将 2 mol NH_4^+ 处理为 N_2 , 转移 6 mol 电子, 生成 1 mol N_2 (28 g) 逸出, 同时有 6 mol H^+ (6 g) 迁移到右侧阴极区, 因此阳极区溶液质量减少 $28 \text{ g} + 6 \text{ g} = 34 \text{ g}$, C 错误。若该电池在高温下工作, 厌氧氨氧化菌催化效果降低甚至失去活性, 其处理废水的效率会下降, D 正确。

5. B 考查点 ▶ 电极类型的判断、电极反应式、电解相关计算

题图解读

由启动电源 1, 使海水中 Li^+ 进入 MnO_2 结构形成 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$, 可知 MnO_2 中锰元素的化合价降低, 为阴极, 电极反应式为 $2\text{MnO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$, 则电极 1 为阳极, 连接电源正极, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$; 关闭电源 1 和海水通道, 启动电源 2, 使 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 中的 Li^+ 脱出并进入腔室 2, 可知电极 2 为阴极, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 阳极反应式为 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4 - x\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 + x\text{Li}^+$ 。

【解析】由题图解读知, 电极 1 连接电源 1 的正极, 作阳极, 发生氧化反应, A 正确; 启动电源 2 时 MnO_2 作阳极, 电极反应式为 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4 - x\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 + x\text{Li}^+$, B 错误; 电化学系统提高了腔室

2 中 LiOH 的浓度, C 正确; 根据题图解读可知, 从电源 1 启动至关闭, 转化的 $n(\text{MnO}_2)$ 与生成的 $n(\text{O}_2)$ 之比为 $20:3$, 则存在关系式 $20\text{MnO}_2 \sim 10x\text{Li}^+ \sim 3\text{O}_2$, 根据得失电子守恒可得 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 中的 $x=1.2$, D 正确。

刷有所得 电解计算中常用的三种方法

(1) 根据总反应计算

先写出电极反应式, 再写出总反应, 最后根据总反应列出比例式计算。

(2) 根据得失电子守恒计算

①用于串联电路中阴阳两极产物、正负两极产物等的计算, 其依据是电路中转移的电子数相等。

②混合溶液中电解的分阶段计算。

(3) 根据关系式计算

根据得失电子守恒建立起已知量与未知量之间的桥梁, 构建计算所需的方程式。

如以通过 $4 \text{ mol } e^-$ 为桥梁可构建如下关系式: $4e^- \sim \underbrace{2\text{Cl}_2(\text{Br}_2, \text{I}_2) \sim \text{O}_2}_{\text{阳极产物}}$

$\underbrace{2\text{H}_2 \sim 2\text{Cu} \sim 4\text{Ag} \sim \frac{4}{n}\text{M}}_{\text{阴极产物}}$ (式中 M 为金属, n 为其离子的化合价数值)。

6. (1) $2\text{CO}_2 + 12e^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

(2) 阴 $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

(3) ① $\text{CO}_2 + 6e^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ② 2.8

突破点 ▶ 电解池电极反应式的书写

【解析】(1) CO_2 中 C 元素显 +4 价, 乙烯 (C_2H_4) 中 C 元素显 -2 价, 则以 CO_2 为原料, 用电解法制取乙烯时, 在阴极 CO_2 得电子生成乙烯, 依据得失电子守恒、电荷守恒 (溶液呈酸性, 可添加 H^+) 和质量守恒, 可得出电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 12e^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 电解硫酸锰得到 Mn 单质, 则 Mn^{2+} 应在阴极得到电子生成 Mn; 阳极水放电生成氧气, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 。

(3) ①根据题图丙可知, a 电极为阳极, b 电极为阴极, b 电极上生成 CH_3OH 的电极反应式为 $\text{CO}_2 + 6e^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

②由题图丁知, 控制电压为 0.8 V, 在该时长下, 阴极生成 0.2 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 和 0.2 mol H_2 , 阴极的电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 12e^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, 电解时转移电子的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times 12 + 0.2 \text{ mol} \times 2 = 2.8 \text{ mol}$ 。

7. C 创新点 ▶ 以库仑测硫仪为载体考查电解原理的理解

思路分析

将 a L 含 SO_2 、 O_2 、 N_2 的待测气体通入电解池后, SO_2 溶解并将 I_3^- 还原, 生成 I^- 、 SO_4^{2-} 和 H^+ , 反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{I}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, 当改变 I^- 和 I_3^- 比值后, 测硫仪便立即进行电解, 由题图可知, 测硫仪工作时, 左侧铂电极 (M 极) 为电解池的阳极, I^- 在阳极失去电子发生氧化反应生成 I_3^- , 电极反应式为 $3\text{I}^- - 2e^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$, 直到 $\frac{c(\text{I}_3^-)}{c(\text{I}^-)}$ 回到原定值, 右侧铂电极 (N 极) 为阴极, 溶液中的 H^+ 在阴极得到电子发生还原反应生成 H_2 , 则 SO_2 含量的计算可以通过总反应: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 。

【解析】电解时, M 为阳极, 接电源的正极, A 错误; 由思路分析可知, 检测前后物质的变化可以用总反应方程式 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 表示, 消耗水、生成氢离子, 则电解池内溶液的 pH 会发生变化, B 错误; 电解消耗电量为 b 库仑, 设 SO_2 的含量为 x mol, 根据反应过程得失电子数目守恒: $\text{SO}_2 \sim \text{I}_3^- \sim 2\text{e}^-$, 列式 $\frac{1}{2} = \frac{x}{\frac{b}{f}}$, 可得 $x = \frac{b}{2f}$, 待测气体中 SO_2 的含量为 $\frac{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{b}{2f} \text{ mol}}{a \text{ L}} = \frac{32b}{af} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, C 正确; 若待测气体中 O_2 能将部分 I^- 氧化为 I_3^- , $\frac{c(\text{I}_3^-)}{c(\text{I}^-)}$ 的值偏大, 会使电解消耗的电量减小, 测定结果会偏低, D 错误。

第 3 节 金属的腐蚀与防护

刷基础

1. C 考查点 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀、金属的防护

【解析】合金的硬度一般比其成分金属大, 钢壳合金是铁的合金, 所以钢壳合金比纯铁硬度大, A 正确; 海水呈弱碱性, 在弱碱性环境中, 钢壳中的铁与导电杂质形成原电池, 发生吸氧腐蚀, B 正确; 电化学腐蚀因形成原电池而加速金属的腐蚀, 海水可作为电解质溶液, 电化学腐蚀速率比化学腐蚀速率快, C 错误; 在钢壳沉管的外层表面镀 Zn, Zn 比 Fe 活泼, Zn 作负极被腐蚀, Fe 作正极被保护, 这利用了牺牲阳极法, D 正确。

2. A 突破点 铜的吸氧腐蚀

【解析】根据题图知, 铜发生吸氧腐蚀, 正极上 O_2 得电子和 H_2O 反应生成 OH^- , 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{OH}^-$, A 错误; 失电子的物质发生氧化反应, 该反应中 Cu 失电子生成 Cu^{2+} , 发生氧化反应, B 正确; 潮湿的环境中有电解质溶液, 易形成原电池而更易产生铜锈, C 正确; 明矾中铝离子水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H^+ 而使溶液呈酸性, 能和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 反应, 所以明矾溶液能清除 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$, D 正确。

