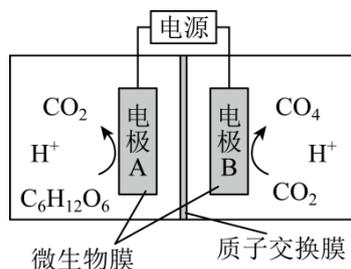
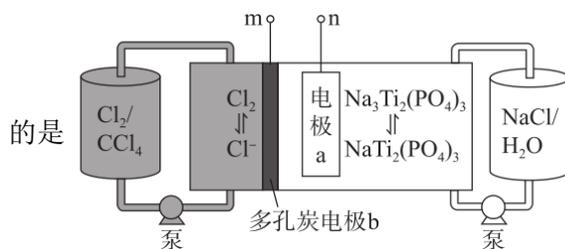


## 电化学选择题专练

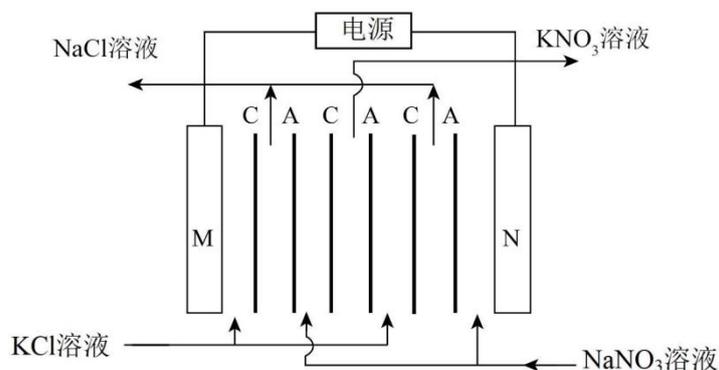
1. 一种微生物电解池生产甲烷的装置如图所示。下列有关说法正确的是



- A. 电解时可将化学能转化为电能
  - B. 电解时  $\text{H}^+$  通过质子交换膜移向电极 A
  - C. 电极 A 应与电源的负极相连
  - D. 电极 B 上的反应式为:  $\text{CO}_2 + 8\text{e}^- + 8\text{H}^+ = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. 科学家研制了一种全氯无膜液流电池的装置如图所示, 该电池因无膜而具有很高的电压效率。下列说法错误



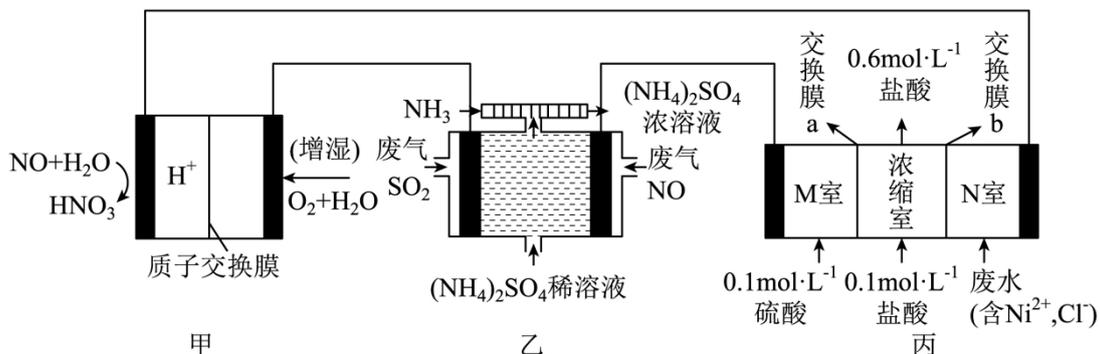
- A. 该电池因选用  $\text{CCl}_4$  溶解  $\text{Cl}_2$  而无需离子交换膜
  - B. 用该电池电解精炼铜,  $1 \text{ mol Cl}_2$  放电时, 阳极溶解  $64 \text{ g}$  铜  $\text{Cu}$
  - C. 充电时,  $\text{Cl}^-$  向电极 b 迁移, 并在 b 极生成  $\text{Cl}_2$
  - D. 充电时, 电极 a 的反应为  $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$
3. 某化学兴趣小组, 根据电化学原理, 设计出利用  $\text{KCl}$ 、 $\text{NaNO}_3$  为原料制取  $\text{KNO}_3$  和  $\text{NaCl}$  的装置如图。A、C 代表不同类别的选择性离子通过膜。下列有关说法中正确的是



- A. C 为阳离子交换膜
- B. M 和 N 均可采用纯铜作为电极材料

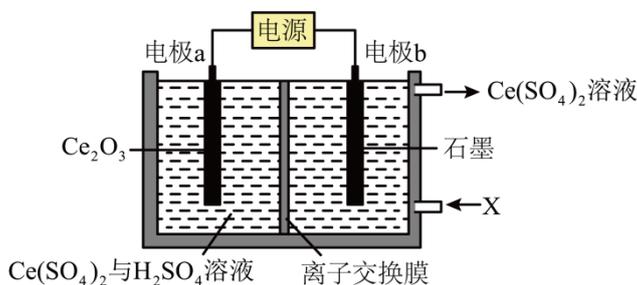
C. M 和 N 电极产生气体的体积比为 2 : 1    D. 电解总反应： $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{电解}} \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$

4. NO—空气质子交换膜燃料电池实现了制硝酸、发电、环保一体化，某兴趣小组用该电池模拟工业处理废气和废水的过程，装置如图。下列说法不正确的是



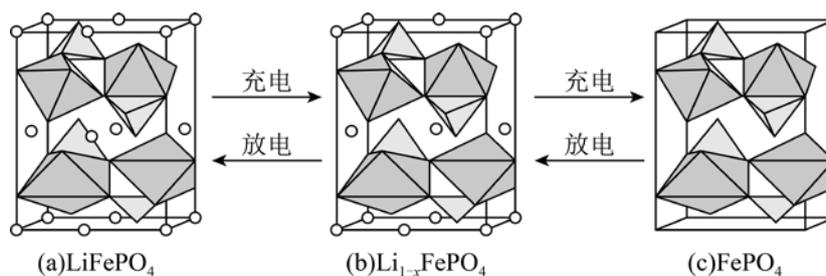
- A. b 膜为阴离子交换膜
- B. 乙池中总反应的离子方程式为  $5\text{SO}_2 + 2\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NH}_4^+ + 5\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$
- C. 当浓缩室得到 4L 浓度为  $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸时，M 室溶液的质量变化为 36g(溶液体积变化忽略不计)
- D. 在标准状况下，若甲池有 5.6L  $\text{O}_2$  参加反应，则乙池中处理废气( $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}$ )的总体积为 15.68L

5. 利用废料  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  制备  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  的工作原理如图，下列说法不正确的是



- A. 电极 b 为阴极，发生还原反应    B. 电解总方程式： $\text{Ce}_2\text{O}_3 + 8\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Ce}^{4+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$
- C. 离子交换膜为阴离子交换膜    D. X 可以是  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液

6.  $\text{LiFePO}_4$  的晶胞结构示意图如(a)所示。其中 O 围绕 Fe 和 P 分别形成正八面体和正四面体。电池充电时， $\text{LiFePO}_4$  脱出  $\text{Li}^+$  的转化过程如图(图中已给出各晶胞对应的化学式)。下列说法正确的是

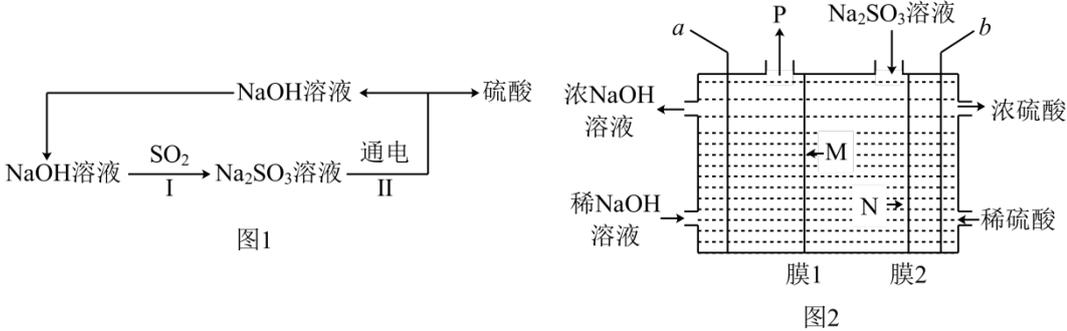


- A.  $\text{LiFePO}_4$  晶胞中含有 1 个  $\text{LiFePO}_4$
- B.  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  中  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的数目之比为 1 : 1

C. 当 1 个  $\text{FePO}_4$  晶胞转化为  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞时, 消耗  $(1-x)$  个  $\text{Li}^+$

D. 1 mol  $\text{LiFePO}_4$  晶胞完全转化为  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞的过程中, 转移的电子数为  $0.75N_A$

7. 处理烟气中的  $\text{SO}_2$  可以采用碱吸——电解法, 其流程如图 1; 模拟过程 II 如图 2, 下列推断不正确的是



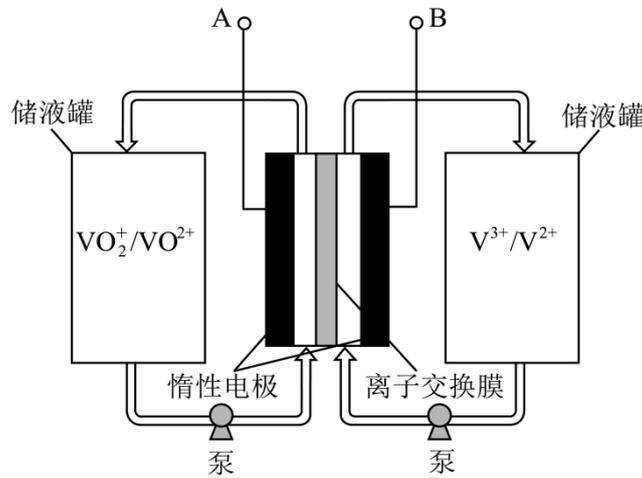
A. 电解  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液时, 亚硫酸根离子通过阴离子交换膜进入右室

B. 若用锌锰碱性电池为电源, a 极与锌极相连

C. a 极的电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

D. 若收集 22.4L 的 P(标准状况下), 则转移 4mol 电子

8. 目前发展势头强劲的绿色环保储能电池——钒电池的工作原理如下图所示, 放电时电子由 B 极沿导线向 A 极移动, 电解质溶液含硫酸, 下列说法正确的是



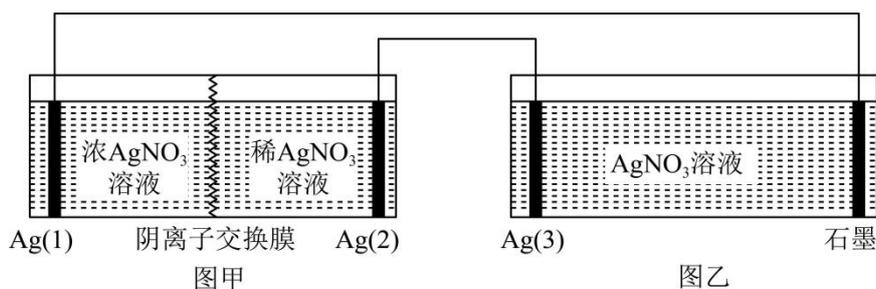
A. 基态原子钒的价层电子排布式为  $4s^2$

B. 放电时  $\text{H}^+$  由 B 极经离子交换膜向 A 极移动

C. 充电时电池  $\text{V}^{2+}$  被氧化为  $\text{V}^{3+}$

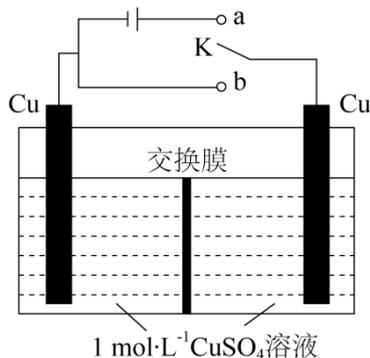
D. 充电时 A 极反应为  $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- = \text{VO}^{2+}$

9. 如图所示, 图甲是离子浓差电池(利用电解质浓度不同形成的电势差工作), 下列说法正确的是



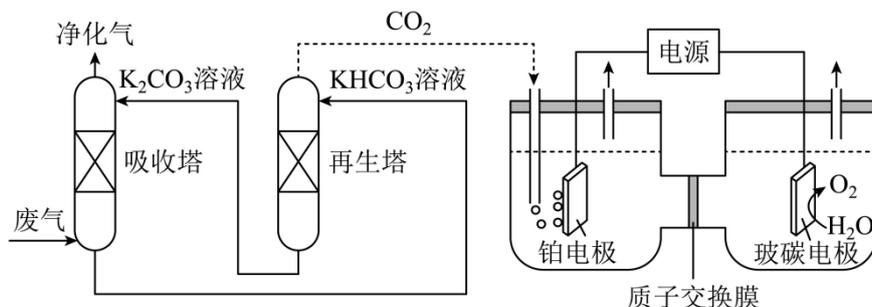
- A. 图甲中电池工作时 Ag(1)作负极
- B. Ag(2)电极反应式为  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$
- C. 图乙中  $\text{NO}_3^-$  向石墨极迁移, Ag(3)极质量增大
- D. 理论上 4 mol  $\text{NO}_3^-$  通过交换膜时, 石墨极产生标况下 11.2L 氧气

10. 一种浓差电池的放电原理是利用电解质溶液的浓度不同而产生电流。某  $\text{CuSO}_4$  浓差电池的装置示意图如图所示, 该电池使用前先将 K 与 a 连接一段时间。下列说法错误的是



- A. K 与 a 连接的目的是形成两电极区溶液的浓度差
- B. K 与 b 连接时, 正极的电极反应式为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
- C. 交换膜适合选择阳离子交换膜
- D. K 与 b 连接时, 导线中通过 2 mol 电子, 约有 1 mol 离子通过交换膜

11. 工业上一种脱除和利用工厂废气中  $\text{CO}_2$  的方法示意图如图所示, 已知某温度下  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的  $K_{a1} = 4.6 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2} = 5.0 \times 10^{-11}$ ,  $\lg 5 = 0.7$ 。



下列说法正确的是

- A. 吸收塔和再生塔发生的反应互为可逆反应

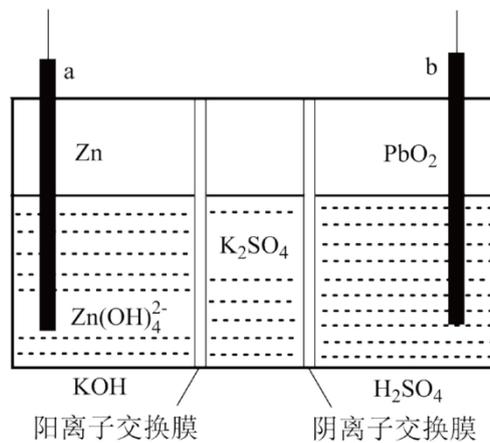
B. 某温度下, 吸收塔中溶液  $\text{pH}=9.3$ , 则溶液的  $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}=10$

C. 玻碳电极上的电极反应为:  $2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$

D. 若电流效率为 50%, 当  $\text{CO}_2$  电催化生成  $0.4\text{molHCOOH}$  时, 正极区产生气体的体积为  $4.48\text{L}$ (标准状况)(电

$$\text{流效率}=\frac{\text{生成目标产物转移的电子数}}{\text{反应过程中转移的总电子数}}\times 100\%$$

12. 一种  $\text{Zn}-\text{PbO}_2$  电池工作原理装置图如图所示, 下列说法正确的是



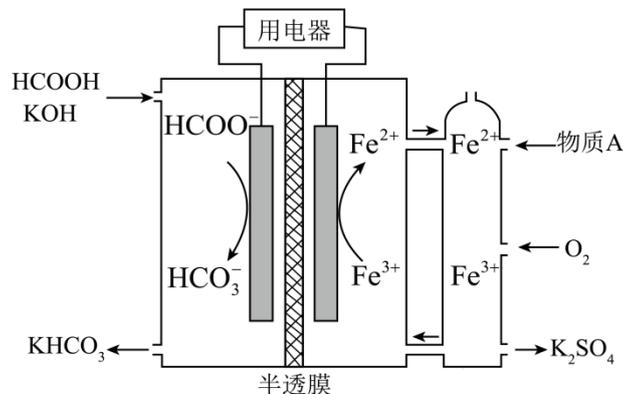
A. 电池工作一段时间后  $\text{K}_2\text{SO}_4$  浓度增大