3. D 考查点 金属的腐蚀与防护

题图解读

由题图可知, 该腐蚀过程是因为形成了原电池, Fe 比 Sn 活泼, Fe 作负极, 电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, Sn 作正极被保护, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{OH}^-$ 。

【解析】舰艇被腐蚀是因为形成了原电池, A 错误; 海水环境下电解质浓度大, 腐蚀速度快, 腐蚀情况严重, 故题图乙为海水环境下的腐蚀情况, 题图甲为淡水环境下的腐蚀情况, B 错误; Fe 作负极, 电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, C 错误; 焊点附近可用锌块“打补丁”, Zn 比 Fe 活泼, 构成原电池时, Zn 作负极, Fe 作正极被保护, 可延缓腐蚀, D 正确。

4. C 考查点 电极反应式的书写、金属的防护

【解析】通电时, 锌环与电源正极相连, 作阳极, 失去电子, 发生氧化反应, A 正确; 通电时, 铁帽作阴极, 阴极上 H_2O 电离出的 H^+ 得到电子生成氢气, 阴极的电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, B 正确; 断电时, 锌铁形成原电池, 锌失去电子生成 Zn^{2+} , 锌环上的电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+}$, C 错误; 通电时, 防护原

理为电解原理,断电时,防护原理为原电池原理,因此断电和通电时,防止铁帽被腐蚀的化学原理不同,D 正确。

5. D 考查点 ▶ 电化学防护原理

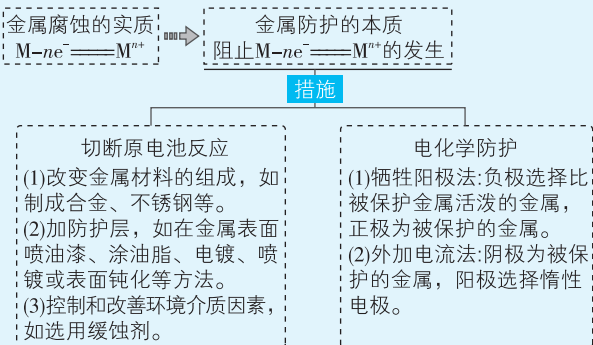
思路分析

若 a、b 以导线连接,则属于原电池原理的电化学防护,即牺牲阳极法;若 a、b 分别连接直流电源,则属于电解原理的电化学防护,即外加电流法,两种防护原理不一样。

【解析】a、b 以导线连接,该防护方法为牺牲阳极法,则辅助电极活动性应该比铁强,作负极,发生氧化反应,Zn 比 Fe 活泼,可作辅助电极材料,a、b 以电源连接,钢铁闸门作阴极,辅助电极作阳极,Zn 可作辅助电极材料,A、B 正确;采用外加电流法时,被保护的钢铁闸门作阴极,辅助电极作阳极,因此通电后外电路电子被强制从电源负极流向钢铁闸门,使钢铁闸门得到保护,C 正确;由于有外加电源,故此方法为外加电流法,D 错误。

刷有所得

常见的金属腐蚀的防护措施



6. B 考查点 ▶ 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀

【解析】 CO_2 、 SO_2 会与水反应生成碳酸和亚硫酸,会加快铁的腐蚀,A 正确;铁制品被腐蚀的最终产物是 $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$,B 错误;根据题图和电化学腐蚀知识可知,铁制品的溶解主要发生在尘粒的中部,C 正确;根据题图分析,边缘区氧气发生的反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$,D 正确。

刷提分

1. D 突破点 ▶ 原电池电极反应式书写、金属的化学腐蚀与电化学腐蚀

【解析】根据题中所给信息,潮湿的深层土壤中钢管发生厌氧腐蚀,正极水得电子生成氢气,电极反应式为 $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow + 2OH^-$,A 错误;在钢铁锈蚀中,Fe 为负极,失去电子发生氧化反应,则负极反应式为 $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$,厌氧细菌可促使 SO_4^{2-} 与 H_2 反应生成 S^{2-} , S^{2-} 、 OH^- 可分别与 Fe^{2+} 反应生成 FeS 、 $Fe(OH)_2$,B 错误;向钢中加入铜,发生电化学腐蚀时,活动性弱的铜作正极,活动性强的 Fe 作负极,会加速钢管的腐蚀,C 错误;厌氧细菌可促使 SO_4^{2-} 与 H_2 反应生成 S^{2-} ,根据元素守恒,离子方程式为 $4H_2 + SO_4^{2-} \xrightarrow{\text{厌氧细菌}} S^{2-} + 4H_2O$,D 正确。

2. (1) BD

(2) ①偏小 ②5.0 5:1 ③ $V_2 < V_3$

(3) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ Fe^{2+} 由液滴中心向 (b) 区迁移, OH^- 由液滴边缘向 (b) 区迁移, Fe^{2+} 与 OH^- 在 (b) 区形成 $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ 再进一步氧化、脱水形成铁锈

(4) 铁片(或铜片) 铁片(或铜片) 往 A(或 B) 烧杯中持续通入氧气,电流计指针发生偏转,A(或 B) 烧杯中酚酞试液变红

突破点 ▶ 影响腐蚀速率的因素、金属的化学腐蚀与电化学腐蚀

思路分析

实验 I 的目的是探究影响铁片酸化腐蚀速率的因素,实验原理为形状、质量均相同的打磨后的洁净铁片在不同温度、不同浓度的盐酸-缓蚀剂中腐蚀 t min 后,取浸出液,加入过量还原剂后,通过 $K_2Cr_2O_7$ 标准溶液滴定 Fe^{2+} 来探究温度、浓度对铁片酸化腐蚀速率的影响;

实验 II 的目的是探究铁片吸氧腐蚀,铁片、NaCl 溶液及溶解的氧气构成原电池,Fe 为负极,发生反应 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$, 正极电极反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$, 溶液中 Na^+ 、 Fe^{2+} 移向正极, Cl^- 、 OH^- 移向负极, $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2 \downarrow$, $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ 脱水形成铁锈 $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ 。

【解析】(1) 配制 500 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,需要使用的仪器有量筒、烧杯、玻璃棒、500 mL 容量瓶、胶头滴管,A 为坩埚、B 为容量瓶、C 为碱式滴定管、D 为胶头滴管,需要用到的仪器为 BD。

(2) ①滴定前若不向浸出液中加过量还原剂,浸出液中含有的 Fe^{2+} 被空气中的氧气氧化为 Fe^{3+} ,使滴定消耗的 $K_2Cr_2O_7$ 标准溶液减少,测得的 Fe^{2+} 浓度偏小,即导致测定的铁片酸化腐蚀的速率偏小。②影响反应速率的因素有多个,实验需控制单一变量, i 与 ii 温度不同、反应试液总体积、盐酸体积及缓蚀剂体积相同,则探究温度对反应速率的影响, iii 与 iv 温度相同、缓蚀剂体积不相同,则应控制反应试液总体积及盐酸体积相同,探究缓蚀剂浓度对反应速率的影响,使 $x = 100.0$ 、 $y = 5.0$,则总体积为 105.0 mL,同时 ii 与 iii 温度相同、反应试液总体积相同、缓蚀剂体积相同、盐酸体积不相同,可探究盐酸浓度对速率的影响;根据 $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ = 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$, 浸出液中

$$c(Fe^{2+}) = \frac{6c(K_2Cr_2O_7) \cdot V_{\text{消耗}}(K_2Cr_2O_7 \text{ 溶液})}{V_0}, \text{ iii 浸出液中}$$

$$c(Fe^{2+}) = \frac{6c(K_2Cr_2O_7) \cdot V_3}{V_0}, \text{ iv 浸出液中 } c(Fe^{2+}) =$$

$$\frac{6c(K_2Cr_2O_7) \cdot V_4}{V_0} = \frac{6c(K_2Cr_2O_7) \times 0.2V_3}{V_0}, \text{ 则 } v(\text{iii}) : v(\text{iv}) =$$

$$\left[\frac{6c(K_2Cr_2O_7) \cdot V_3}{V_0} \right] : \left[\frac{6c(K_2Cr_2O_7) \times 0.2V_3}{V_0} \right] = 5 : 1. \text{ ③使 } x =$$

100.0、 $y = 5.0$,总体积为 105.0 mL,则 ii 与 iii 温度相同、反应试液总体积相同、缓蚀剂体积相同、盐酸体积不相同,可探究盐酸浓度对反应速率的影响,故若证明其他条件相同时,盐酸浓度越大,铁片酸化腐蚀的速率越快,依据为 $V_2 < V_3$ 。

(3) 根据思路分析可知,铁片吸氧腐蚀原理为原电池原理,铁锈环(b)外侧滴加酚酞试液,酚酞试液变红,说明该区呈碱性,即发生反应 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ 。

(4) 设计原电池装置,探究溶解氧含量对金属吸氧腐蚀的影响,则控制原电池两极金属相同,向其中一区通入氧气,增大氧气浓度,通过测定该区溶液是否有 OH^- 生成,判断金属是否发生吸氧腐蚀,故该装置图中,a、b 两电极选择相同的金属,铁片或铜片,实验操作为向其中一个烧杯通入氧气,观察电流计指针是否偏转,酚酞试液是否变红。

热点3 电极反应式的书写

刷热点

1. B 突破点 ▶ 新型电池、原电池电极反应式书写

题图解读

由题图可知,放电时,氢离子向 B 极移动,故 B 极为正极,电极反应式为 $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, A 极为负极,电极反应式为 $\text{V}^{2+} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{V}^{3+}$,充电时, B 极为阳极,电极反应式为 $\text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+$, A 极为阴极,电极反应式为 $\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{V}^{2+}$,据此作答。

【解析】由题图解读可知,放电时, A 极为负极,发生氧化反应, A 错误;放电时,氢离子向 B 极移动,故 B 极为正极,电极反应式为 $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, B 正确;充电时, A 极为阴极, B 极为阳极,故电流移动方向为 B 极→隔膜→A 极, C 错误;充电时, A 极为阴极,电极反应式为 $\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{V}^{2+}$, D 错误。

2. D 考查点 ▶ 电极反应式和总反应的书写

题图解读

根据题中示意图可判断该装置为电解池, $\text{ZnO} @ \text{石墨烯}$ 电极上发生还原反应,为阴极,接光伏电池的负极;石墨烯电极为阳极,接光伏电池的正极。

【解析】由题图解读可知, $\text{ZnO} @ \text{石墨烯}$ 电极连接光伏电池的负极, A 正确;根据题中示意图可知,石墨烯区电极反应为 $\text{EDTA-Fe}^{2+} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{EDTA-Fe}^{3+}$, B 正确;根据题中示意图知,协同转化过程中反应物是 H_2S 、 CO_2 ,生成物是 S 、 CO 、 H_2O ,总反应为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$, C 正确;根据总反应 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$ 可知,金属导线上每转移 1 mol 电子,除去 CO_2 和 H_2S 的总物质的量为 1 mol,总体积约为 22.4 L(标准状况), D 错误。

3. C 考查点 ▶ 电极反应式的书写

题图解读

B 电极上反应中氧元素化合价降低,发生还原反应,故 B 电极为正极, A 电极为负极。

【解析】 A 电极为负极,发生的反应为 $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_{13}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$, A 正确;若有机物是甲酸(HCOOH),根据题中原理图,总反应可表示为 $2\text{HCOOH} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确;若有机物是乙酸,处理 1 mol 乙酸,需要 2 mol 氧气,转移 8 mol 电子,故有 8 mol H^+ 由 A 极区移向 B 极区, C 错误;相较于传统的化学处理方法,该装置处理有机污水不需要高温、高压条件,因此能够大幅度降低处理过程对能源的消耗, D 正确。

4. $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

突破点 ▶ 电极反应式的书写

【解析】由题图可知, C_3H_8 生成 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 的电极反应式为 $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

5. $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{CO}_3^{2-}$

突破点 ▶ 电极反应式的书写

【解析】温度小于 900 ℃ 时进行电解反应,碳酸钙先分解为 CO_2 和 CaO ,电解质为熔融碳酸钠,熔融碳酸钠中的碳酸根离子移向阳极,阴极 CO_2 得电子发生还原反应生成碳,则阴极的电极反应为 $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{CO}_3^{2-}$ 。

热点 4 电化学装置中的隔膜分析

刷热点

1. D 考查点 ▶ 交换膜在电化学装置中的应用

思路分析

装置中电解 NaHSO_3 和 Na_2SO_3 混合溶液, 阴极区发生反应 $2\text{HSO}_3^- + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{SO}_3^{2-}$, Na^+ 通过离子交换膜 a 移向阴极, 阴极区产生 Na_2SO_3 ; 阳极区 HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 被氧化, 阳极区发生反应: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 、 $\text{HSO}_3^- - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$, HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 通过离子交换膜 b 进入阳极区, 最终生成硫酸。

【解析】a 为阳离子交换膜, 使 Na^+ 通过, b 为阴离子交换膜, 使 HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 通过, A 正确; 阴极区发生还原反应, 反应为 $2\text{HSO}_3^- + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{SO}_3^{2-}$, B 正确; 电解过程中, 阳极区 HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 被氧化得到硫酸, 溶液的 pH 降低, C 正确; HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 通过离子交换膜 b 进入阳极区, 当转移 1 mol e^- 时, 阳极区溶液增重并不是生成的 0.5 mol 硫酸的质量 (49 g), 而是 0.5 mol SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 的质量, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 新型电池工作原理

题图解读

a 极 CN^- 转化为 CO_3^{2-} 和 N_2 , C 元素的化合价由 +2 价升高到 +4 价, N 元素的化合价由 -3 价升高到 0 价, 则 CN^- 失电子, a 极为负极, b 极为正极。电池工作时, a 极发生反应 $2\text{CN}^- - 10\text{e}^- + 12\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$, b 极发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ 。