B. b 极区的反应为  $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 电池工作时  $\text{K}^+$  通过阳离子交换膜向 a 极区移动

D. 放电过程中电极 a 区溶液的  $\text{pH}$  增大

13. 一种  $\text{HCOOH}$  燃料电池装置如图所示。下列说法正确的是



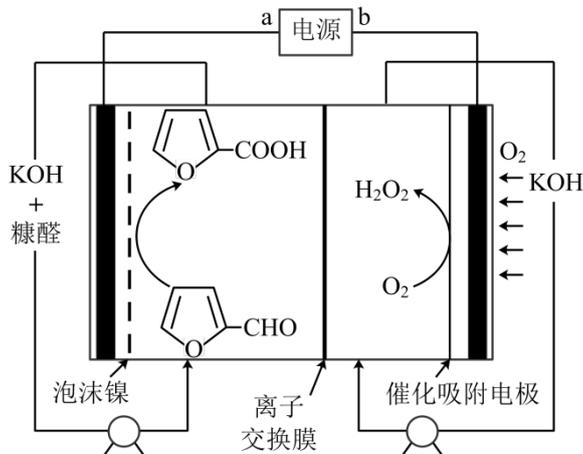
A. 物质 A 是硫酸

B. 该半透膜是阴离子交换膜

C. 正极的电极反应式为:  $\text{HCOO}^- - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

D. 电池的总反应为： $\text{HCOO}^- + 2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$

14. 下图是一种高效低能耗制备  $\text{H}_2\text{O}_2$  的装置，下列有关说法错误的是



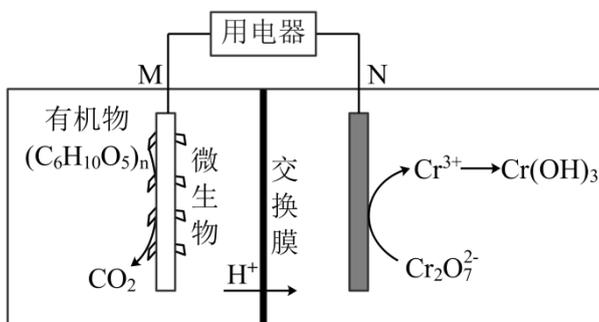
A. a 为电源的正极

B. 装置中的离子交换膜是让阴离子自由通过

C. 阳极区反应为  $\text{糠醛} - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{糠酸} + 2\text{H}^+$

D. 理论上，当 0.2mol 糠醛完全反应时，同时有 0.2mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  生成

15. 如图为某微生物燃料电池净化水的原理。下列说法正确的是



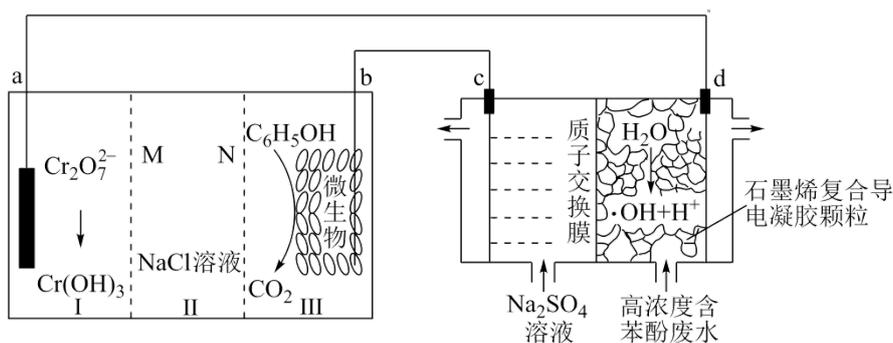
A. N 极为负极，发生氧化反应

B. 电池工作时，N 极附近溶液 pH 减小

C. M 极发生的电极反应为  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n - 24\text{ne}^- + 7\text{nH}_2\text{O} = 6\text{nCO}_2 \uparrow + 24\text{nH}^+$

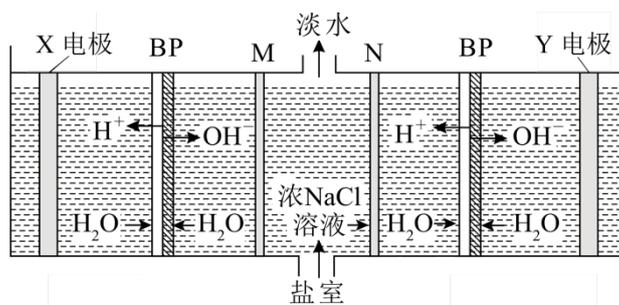
D. 处理 0.1mol  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  时，有 1.4mol  $\text{H}^+$  从交换膜左侧向右侧迁移

16. 自由基因为不能稳定存在往往化学性质不稳定，羟基自由基 ( $\cdot\text{OH}$ ) 有极强的氧化性。如图是一种能将苯酚氧化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的原电池-电解池组合装置。下列说法错误的是

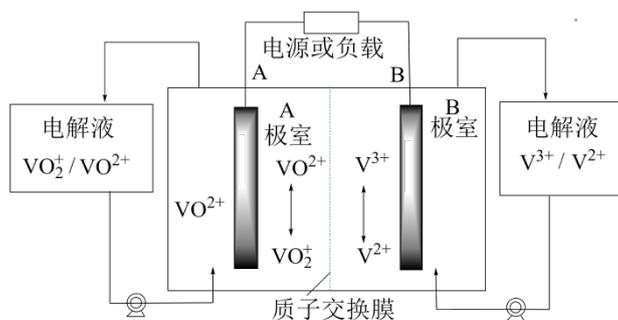


- A. a 电极的电极反应式： $7\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 8\text{OH}^-$
- B. d 极区的化学方程式为  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 28\cdot\text{OH}^- = 6\text{CO}_2 \uparrow + 17\text{H}_2\text{O}$
- C. 系统工作时，电流由 b 极经 III、II、I 室流向 a 极
- D. 系统工作时，每转移  $28\text{ mol e}^-$  消耗  $1\text{ mol}$  苯酚

17. 双极膜(BP) 是阴、阳复合膜，在直流电的作用下，阴、阳膜复合层间的  $\text{H}_2\text{O}$  解离成  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ，作为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  离子源。利用双极膜电渗析法电解食盐水可获得淡水、 $\text{NaOH}$  和  $\text{HCl}$ ，其工作原理如图所示，M、N 为离子交换膜，下列说法错误的是



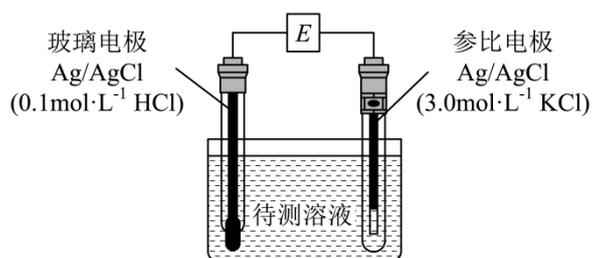
- A. Y 电极与电源正极相连，发生的反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. M 为阳离子交换膜，N 为阴离子交换膜
- C. “双极膜组”电渗析法也可应用于从盐溶液(MX)制备相应的酸(HX)和碱(MOH)
- D. 若去掉双极膜(BP)，电路中每转移  $1\text{ mol}$  电子，两极共得到  $0.5\text{ mol}$  气体
18. 为适应未来绿电长时储能需求，我国企业开始于 2022 年利用“全钒液流电池”布局大型储能基地。电池的充放电总反应式为  $\text{VO}^{2+} + \text{V}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \begin{matrix} \text{充电} \\ \text{放电} \end{matrix} \text{VO}_2^+ + \text{V}^{2+} + 2\text{H}^+$ ，下图为全钒液流电池工作原理示意图。下列说法错误的是



- A. 放电时电极 A 的电势比 B 的高
- B. 放电时正极的电极反应式为  $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 在 220V 电压下, 用恒定的 1A 电流充电 1 小时, 电池中增加的化学能为  $7.92 \times 10^5 \text{J}$
- D. 充电时  $\text{H}^+$  由 A 极室通过质子交换膜向 B 极室迁移

19. pH 计的工作原理(如图所示)是通过测定电池电动势  $E$  (即玻璃电极和参比电极的电势差) 来确定待测溶液的 pH。

pH 与电池的电动势  $E$  存在关系:  $\text{pH} = \frac{(E-K)}{0.059}$  ( $E$  的单位为 V,  $K$  为常数)。



下列说法错误的是

- A. pH 计工作时, 化学能转化为电能
- B. 玻璃电极玻璃膜内外  $\text{c}(\text{H}^+)$  的差异会引起电池电动势的变化
- C. 若测得  $\text{pH}=3$  的标准溶液电池电动势  $E$  为 0.377V, 可标定常数  $K=0.2$
- D. 若玻璃电极电势比参比电极电势低, 则玻璃电极反应为  $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e}^- = \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-$

20. 浓差电池是一种利用电解质溶液浓度差产生电势差而形成的电池。理论上当电解质溶液的浓度相等时停止放电。图 1 为浓差电池, 图 2 为电渗析法制备磷酸二氢钠, 用浓差电池为电源完成电渗析法制备磷酸二氢钠。下列说法错误的是