【解析】由题图解读可知, a 极为负极, b 极为正极, 则电子由 a 极经导线流向 b 极, A 正确; 电池工作时, b 极发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, 溶液中 H^+ 被消耗, 右室溶液的 pH 增大, B 正确; 电池工作时, a 极消耗 OH^- , 海水中的阴离子透过交换膜 I 移向 a 极区, 则交换膜 I 为阴离子交换膜, b 极消耗 H^+ , 海水中的阳离子透过交换膜 II 移向 b 极区, 则交换膜 II 为阳离子交换膜, C 错误; 由题图解读可知, b 极为正极, H^+ 得电子生成 H_2 , 发生还原反应, D 正确。

3. D 考查点 ▶ 电解原理和离子交换膜的判断

题图解读

电解池工作时阳离子向阴极迁移, 由于 H^+ 向电极 a 移动, 故电极 a 为阴极, 那么电极 b 为阳极, M 膜为阳离子交换膜, 原料室中钠离子通过 M 膜进入产品室 1 得到氢氧化钠, N 膜为阴离子交换膜, 原料室中磷酸二氢根离子通过 N 膜进入产品室 2, 与双极膜产生的氢离子结合生成磷酸。

【解析】N 膜为阴离子交换膜, A 错误; 原料室中磷酸二氢根离子通过 N 膜进入产品室 2, 与双极膜产生的氢离子结合生成磷酸, 产品室 2 中溶液的 pH 逐渐减小, B 错误; 原料室中钠离子通过 M 膜进入产品室 1 得到氢氧化钠, C 错误; 双极膜共解离 4 mol H_2O , 即两侧双极膜各解离 2 mol H_2O , 电极 a 的电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, 解离 2 mol H_2O 得到 2 mol H^+ , 转移电子的物质的量为 2 mol, 结合反应 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可知理论上铅蓄电池中生成 2 mol PbSO_4 , D 正确。

4. C 考查点 ▶ 电解池有关计算、电解原理的应用、离子交换膜的判断

题图解读

阳极室发生反应 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$; 阴极室发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。电解法可以制备 KNO_3 , 根据题中图示, 阳极室中的钾离子进入硝酸钾稀溶液, NaNO_3 浓溶液中硝酸根离子进入硝酸钾稀溶液、钠离子进入阴极室生成氢氧化钠。

【解析】 NaNO_3 浓溶液中 NO_3^- 通过 Y 膜向左移动生成 KNO_3 , Y 膜为阴离子交换膜, A 错误; 阴极室发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, NaNO_3 浓溶液中钠离子进入阴极室生成氢氧化钠, B 错误; 生成标准状况下 22.4 L Cl_2 转移 2 mol 电子, 同时有 2 mol K^+ 移向硝酸钾稀溶液, 则阳极室内减少 2 mol KCl , 即溶液质量减少 149 g, C 正确; 生成 1 mol Cl_2 时, 转移 2 mol 电子, 阴极室内生成 1 mol H_2 并补充了 2 mol Na^+ , 因此阴极室溶液质量增加 44 g, D 错误。

5. D 考查点 ▶ 双极膜应用、原电池正负极判断、原电池电极反应式书写

题图解读

该装置为原电池, Zn 为活泼金属, 作负极, Zn 失电子发生氧化反应, 正极 NO 得电子生成氨气, 双极膜中的 OH^- 向左侧负极移动, H^+ 向右侧正极移动。

【解析】该装置为原电池, Zn 为活泼金属, 作负极, Zn 失电子发生氧化反应, A 正确; 负极发生反应: $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$, 正极反应式为 $\text{NO} + 5\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + 5\text{OH}^-$, 总反应式为 $2\text{NO} + 5\text{Zn} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + 5\text{ZnO}$, B 正确; 原电池中阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动, 则 OH^- 向左侧负极移动, H^+ 向右侧正极移动, C 正确; 负极发生反应: $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$, 同时移入的 OH^- 与消耗的 OH^- 等量, $n(\text{OH}^-)$ 不变, 但生成了 H_2O , 所以 OH^- 浓度减小, pH 降低, D 错误。

6. B 考查点 ▶ 电化学制备纳米碳酸钙的工作原理及相关计算、电流方向判断、离子交换膜的判断

题图解读

该技术是采用电解原理实现纳米碳酸钙的制备, 结合题中图示可知左侧圆底烧瓶用于制备二氧化碳, 二氧化碳通入电解池左侧, 用于生成碳酸钙, 则电解池中右侧的钙离子应通过离子交换膜进入左侧, 由此可知离子交换膜为阳离子交换膜, 且电极 a 为阴极, 电极 b 为阳极, 电极 a 上反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 电极 b 上氯离子放电生成氯气, 氯气进入溶液 Z 中被吸收, Z 可以为 NaOH。

【解析】据题图解读, 电极 a 为阴极, 电极 b 为阳极, 则电流方向为电极 a → 外电路 → 电极 b → 电解质溶液 → 电极 a, A 正确; X 如果是块状大理石, 则会生成微溶的 CaSO_4 , 不利于 CO_2 的生成, B 错误; 根据分析, 离子交换膜应为阳离子交换膜, C 正确; 外电路中每通过 2 mol 电子, 则溶液中有 2 mol 电荷通过交换膜, 由以上分析可知钙离子通过离子交换膜, 则钙离子的物质的量为 1 mol, D 正确。

7. B 突破点 ▶ 浓差电池、离子移动方向、电极反应式、电化学相关计算

题图解读

浓差电池中, 根据甲室阴离子交换膜两侧溶液的浓度可知, Cu 电极(2)作负极, 电极反应式为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$, Cu 电极(1)作正极, 电极反应式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$, 则乙室中石墨电极(1)为阴极、石墨电极(2)为阳极, 阳极上水失电子生成氧气和氢离子, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 阴极上丙烯腈得电子生成己二腈, 电极反应式为 $2\text{CH}_2=\text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 。

【解析】由题图解读可知,Cu 电极(1)为正极,电极上发生得电子的还原反应,A 正确;当甲室两电极质量差为 6.4 g 时,Cu 电极(1)(2)分别增加、减少 3.2 g(0.05 mol) Cu,转移电子的物质的量为 0.1 mol,由 $2\text{CH}_2=\text{CHCN}+2\text{H}^++2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ 可知,生成 0.05 mol 己二腈,B 错误;根据乙室阳极、阴极发生的反应,可知乙室应选用阳离子交换膜, H^+ 由阳极移向阴极,C 正确;石墨电极(1)的电极反应式为 $2\text{CH}_2=\text{CHCN}+2\text{H}^++2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$,D 正确。

8. $\text{CH}_2=\text{CH}_2+2\text{Cl}^- - 2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 阴离子

突破点 ▶ 离子交换膜的判断、电极反应式的书写

【解析】从题图可以看出,由乙烯转化为 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,碳元素的化合价升高,A(Pt)为负极, Cl_2 得电子生成 Cl^- ,B(Pt)为正极。A(Pt)电极附近,乙烯失电子生成 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,依据得失电子守恒、电荷守恒和质量守恒,可得出电极反应式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2+2\text{Cl}^- - 2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$;在 B(Pt)电极, $\text{Cl}_2+2\text{e}^-\rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$,则 Cl^- 透过离子交换膜向 A 电极移动,所以离子交换膜为阴离子交换膜。

刷有所得 离子交换膜的类型

根据选择透过的微粒,离子交换膜可以分为多种,主要有:

- (1) 阳离子交换膜:只允许阳离子通过,阻止阴离子和气体通过。
- (2) 阴离子交换膜:只允许阴离子通过,阻止阳离子和气体通过。
- (3) 质子交换膜:只允许质子(H^+)通过,阻止其他离子和气体通过。
- (4) 双极膜:一面是阴离子交换膜,另一面是阳离子交换膜,中间有一层很薄的相界面,在直流电作用下,相界面中的 H_2O 解离成的 H^+ 和 OH^- 分别通过阳离子交换膜和阴离子交换膜向电解质溶液中迁移。

9. (1) ①负 有 1 mol Mg^{2+} 自右向左通过阳离子交换膜 ② $\text{Mg}^{2+}+2\text{CO}_2+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{MgC}_2\text{O}_4(\text{s})$

(2) ①正 阳 左端铜电极会被腐蚀直至消失 ② $2\text{CO}_2+10\text{e}^-+10\text{H}^+\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CHO}+3\text{H}_2\text{O}$ 基本不变

考查点 ▶ 电解池电极反应式的书写、原电池电极反应式书写、电解原理的理解及判断

【解析】(1) ①放电时 CO_2 转化为 MgC_2O_4 ,碳元素化合价由+4 降低为+3,发生还原反应,所以多孔碳纳米管电极为正极,Mg 电极为负极,则充电时多孔碳纳米管电极为阳极,Mg 电极为阴极。充电时电解池的阴极与电源的负极相连, Mg^{2+} 会转化为 Mg,故电解池中 Mg^{2+} 从右向左移动,电路中转移的电子所带总电量与通过阳离子交换膜的 Mg^{2+} 所带总电量相等,因此通过阳离子交换膜的 Mg^{2+} 的物质的量为 1 mol。②由工作原理图可知,放电时, CO_2 在多孔碳纳米管电极上得电子转化为 MgC_2O_4 ,故有 Mg^{2+} 参与电极反应,相应电极反应式为 $\text{Mg}^{2+}+2\text{CO}_2+2\text{e}^-\rightleftharpoons \text{MgC}_2\text{O}_4(\text{s})$ 。

(2) ① CO_2 转化为有机物时碳元素化合价降低,因此 CO_2 发生了还原反应,是阴极反应物,Pt 电极是阳极,a 极是电源的正极; CO_2 转化为有机物时,需要 H^+ ,阳极上水失去电子得到 O_2 、 H^+ ,因此 H^+ 需要通过交换膜 X 进入阴极区,交换膜 X 最好是阳离子交换膜;若将 Pt 电极换为 Cu 电极,则该 Cu 电极会失去电子,导致该 Cu 电极被腐蚀,直至消失。②充电时阴极的电极反应式为 $2\text{CO}_2+10\text{e}^-+10\text{H}^+\rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CHO}+3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}^+\rightleftharpoons$

$\text{HCOOH} + 2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, 阳极电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$, 由两个电极反应式可知, 电解时溶液中 H^+ 的数量基本不变。

突破3 新型电池的工作原理及应用

刷 难关

1. D 考查点 ▶ 浓差电池工作原理

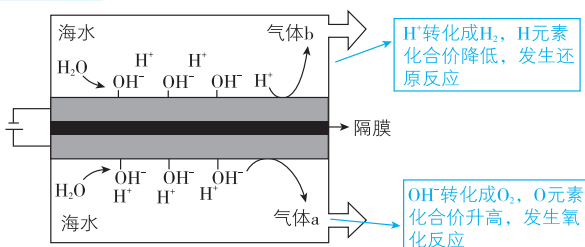
题图解读

由题给信息可知, 电极 A 为浓差电池的正极, 氧气在正极得到电子发生还原反应生成 O^{2-} , 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$, 电极 B 为负极, O^{2-} 在负极失去电子发生氧化反应生成氧气, 电极反应式为 $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow$ 。

【解析】由题图解读可知, 电极 A 为正极, A 正确; 阴离子向负极移动, O^{2-} 由电极 A 向电极 B 迁移, B 正确; 电极 B 为负极, 电极反应式为 $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow$, C 正确; 结合得失电子守恒可知, 该电池工作时, 电路中每通过 4 mol 电子, 正极生成 2 mol O^{2-} , 负极消耗 2 mol O^{2-} , 理论上, 电解质中 O^{2-} 的总物质的量不变, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 电解原理及应用

题图解读



【解析】由题图解读可知, A 正确; 由题意可知, 电极表面的 Cr^{3+} 可选择性地紧密结合水电离出的 OH^- , 从而发生阳极反应: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 因此会减少副产物 Cl_2 的生成, B 正确; 海水中含有 Mg^{2+} 等杂质, 阴极消耗 H^+ , 导致阴极周围的 OH^- 增多, 会产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等电极垢, 应定期更换, C 错误; 海水淡化间接制氢需要先淡化海水, 再电解水制氢, 成本较高, 相比之下原位直接制氢成本低, D 正确。

3. C 突破点 ▶ 原电池、电解池综合考查, 电解池电极反应式的书写、原电池有关计算

题图解读

由放电时电池的总反应可知, 放电时, a 极为原电池的正极, Fe^{3+} 在正极得到电子发生还原反应生成 Fe^{2+} , b 极为负极, Cr^{2+} 在负极失去电子发生氧化反应生成 Cr^{3+} ; 充电时, 与直流电源正极相连的 a 极为电解池的阳极, Fe^{2+} 在阳极失去电子发生氧化反应生成 Fe^{3+} , b 极为阴极, Cr^{3+} 在阴极得到电子发生还原反应生成 Cr^{2+} 。

【解析】由题图解读可知, 充电时, b 极为阴极, Cr^{3+} 在阴极得到电子发生还原反应生成 Cr^{2+} , 电极反应式为 $\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$, A 正确; 充电时, 与直流电源正极相连的为原电池的正极 (a 极), B 正确; 放电时, a 极为正极, b 极为负极, 则氢离子由右侧电极室经质子交换膜移向左侧, C 错误; 放电时, a 极为正极, 铁离子在正极得到电子发生还原反应生成亚铁离子, 则电路中每通过 0.1 mol 电子, 溶液中铁离子物质的量减少 0.1 mol, D 正确。

4. C 突破点 ▶ 电解原理的理解, 原电池、电解池综合考查, 电极反应式的书写

题图解读

由题图可知, 放电时右侧 $\text{Mg} \rightarrow [\text{Mg}_2\text{Cl}_2]^{2+}$, 镁失去电子发生氧化反应, 为原电池负极, 电极反应式为 $2\text{Mg} - 4\text{e}^- + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{Mg}_2\text{Cl}_2]^{2+}$, 则左侧为原电池的正极, 电极反应式为 $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 。

【解析】充电时该装置作电解池, 左侧为阳极, 右侧为阴极, 则 Na^+ 通过离子交换膜从左室移向右室, A 正确; 放电时, Mo 箔为电池的正极, 则充电时, Mo 箔外接电源的正极, B 正确; 放电时, 外电路中通过 0.2 mol 电子时, 由负极的反应可知, 会消耗 0.1 mol 镁, 电解质质量增加 2.4 g, 同时会有 0.2 mol Na^+ 通过离子交换膜向正极移动, 质量减少 4.6 g, 故负极区电解质质量减少 2.2 g, C 错误; 由题图解读可知, 放电时, Mo 箔是正极, 反应为 $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, D 正确。