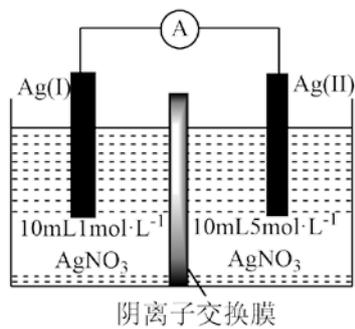


图1

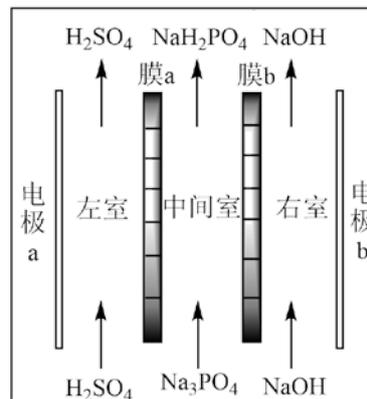
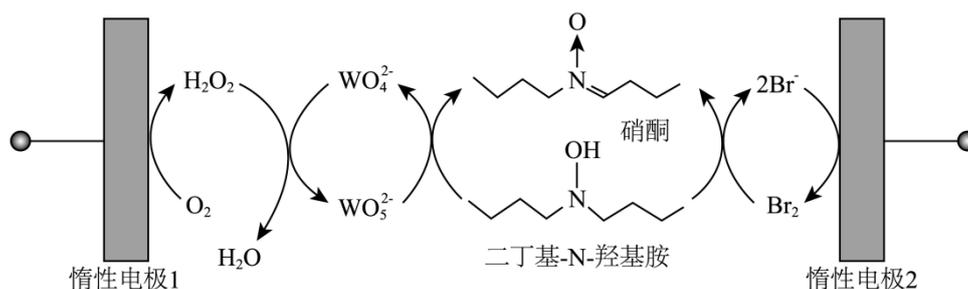


图2

- A. 电极 a 应与 Ag(II) 相连
- B. 电渗析装置中膜 b 为阳离子交换膜
- C. 电渗析过程中左、右室中 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NaOH 的浓度均增大
- D. 电池从开始到停止放电，理论上可制备 2.4g NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

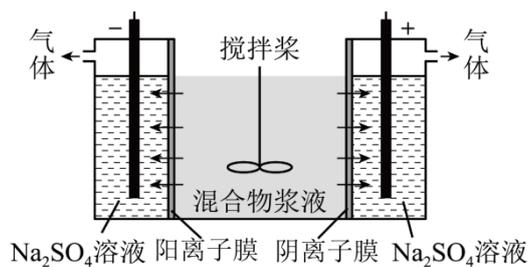
21. 硝酮是重要的有机合成中间体，可采用“成对间接电氧化”法合成。电解槽中水溶液的主要成分及反应过程如图所示。



下列说法错误的是

- A. 惰性电极 2 为阳极
- B. 反应前后 WO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/WO<sub>5</sub><sup>2-</sup> 数量不变
- C. 消耗 1mol 氧气，可得到 1mol 硝酮
- D. 外电路通过 1mol 电子，可得到 1mol 水

22. 某混合物浆液含有 Al(OH)<sub>3</sub>、MnO<sub>2</sub> 和少量 Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>。考虑到胶体的吸附作用使 Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 不易完全被水浸出，某研究小组利用如图电解分离装置使浆液分离成固体混合物和含铬元素溶液，并回收利用。下列说法错误的是



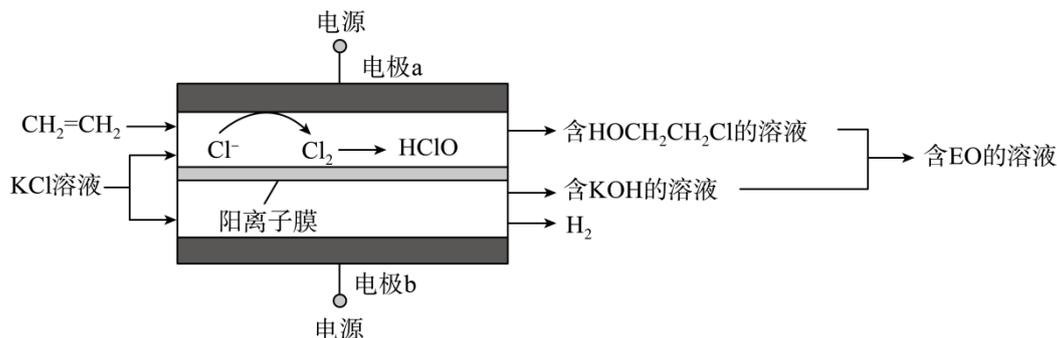
A. 用惰性电极电解时， $\text{CrO}_4^{2-}$  能从浆液中分离出来的原因：电解时  $\text{CrO}_4^{2-}$  通过阴离子交换膜向阳极移动，从而从浆液中分离出来

B. 通电后阴极电极反应式为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

C. 分离后含铬元素的粒子是  $\text{CrO}_4^{2-}$

D. 通电后，相同条件下阴阳两极产生气体体积之比为 2: 1

23. 环氧乙烷( $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ ，简称 EO)是一种重要的有机合成原料和高效消毒剂。由乙烯经电解制备 EO 的原理示意图如下：



下列说法正确的是

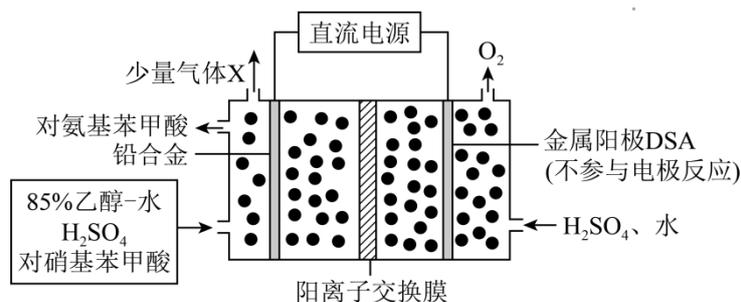
A. 电极 b 接电源的正极

B. 电极 a 发生反应为： $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- + 2\text{e}^- = \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}^+$

C. 该过程的总反应为： $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 + \text{H}_2$

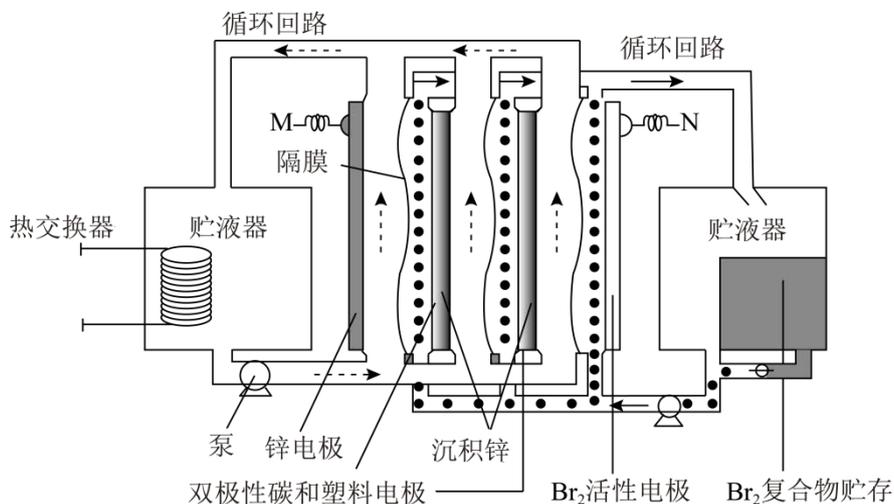
D. 当电路中转移 2mol 电子时，有 22.4L  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  在阳极区发生反应

24. 以对硝基苯甲酸为原料，采用电解法合成对氨基苯甲酸的装置如图。下列说法中错误的是



- A. 电子由铅合金经溶液流到金属阳极 DSA      B. 阳极的电极反应式为： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$
- C. 反应结束后阳极区 pH 减小      D. 每转移  $2\text{mole}^-$  时，阳极电解质溶液的质量减少 18g

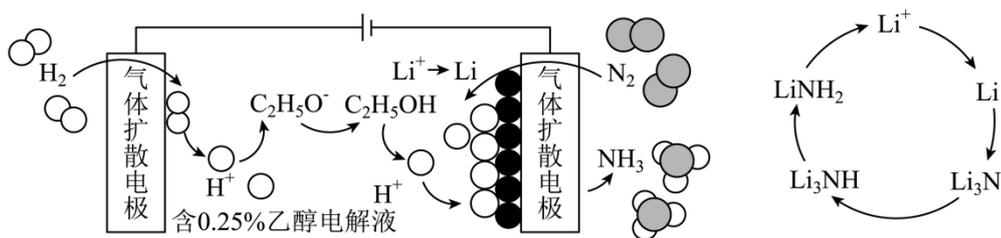
25. 液流电池因其具有可深度充放电、可模块化调控、不受地理环境限制等优点，已成为大规模储能领域中备受重视的储能器件。其中锌/溴液流电池作为新能源储能技术的代表，功率性能极佳且造价低廉。三单体串联锌/溴液流电池工作原理如图所示：



下列说法正确的是

- A. 放电时，N 极为负极      B. 放电时，左侧贮液器中  $\text{ZnBr}_2$  的浓度不断减小
- C. 隔膜允许阳离子通过，也允许阴离子通过      D. 充电时，M 极的电极反应式为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$

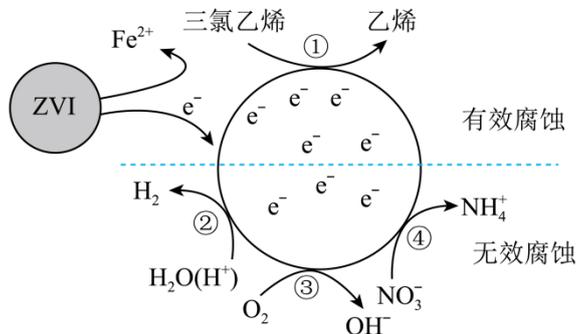
26. Science 报道某电合成氨装置及阴极区含锂微粒转化过程如图。下列说法错误的是



- A. 阳极电极反应式为  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- B. 阴极区生成氨的反应为  $\text{LiNH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OLi} + \text{NH}_3\uparrow$
- C. 理论上，若电解液传导  $3\text{mol H}^+$ ，最多生成标准状况下  $22.4\text{L NH}_3$

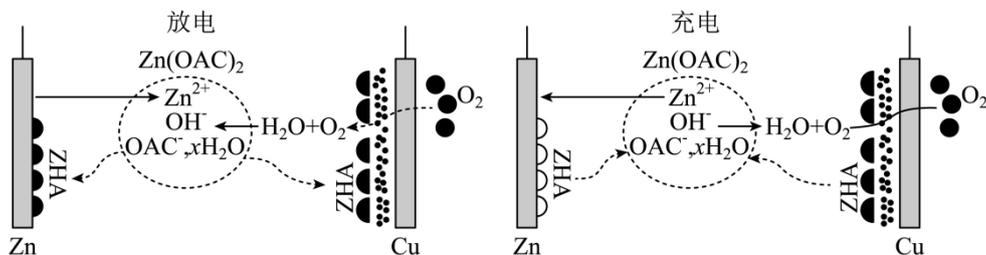
D. 乙醇浓度越高, 电流效率越高(电流效率 =  $\frac{\text{生成目标产物消耗的电子数}}{\text{转移电子数}} \times 100\%$ )

27. 利用小粒径零价铁(ZVI)的电化学腐蚀处理三氯乙烯, 进行水体修复的过程如图所示,  $\text{H}^+$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{NO}_3^-$  等共存物会影响修复效果。下列说法错误的是



- A. 反应①②③④均为还原反应
- B. 有效腐蚀过程中, 1mol 三氯乙烯完全脱氯, 消耗铁 1.5mol
- C. ④的电极反应式为  $\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. 修复过程中可能产生  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

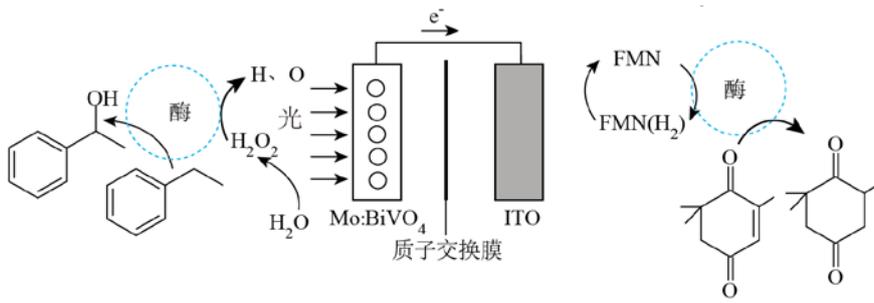
28. 电子科技大学孙威教授首次将弱酸性的醋酸锌  $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$  电解液应用于非碱性锌-空气电池中, 探索了其基于碱式醋酸锌水合物  $[\text{Zn}_5(\text{OH})_8(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}, \text{ZHA}]$  可逆生成与分解的新型反应机制。工作原理如图所示(注明:  $\text{OAC}^-$  代表  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ )。



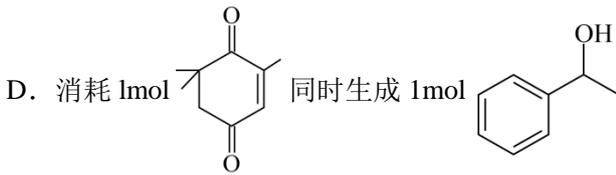
下列说法错误的是

- A. 放电时, Cu 电极电势高于 Zn 电极电势
- B. 放电时,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  向 Cu 电极迁移
- C. 充电时, Cu 电极上的电极反应式为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 充电时, 理论上转移 0.4mol 电子时, Zn 电极增加 13.0g Zn

29. 某科研团队设计的酶—光电化学电池可同时在电池两室分别实现两种酶催化转化, 原理如图所示。下列说法错误的是



- A. 该电池工作过程中实现了光能转化为化学能
- B. 氢离子从 ITO 电极向 Mo: BiVO<sub>4</sub> 电极方向迁移
- C. Mo: BiVO<sub>4</sub> 电极上的反应式为:  $2\text{H}_2\text{O}-2\text{e}^-=\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+$



30. 水溶液锌电池(图 1)的电极材料是研究热点之一、一种在晶体 MnO 中嵌入 Zn<sup>2+</sup> 的电极材料充放电过程的原理如图 2 所示。下列叙述中正确的是

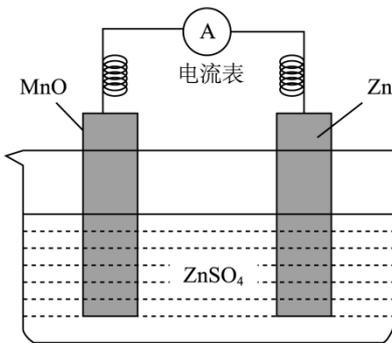


图1

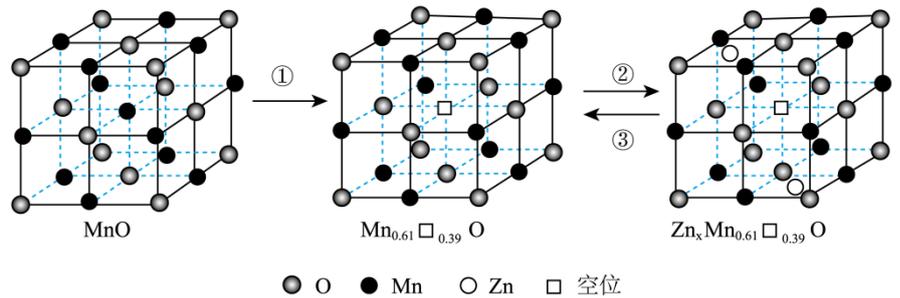
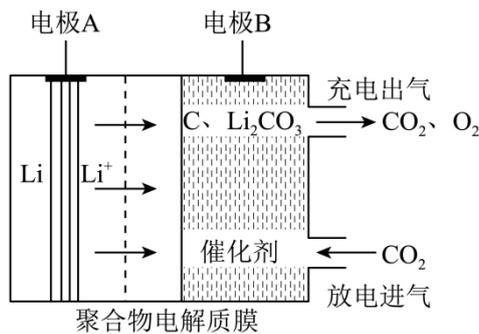


图2

- A. ①为 MnO 活化过程, 其中 Mn 的价态不变
- B. 该材料在锌电池中作为负极材料
- C. ②代表电池放电过程
- D. ③中 1mol 晶体转移的电子数为 0.61mol

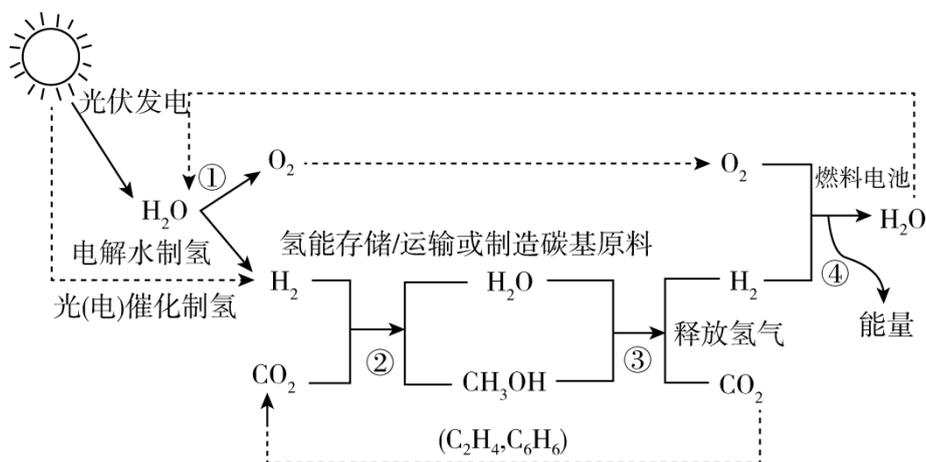
31. 一种电化学“大气固碳”电池工作原理如图所示。该电池充电时, 通过催化剂的选择性控制, 只有 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 发生氧化, 释放出 CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub>。下列说法正确的是