5. D 考查点 ▶ 电化学计算

题图解读

放电时, Na_xC_n 转化为 C, C 元素化合价升高, 故 b 极是负极, 负极的电极反应式为 $\text{Na}_x\text{C}_n - xe^- \rightleftharpoons n\text{C} + x\text{Na}^+$, 充电时, a 极为阳极, 电极反应式为 $\text{NaMnO}_2 - xe^- \rightleftharpoons \text{Na}_{1-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$ 。

【解析】由题图解读可知, 放电时, b 极是负极, 电流从 a 极经过用电器流向 b 极, A 正确; 放电时, 负极 Na_xC_n 失电子生成 C, 电极反应式为 $\text{Na}_x\text{C}_n - xe^- \rightleftharpoons n\text{C} + x\text{Na}^+$, B 正确; 充电时, a 极的电极反应式为 $\text{NaMnO}_2 - xe^- \rightleftharpoons \text{Na}_{1-x}\text{MnO}_2 + x\text{Na}^+$, 每转移 0.1 mol 电子, a 极上有 0.1 mol Na^+ 脱嵌, 质量减少 2.3 g, C 正确; 充电时, a 极作阳极, 连接电源正极, D 错误。

6. D 考查点 ▶ 原电池有关计算, 原电池、电解池综合考查, 新型电池

【解析】放电时锌电极为负极, 电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2$, 石墨电极为正极, 电极反应式之一为 $[\text{CuCl}_x]^{2-x} + \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_x]^{1-x}$; 充电时锌电极与电源负极相连, 为阴极, 石墨电极与电源正极相连, 为阳极, A 正确; 充电时, 石墨电极为阳极, 发生氧化反应, 电极反应式之一为 $[\text{CuCl}_x]^{1-x} - \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_x]^{2-x}$, B 正确; 放电时, 氯离子向负极迁移, 即向锌电极迁移, C 正确; 放电时, 根据负极电极反应式, 理论上电路中每转移 2 mol 电子, 锌电极增加的质量为 2 mol Cl^- 的质量, 应为 $2 \times 35.5 \text{ g} = 71 \text{ g}$, D 错误。

7. C 突破点 ▶ 原电池原理的综合应用

题图解读

双阴极三室微生物燃料电池中, 左边缺氧室 NO_3^- 转变为 N_2 , 电极反应式为 $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$; 中间厌氧室葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 转变为 CO_2 , 电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 24\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$; 右边好氧室 O_2 转变为 H_2O , 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 同时, 在好氧室还发生反应 $\text{NH}_4^+ - 8\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 10\text{H}^+$, 由题目可知电池为双阴极, 即有 2 个电极要得电子, 结合前边分析得出左边缺氧室和右边好氧室为电池的正极(阴极室), 中间厌氧室为电池负极。

【解析】根据题图解读,该电池中缺氧室和好氧室为阴极室,A 错误;在原电池中,阳离子由负极向正极移动,且根据分析,厌氧室产生 H^+ ,缺氧室、好氧室都要消耗 H^+ ,所以 H^+ 的移动方向为缺氧室 $\xleftarrow{\text{质子交换膜}}$ 厌氧室 $\xrightarrow{\text{质子交换膜}}$ 好氧室,B 错误;好氧室中同时发生反应 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{NH}_4^+ - 8\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 10\text{H}^+$,则它们之间能发生反应: $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{微生物}} \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$,C 正确;当厌氧室中处理 1 mol 葡萄糖时,根据电极反应式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 24\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$ 可知共转移了 24 mol e^- ,但转移的电子同时被缺氧室和好氧室得到,因此缺氧室生成的标准状况下的 N_2 体积不确定,D 错误。

8. D 考查点 ▶ 电化学计算

题眼透视

根据题图示意图可知,左侧极板为阳极,发生氧化反应,右侧极板为阴极,发生还原反应。

【解析】电子层数越多,离子半径越大, Li^+ 半径小于 Na^+ 、 K^+ ,导致 Li^+ 能嵌入离子筛,从而能高选择性提取锂而不提取 Na^+ 、 K^+ ,A 正确;阴极室中 FePO_4 得到电子发生还原反应生成 LiFePO_4 ,电极反应式为 $\text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{LiFePO}_4$,B 正确;装置中有阴离子交换膜,反应过程中卤水中的 Cl^- 通过阴离子交换膜进入阳极室以维持整个体系的电荷平衡,C 正确;以 5 A 的电流电解 32 分钟后,转移电子的物质的量为 $\frac{5 \times 32 \times 60}{96\,000} \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$,则阳极板释放出 0.1 mol Li^+ ,质量减轻 0.7 g,D 错误。

9. C 突破点 ▶ 新型电池工作原理分析及计算

【解析】由电子移动方向可知,a 电极为原电池的负极,锂失去电子发生氧化反应生成锂离子,电极反应式为 $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$,b 电极为正极,锂离子作用下氮气在催化剂表面得到电子发生还原反应生成氮化锂,电极反应式为 $\text{N}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{Li}^+ \rightleftharpoons 2\text{Li}_3\text{N}$ 。b 电极为正极,锂离子作用下氮气在催化剂表面得到电子发生还原反应生成氮化锂,A 错误;a 电极为原电池的负极,b 电极为正极,则放电时,电流由 b 电极沿导线流向 a 电极,B 错误;由上述分析中的电极反应式可知,生成氮化锂和消耗氮气的质量比为 $70 : 28 = 5 : 2$,C 正确;铅酸蓄电池充电时的总反应为 $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,反应消耗 2 mol 水时,转移 2 mol 电子,则由得失电子数目守恒可知,充电消耗 0.7 g 锂时,铅酸蓄电池消耗水的质量为 $\frac{0.7 \text{ g}}{7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.8 \text{ g}$,D 错误。

10. C 突破点 ▶ 原电池原理分析、电池总反应式书写、反应现象判断

【解析】由电池中硫还原反应(涉及从 S_8 分子到 Li_2S 固体的复杂的 16 电子转化过程)可知,电池总反应为 $16\text{Li} + \text{S}_8 \rightleftharpoons 8\text{Li}_2\text{S}$,A 正确;由题图可知, Li_2S_4 转化生成的 Li_2S_2 和 Li_2S_3 最终转化为 Li_2S ,说明 Li_2S_4 是控制整个反应过程的关键电化学中间体,B 正确;充电时,左侧电极为电解池的阳极, Li_2S 在阳极失去电子发生氧化反应最终生成淡黄色 S_8 和锂离子,所以最后颜色不可能变成无色,C 错误;由题给信息可知, Li_2S 的水溶性较差,所以选择合适的溶剂,有利于增强电解质溶液的导电性,能让电池保持稳定的电流输出,D 正确。

11. (1) ① H_2S 和 I_3^- 发生氧化还原反应生成 S_2 、碘离子及氢离子

② 光电催化法脱除 H_2S 耗能低, 还能持续发电; 溶液中 I^- 可循环利用, 正极生成的 H_2O_2 可回收利用

(2) ① H_2 ② $\text{CO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

(3) $\text{PbO}_2 \quad \text{Na}_x\text{C}_y - x\text{e}^- \longrightarrow \text{C}_y + x\text{Na}^+$