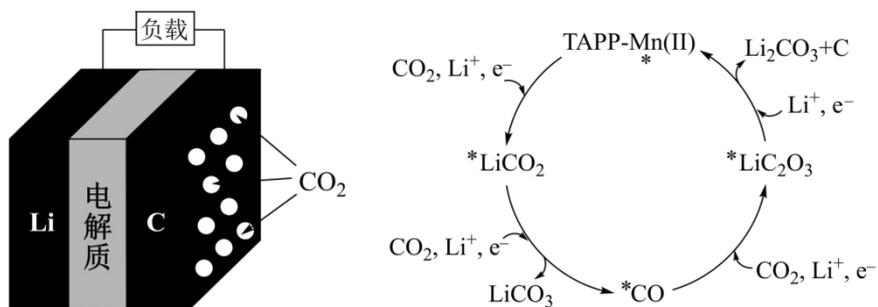
- A. 充电时阳极发生的反应为  $\text{C}+2\text{Li}_2\text{CO}_3-4\text{e}^-=3\text{CO}_2+4\text{Li}^+$

- B. 图中  $\text{Li}^+$  的移动方向是充电时的移动方向
- C. 该电池放电时的正极反应为  $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Li}^+ = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$
- D. 该电池每放、充 4mol 电子一次，理论上能固定 2mol  $\text{CO}_2$

32. 某课题组通过以下过程实现了可再生能源和  $\text{CO}_2$  的资源化利用。下列说法错误的是



- A.  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_3\text{OH}$  在整个转化过程中是中间产物
  - B. 整个过程涉及至少四种能量形式的转换
  - C. 反应②和③均存在极性键的断裂和形成
  - D. 若反应④的离子导体为  $\text{NaOH}$  溶液，则正极反应为  $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$
33. 催化剂 TAPP-Mn(II) 的应用，使  $\text{Li}-\text{CO}_2$  电池的研究取得了新的进展。 $\text{Li}-\text{CO}_2$  电池结构和该催化剂作用下正极反应可能的历程如图所示。

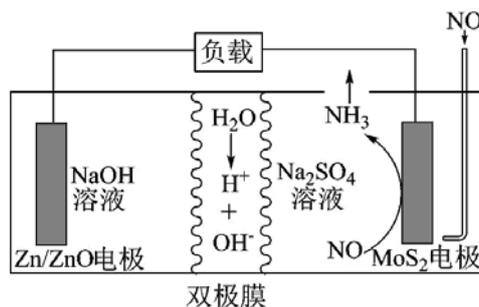


下列说法错误的是

- A.  $\text{Li}-\text{CO}_2$  电池可使用有机电解液
- B. 充电时， $\text{Li}^+$  由正极向负极迁移
- C.  $^*\text{LiCO}_2$ 、 $^*\text{CO}$ 、 $^*\text{LiC}_2\text{O}_3$  和  $\text{C}$  都是正极反应的中间产物

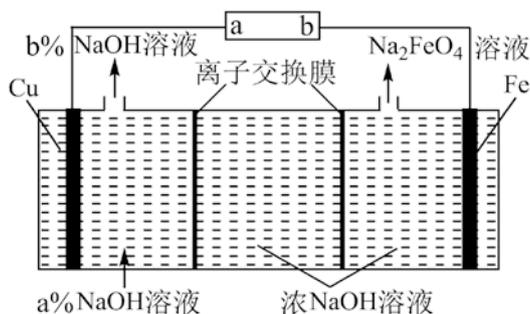
D. 放电时，正极反应为  $3\text{CO}_2 + 4\text{Li}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$

34. 2021 年我国科研人员以二硫化钼( $\text{MoS}_2$ )作为电极催化剂，研发出一种 Zn-NO 电池系统，该电池同时具备合成氨和对外供电的功能，其工作原理如图所示。已知双极膜可将水解离为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ，并实现其定向通过，则下列说法错误的是



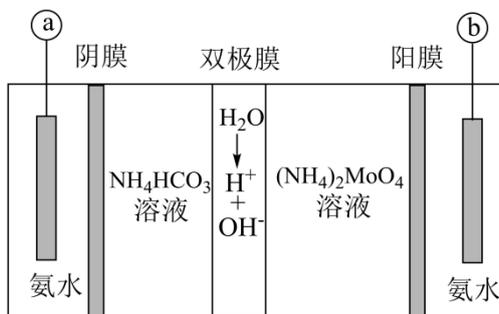
- A. Zn/ZnO 电极电势要比  $\text{MoS}_2$  电极电势高
- B. 电池工作时 NaOH 溶液和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  浓度均变小
- C. Zn/ZnO 电极表面发生的反应为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$
- D. 当电路通过  $1\text{mol e}^-$  时，整个电池系统质量会增大 2.6g

35.  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  是制造高铁电池的重要原料，同时也是一种新型的高效净水剂。在工业上通常利用如图装置生产  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ，下列说法正确的是



- A. 电源 a 极为正极
- B. 阴极区  $a\% > b\%$
- C. 阳极的电极反应式为  $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
- D. 每产生  $1\text{mol Na}_2\text{FeO}_4$ ，有  $8\text{mol Na}^+$  通过左侧离子交换膜

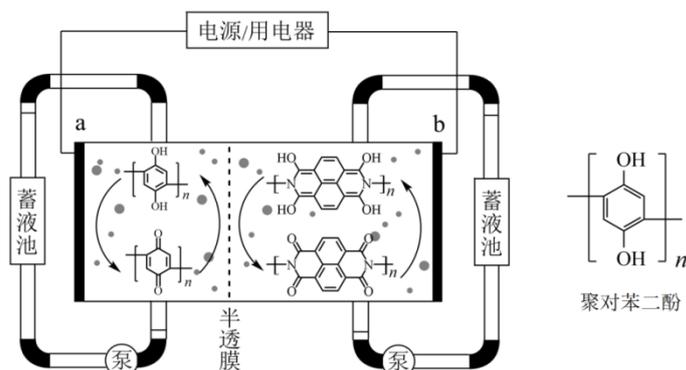
36. 八钼酸铵  $[(\text{NH}_4)_4\text{Mo}_8\text{O}_{26}]$  可用于染料、催化剂、防火剂等。该化合物可通过电渗析法获得，工作原理如图。下列说法错误的是



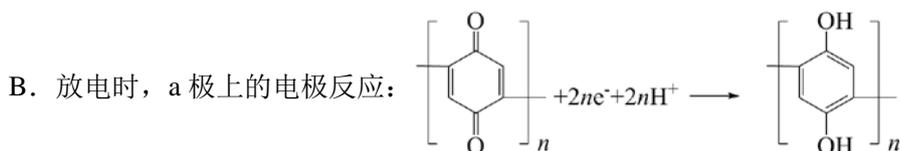
- A. a 连接电源正极
- B. 生成  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$  的反应为  $8\text{MoO}_4^{2-} + 12\text{H}^+ = \text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-} + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 电解一段时间后，b 极附近氨水的浓度减小

D. 双极膜附近的 $\text{OH}^-$ 移向左侧

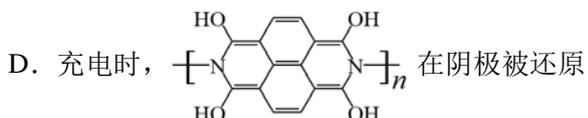
37. 南京大学研究团队设计了一种水系分散的聚合物微粒“泥浆”电池，该电池(如图)在充电过程中，聚对苯二酚被氧化， $\text{H}^+$ 能通过半透膜，而有机聚合物不能通过半透膜，下列说法错误的是



A. 放电时，b 为负极，发生氧化反应

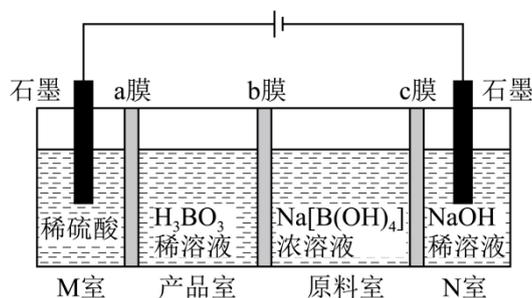


C. 充电时， $\text{H}^+$ 由 a 极区向 b 极区迁移



38. 硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )为一元弱酸，已知 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 与足量 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式为 $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{OH}^- = [\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，

$\text{H}_3\text{BO}_3$ 可以通过电解的方法制备。电解 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$ 溶液制备 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 的原理如图所示，下列叙述正确的是



A. 通电片刻后，M 室 pH 增大，N 室 pH 减小

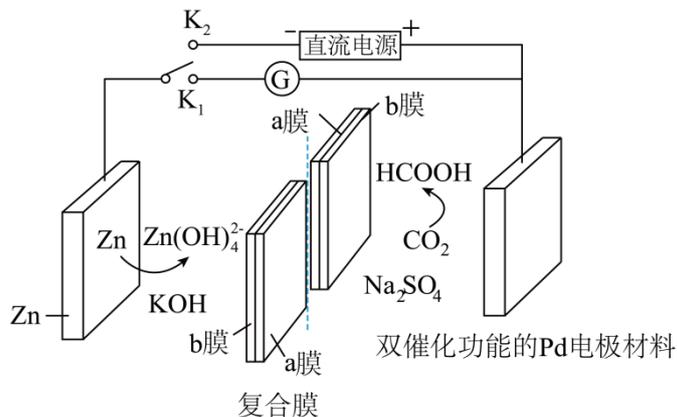
B. a 膜、c 膜为阴离子交换膜，b 膜为阳离子交换膜

C. 理论上每生成 $1\text{mol H}_3\text{BO}_3$ ，两极室共产生标准状况下 $11.2\text{L}$ 气体

D. 保持电流为 $3\text{A}$ ，电解 $60\text{min}$ ，制得 $\text{H}_3\text{BO}_3 6.2\text{g}$ ，则电流效率约为 $89\%$ (法拉第常数为 $96500\text{C}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；电

流效率  $\eta = \frac{\text{生成目标产物消耗的电荷量}}{\text{电极上通过的总电荷量}} \times 100\%$

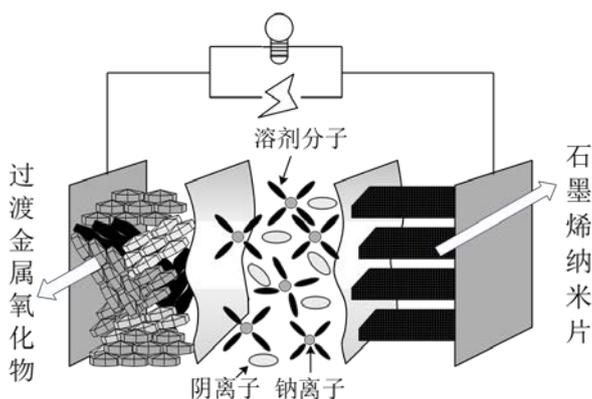
39. 水系可逆 Zn-CO<sub>2</sub> 电池在工作时，复合膜(由 a、b 膜复合而成，a 膜只允许 H<sup>+</sup> 通过，b 膜只允许 OH<sup>-</sup> 通过)层间的 H<sub>2</sub>O 解离成 H<sup>+</sup> 和 OH<sup>-</sup>，在外加电场中可透过相应的离子膜定向移动。当闭合 K<sub>1</sub> 时，Zn-CO<sub>2</sub> 电池工作原理如图所示，下列说法正确的是



- A. 闭合 K<sub>1</sub> 时，右侧电极反应为  $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$
- B. 闭合 K<sub>1</sub> 时，电池工作一段时间，复合膜两侧溶液的 pH 左侧升高右侧降低
- C. 闭合 K<sub>2</sub> 时，OH<sup>-</sup> 从复合膜流向 Zn 电极
- D. 闭合 K<sub>2</sub> 时，每生成 65g Zn，同时一定生成 CO<sub>2</sub> 气体 11.2L

40. 钠离子电池与锂离子电池工作原理相似，性能相近，但相比锂离子电池具有原材料储量丰富、分布广泛、成本低廉、环境友好和兼容锂离子电池现有生产设备的优势，电池结构如下图。总反应为  $\text{NaC}_6 + \text{Na}_{1-x}\text{MO}_2$

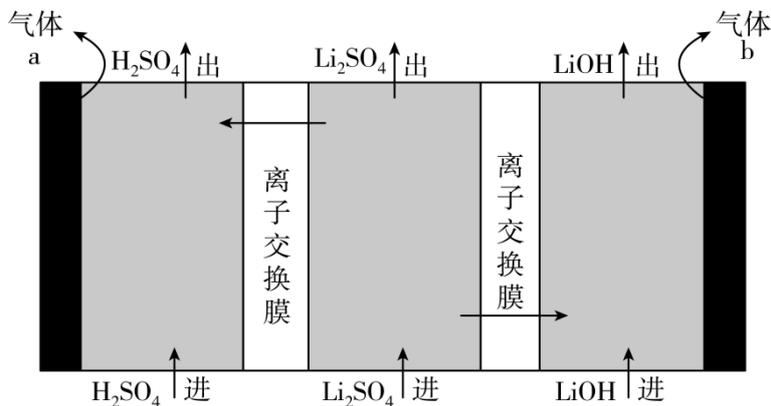
$\text{NaMO}_2 + \text{Na}_{1-x}\text{C}_6$  ( $0 \leq x \leq 0.55$ , M 为过渡金属)，下列叙述错误的是



- A. 放电时，负极上发生的电极反应为  $\text{NaC}_6 - x\text{e}^- = \text{Na}_{1-x}\text{C}_6 + x\text{Na}^+$  ( $0 \leq x \leq 0.55$ )
- B. 放电时，Na<sup>+</sup> 从石墨烯纳米片中脱嵌，经电解质嵌入过渡金属氧化物
- C. 充电时，阴极上发生的电极反应为  $\text{Na}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaMO}_2$  ( $0 \leq x \leq 0.55$ )

D. 充电时，外电路中每转移  $0.2 \text{ mol e}^-$ ，理论上石墨烯纳米片将增重  $4.6 \text{ g}$

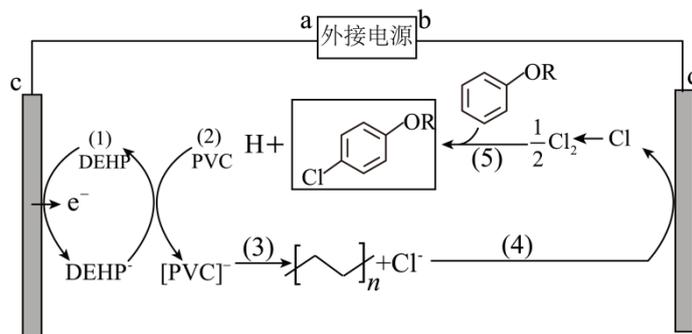
41. 三室膜电渗析分离硫酸锂并回收酸碱的装置示意图如图，下列说法正确的是



- A. 酸碱的浓度：进等于出  
 B. 右侧电极的电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$   
 C. 装置工作一段时间后， $n(\text{a}):n(\text{b})=2:1$   
 D. 右侧离子交换膜为阴离子交换膜

42. 在电还原条件下由 PVC  $\left\{ \left[ \text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl}) \right]_n \right\}$  产生的氯离子可以直接用于串联电氧化氯化反应。PVC 可用于常规回收

DEHP(在电化学反应中可充当氧化还原介质，提高反应效率)，转化过程如图所示。



下列叙述错误的是

- A. 上述装置为将电能转化成化学能的装置  
 B. 电极 d 上发生还原反应  
 C. 上述转化的总反应方程式为  $\left[ \text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl}) \right]_n + n \text{C}_6\text{H}_4(\text{OR})_2 \xrightarrow{\text{通电}} n \text{C}_6\text{H}_3(\text{OR})_2(\text{Cl}) + \left[ \text{CH}_2\text{CH} \right]_n$   
 D. 上述转化实现了资源回收与利用

43. 一种 3D 打印机的柔性电池以碳纳米管作支撑材料，以吸收  $\text{ZnSO}_4$  溶液的有机高聚物为固态电解质，相关图示如图 1、图 2，电池总反应为  $\text{MnO}_2 + \frac{1}{2} \text{Zn} + (1 + \frac{x}{6}) \text{Zn} + \frac{1}{6} \text{ZnSO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{MnOOH} + \frac{1}{6} [\text{ZnSO}_4 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ ，下列说法不正确的是

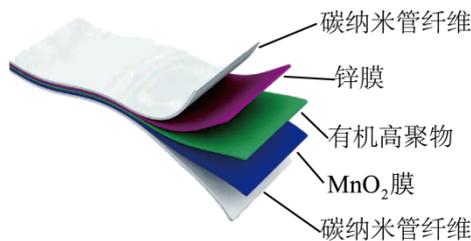


图1 电池结构

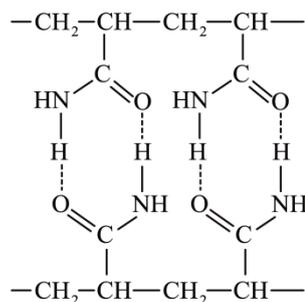
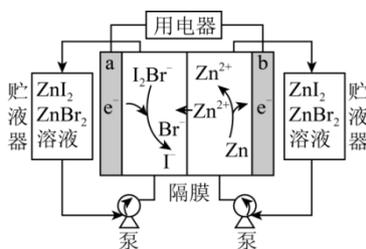