突破点 ▶ 电极反应式的书写、电极类型判断、电池工作原理分析

【解析】(2) ① 结合题图乙可知, H^+ 通过质子交换膜流向阴极区, 因此右侧电极为阴极, 阴极区溶液酸性增强, 法拉第效率降低, 则通过电极的电子部分生成了其他气体, 结合题意可得生成该气体的电极反应式应为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$, 因此气体 A 的分子式为 H_2 。

② 结合题图乙可知, 右侧电极区为阴极, CO_2 在阴极得到电子生成甲醇, 因此阴极生成甲醇的电极反应式为 $\text{CO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 给铅酸蓄电池充电时, 锰基高锰普鲁士白为正极, 连接铅酸蓄电池的 PbO_2 电极, 负极为嵌钠硬碳, 电极反应式为 $\text{Na}_x\text{C}_y - x\text{e}^- \longrightarrow \text{C}_y + x\text{Na}^+$ 。

全章真题训练

刷真题

刷小题

1. **D** **命题点** ▶ 电化学防腐、牺牲阳极法

【解析】 钢铁外壳、锌块和海水组成原电池, 钢铁外壳作正极被保护, 锌块作负极, A 错误; 锌块作负极, 发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+}$, 锌块不断被消耗腐蚀, 需要定期检查、更换, B 错误、D 正确; 此法为牺牲阳极法, C 错误。

2. **D** **命题点** ▶ 金属的腐蚀与防护

【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。

3. **B** **命题点** ▶ 原电池原理

题图解读

定位: 原电池

电极	电极判断	电极反应式
Ag	活泼性: $\text{Ag} > \text{Pt}$, 且根据题意知需去除 Cl^- , 则 Ag 为负极 (A 错误)	$\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$
Pt	正极	$\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (C 错误)

【解析】 电子由负极 (Ag) 经活性炭流向正极 (Pt), B 正确; 每消耗标准状况下 11.2 L (0.5 mol) 的 O_2 , 电路中将转移 2 mol 电子, 由负极电极反应式可知最多去除 2 mol Cl^- , D 错误。

4. **A** **命题点** ▶ 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

题图解读

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	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ (A 正确)
电极 b	还原反应	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$

【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 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。

关键点

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 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。

5. C 命题点 电化学原理, 涉及电解质对充放电速率的影响、温度对电子转移的影响、电极的判断等

题图解读

该电池为二次电池, 放电时为原电池, 活泼金属 Li 失电子发生氧化反应, 作负极, O_2 在多孔功能电极上得电子发生还原反应, 多孔功能电极作正极; 充电时为电解池, 锂电极作阴极, 多孔功能电极作阳极。

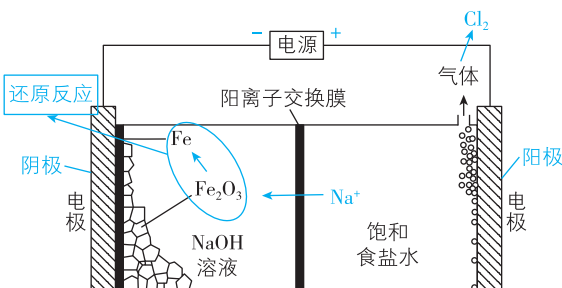
定位	电极	电极反应式
放电 (原电池)	锂电极(负极)	$Li - e^- \rightleftharpoons Li^+$
	多孔功能电极(正极)	$O_2 + 2e^- \rightleftharpoons O_2^{2-}$ 或 $O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^{2-}$
充电 (电解池)	锂电极(阴极)	$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$
	多孔功能电极(阳极)	$O_2^{2-} - 2e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow$ 或 $2O^{2-} - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow$
总反应: $2Li + O_2 \xrightleftharpoons[充电]{放电} Li_2O_2$ 或 $4Li + O_2 \xrightleftharpoons[充电]{放电} 2Li_2O$		

【解析】由电极反应式可知, 充放电时有 Li^+ 参与或生成, 因此熔融盐中 $LiNO_3$ 的物质的量分数影响充放电速率, Li^+ 优先于 K^+ 通过固态电解质膜, A、B 正确; 放电时, 1 mol O_2 得 2 mol e^- 转化为 O_2^{2-} , 1 mol O_2 得 4 mol e^- 转化为 O^{2-} , 随温度升高 Q 增大, 因此随温度升高正极区 O_2^{2-} 转化为 O^{2-} , C 错误; 充电时, 锂电极为阴极, 连接电源负极, D 正确。

6. C 命题点 电解装置分析, 涉及湿法冶铁、电极反应、电解池中质量变化等

题图解读

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。

7. C 命题点 电化学原理,涉及电池总反应书写、离子迁移方向、电解质溶液变化分析等

题图解读

充电时为电解池,惰性电极上 Li^+ 得电子生成 Li 并沉积在惰性电极上,储氢容器内的 H_2 在气体扩散电极上失电子转化为 H^+ ,进一步结合电解质溶液中的 H_2PO_4^- 生成 H_3PO_4 , Li^+ 通过固体电解质向惰性电极(阴极)移动(C 正确);放电时为原电池,惰性电极为负极, Li 失电子生成 Li^+ 并通过固体电解质向左侧迁移,正极(气体扩散电极) H_3PO_4 中 H^+ 得电子生成 H_2 ,据此分析。

定位	电极	电极反应式
充电 (电解池)	惰性电极(阴极)	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}$
	气体扩散电极(阳极)	$\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$
放电 (原电池)	惰性电极(负极)	$\text{Li} - \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}^+$
	气体扩散电极(正极)	$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2 \uparrow$
总反应: $2\text{Li} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{LiH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ (B 错误)		

【解析】放电时,电解质溶液中 H_3PO_4 转化为 H_2PO_4^- 并结合迁移过来的 Li^+ 生成 LiH_2PO_4 ,由得失电子守恒知,失去的 $n(\text{H}^+) =$ 得到的 $n(\text{Li}^+)$,则电解质溶液质量增加,A 错误;充电时每转移 1 mol 电子生成 1 mol H^+ ,但溶液体积未知,无法计算浓度变化,D 错误。

8. D 命题点 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

题图解读

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	$\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} + \text{H}^+$ (C 正确)
	b 极(正极),还原 反应	$\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \longrightarrow \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$

【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

关键点

Ag/AgCl 电极后 b 极仍增重,则此时 b 极电极反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$,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 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$ 、b 极电极反应式为 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \longrightarrow \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$,电池不会失去储氯能力,D 错误。

9. B 命题点 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

题图解读

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。

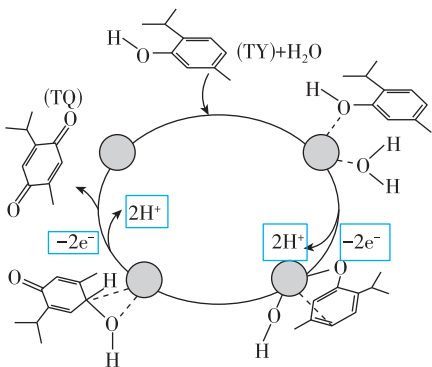
电极及反应类型	电极反应式
Li_xCoO_2 电极(阴极), 还原反应	$\text{Li}_x\text{CoO}_2 + (1-x)\text{e}^- + (1-x)\text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$ (A 错误)
Pt 电极(阳极), 氧化反应	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

【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。

10. D 命题点 电解原理融合化学反应历程综合分析,涉及反应机理分析、离子迁移等

题图解读

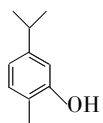
如图为电极 b 表面的主要反应历程,由图可得出电极 b 表面的电子转移及成键情况:



可知 1 mol TY 与 1 mol H_2O 在电极 b 上失去 4 mol 电子,生成 1 mol TQ 和 4 mol H^+ ,因此电极 b 为阳极,发生氧化反应,电极 a 为阴极,发生还原反应。电解质溶液含有 H_2SO_4 ,且两室间为质子交换膜,因此阳极生成的 H^+ 通过质子交换膜在阴极发生反应。

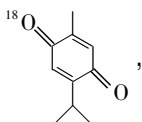
定位	电极及反应类型	电极反应式
电解池	电极 a(阴极), 还原反应	$4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2 \uparrow$
	电极 b(阳极), 氧化反应	$\text{TY} + \text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{TQ} + 4\text{H}^+$
总反应: $\text{TY} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{TQ} + 2\text{H}_2 \uparrow$ (B 正确)		

【解析】电解过程中,阳离子移向阴极,右室(阳极室)产生的 H^+ 通过质子交换膜移至左室(阴极室),A 正确;根据反应历程图可知, TY 转化为 TQ 的过程中,官能团由酚羟基变为 $\text{C}=\text{O}$,同时水分子结合催化剂进攻酚羟基对位碳,引入 $\text{C}=\text{O}$,因此以



为原料时,酚羟基转化为羰基,并在对位引入羰基,也

可得到 TQ, C 正确; 由反应历程图分析, TY 转化为 TQ 过程中, 酚羟基的 O 原子并未脱离苯环, 而酚羟基对位引入的 O 原子来自 H_2O , 所以用 ^{18}O 标记电解液中的水, 得到的是



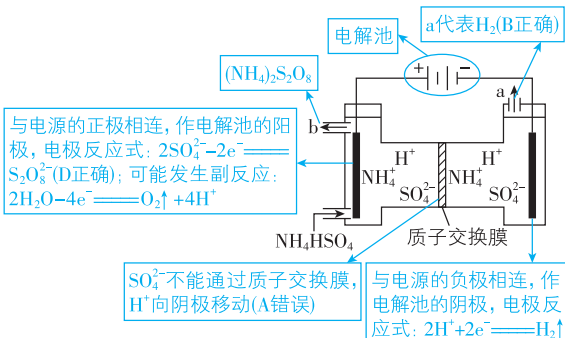
D 错误。

- 11. AC 命题点** 电解原理, 涉及电解质溶液中离子的移动方向、电极反应式、电极产物的判断等

题图解读

定位: 电解池

左侧电极与电源正极相连, 为阳极, 发生氧化反应; 右侧电极与电源负极相连, 为阴极, 发生还原反应。



【解析】 由于阳极区存在副反应, 则当回路中通过 1 mol 电子时,

易错点

产生的 $(NH_4)_2S_2O_8$ 小于 0.5 mol, C 错误。

- 12. C 命题点** 微型电池的工作原理

题图解读

电极	电极反应式
a 电极	$O_2 + 4e^- + 2H_2O \rightleftharpoons 4OH^-$
b 电极	$Cu_2O - 2e^- + H_2O \rightleftharpoons 2CuO + 2H^+$ $C_6H_{12}O_6 + 2CuO \rightleftharpoons C_6H_{12}O_7 + Cu_2O$

【解析】 由题图知, O_2 在 a 电极上得电子生成 OH^- , a 电极为电池正极, Cu_2O 在 b 电极上失电子转化成 CuO , b 电极为电池负极, 在负极区, 葡萄糖被 CuO 氧化为葡萄糖酸, CuO 被还原为 Cu_2O , 则电池总反应为葡萄糖被 O_2 氧化为葡萄糖酸, A 正确; Cu_2O 在 b 电极上失电子转化成 CuO , CuO 氧化葡萄糖时被还原生成 Cu_2O , 它们的相互转变起催化作用, B 正确; 根据反应 $2C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightleftharpoons 2C_6H_{12}O_7$ 可知, 1 mol $C_6H_{12}O_6$ 参加反应时转移 2 mol 电子, 18 mg $C_6H_{12}O_6$ 的物质的量为 0.1 mmol, 则消耗 18 mg 葡萄糖时, 理论上 a 电极有 0.2 mmol 电子流入, C 错误; 原电池中阳离子从负极移向正极, 故 Na^+ 迁移方向为 $b \rightarrow a$, D 正确。

- 13. B 命题点** 双极膜组装电解池的工作原理分析

题图解读

已知图示电解池可实现大电流催化电解

KNO_3 溶液制氨, 说明 N 元素化合价由 +5 价变为 -3 价, 则电极 a 上发生还原反应, 为阴极, 因此电极 b 为阳极。

【解析】阴极发生反应： $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{OH}^-$ ，阳极发生反应： $8\text{OH}^- - 8\text{e}^- \longrightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 \uparrow$ ，电极反应式相加可得电解的总反应，A 正确；根据电极反应式，每生成 1 mol $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，阳极需要消耗 8 mol OH^- ，此时双极膜处需 8 mol H_2O 解离出 8 mol OH^- 参与反应，B 错误；电解总反应中生成的 KOH 出现在阴极室中，阳极室中 KOH 的物质的量不发生变化，C 正确；“卵棒”结构的双极膜与水的接触面积较大，水可更快解离产生 H^+ 和 OH^- ，进而提高氨生成速率，D 正确。

刷大题

14. (1) $\text{N}_2 - 10\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$

(2) iii 产生的 O_2 参与 ii 中 NO 的氧化

命题点 ▶ 电解装置分析，涉及电极反应式的书写等

【解析】电极 a 表面 N_2 转化为 NO_3^- ，氮元素化合价升高，发生氧化反应，电极 a 为阳极，电极反应式为 $\text{N}_2 - 10\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$ 。

15. (1) 阳

(2) $2\text{NO}_3^- + 16\text{e}^- + \text{CO}_2 + 18\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$

命题点 ▶ 电解装置分析，涉及电极判断、电极反应式的书写

【解析】(1) 电极 b 上发生 H_2O 失电子生成 O_2 的氧化反应，是电解池的阳极。

(2) 电极 a 硝酸根离子得电子转化为尿素，再结合酸性环境可分析出电极反应式为 $2\text{NO}_3^- + 16\text{e}^- + \text{CO}_2 + 18\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

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

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

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

命题点 ▶ 电解装置分析，涉及电极反应式的书写、电极产物的物质的量的计算等

【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 $\text{Pb} - 4\text{e}^- + 4\text{CH}_3\text{CH}_2^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_4$ 。

(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 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{O}^- + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ，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 ： $2\text{Br}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Br}_2$ ， Br_2 将生成的 Pt(0) 再转化为 Pt(II)，则总反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 \longrightarrow (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 。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。