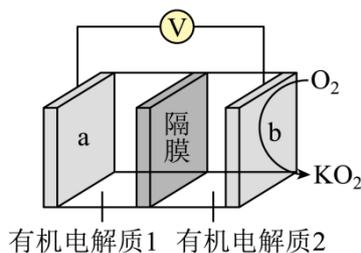
图2 有机高聚物的结构片段

- A. 放电时，含有锌膜的碳纳米管纤维的反应为  $\frac{1}{2}\text{Zn} + \frac{x}{6}\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{6}\text{ZnSO}_4 + \text{OH}^- - \text{e}^- = \frac{1}{6}[\text{ZnSO}_4 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$
- B. 充电时，含有  $\text{MnO}_2$  膜的碳纳米管纤维与外电源正极相连
- C. 合成图 2 中的有机高聚物分子的反应为缩聚反应
- D. 有机高聚物中通过氢键的缔合作用，增强了高聚物的稳定性

44. 我国科学家研制了一种新型的高比能量锌-碘溴液流电池，其工作原理示意图如下。图中贮液器可储存电解质溶液，提高电池的容量。下列叙述不正确的是



- A. 放电时，a 电极反应为  $\text{I}_2 + \text{Br}^- + 2\text{e}^- = 2\text{I}^- + \text{Br}^-$
  - B. 放电时，b 电极为电源正极
  - C. 充电时，a 电极接外电源正极
  - D. 充电时，每转移  $0.02\text{mol e}^-$ ，b 电极增重  $0.65\text{g}$
45.  $\text{K}-\text{O}_2$  电池结构如图所示，a 和 b 为两个电极，其中之一为单质钾。下列说法错误的是



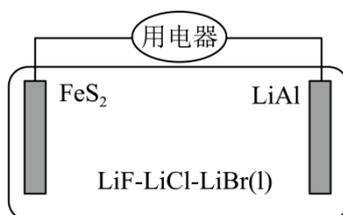
- A. 正极反应式为  $\text{O}_2 + \text{e}^- + \text{K}^+ = \text{KO}_2$

B. 隔膜为阳离子交换膜, 允许  $K^+$  通过, 不允许  $O_2$  通过

C. 用此电池电解水, 消耗 3.9g 钾时, 可电解 1.8g 水

D. 充电过程电能转化为化学能, a 电极生成 K 发生还原反应

46. 某高温熔融盐“热电池”, 采用  $LiAl$ 、 $LiSi$  等合金作电极, 具有比纯锂电池更高的安全性, 其工作原理如图所示。放电时,  $1\text{mol FeS}_2$  完全反应转移  $4\text{mol}$  电子。下列说法错误的是



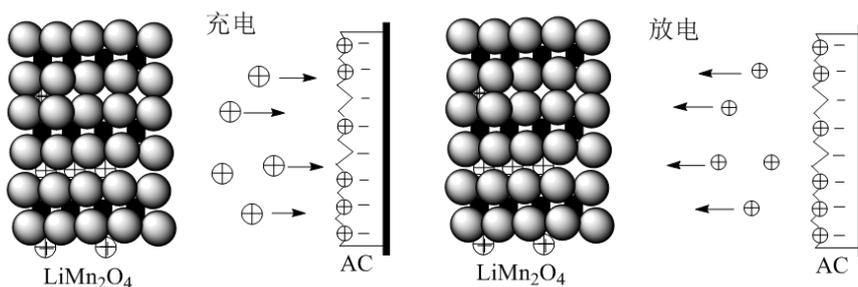
A. 该电池工作时电流方向为:  $FeS_2$  极  $\rightarrow$  用电器  $\rightarrow$   $LiAl$  极

B. 热电池的正极材料需要具备高温下的热稳定性和物理稳定性

C. 正极的电极反应式为  $FeS_2 + 4Li^+ + 4e^- = Fe + 2Li_2S$

D. 若  $1\text{mol Li}_{0.9}Al$  转化为  $Li_{0.08}Al$ , 则消耗  $FeS_2$  49.2g

47. 一种新型  $AC/LiMn_2O_4$  体系, 在快速启动、电动车等领域具有广阔应用前景。其采用尖晶石结构的  $LiMn_2O_4$  作正极(可由  $Li_2CO_3$  和  $MnO_2$  按物质的量比 1:2 反应合成), 高比表面积活性炭  $AC$ (石墨颗粒组成)作负极,  $Li_2SO_4$  作电解液, 充电、放电的过程如图所示:



下列说法正确的是

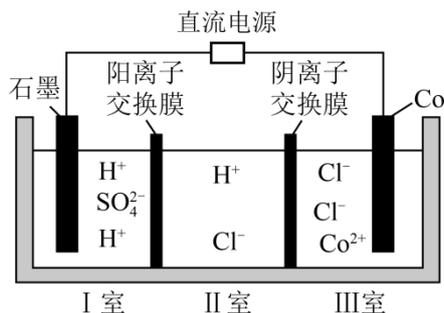
A. 合成  $LiMn_2O_4$  的过程中可能有  $O_2$  产生

B. 放电时正极的电极反应式为:  $LiMn_2O_4 + xe^- = Li_{(1-x)}Mn_2O_4 + xLi^+$

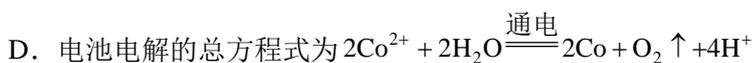
C. 充电时  $AC$  极应与电源正极相连

D. 可以用  $Na_2SO_4$  代替  $Li_2SO_4$  作电解液

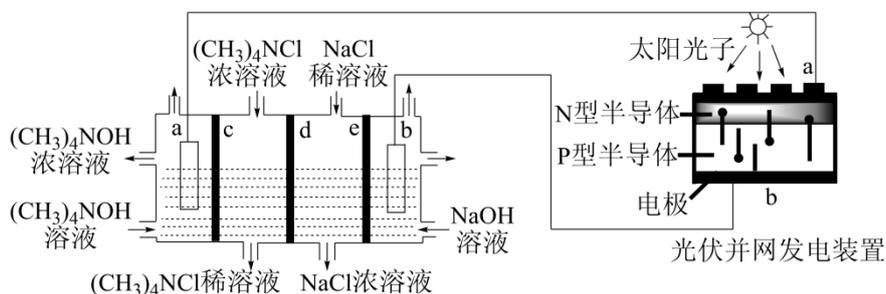
48. 钴(Co)的合金材料广泛应用于航空航天、机械制造等领域。如图为水溶液中电解制备金属钴的装置。下列说法错误的是



- A. Co 电极的电势小于石墨电极的电势
- B. 外电路每通过 1mol 电子，III室溶液质量理论上减少 29.5g
- C. 移除阳离子交换膜后，石墨电极上发生的反应与之前不一样

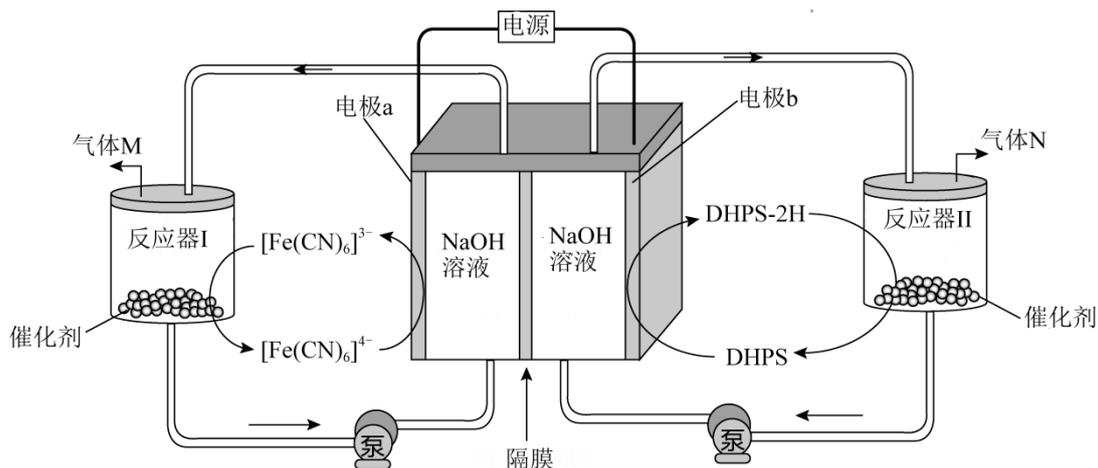


49. 据统计，2022 年我国光伏发电装机容量突破 3 亿千瓦，连续七年稳居全球首位。已知四甲基氢氧化铵  $[(\text{CH}_3)_4\text{NOH}]$  常用作电子工业清洗剂，以四甲基氯化铵  $[(\text{CH}_3)_4\text{NCl}]$  为原料，采用电渗析法合成  $[(\text{CH}_3)_4\text{NOH}]$ ，工作原理如图。下列说法正确的是



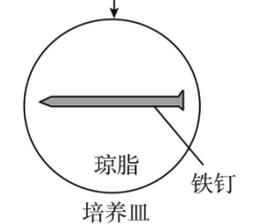
- A. 光伏并网发电装置中 N 型半导体为正极
- B. c、d 为阳离子交换膜，e 为阴离子交换膜
- C. a 为阴极，电极反应式为  $2(\text{CH}_3)_4\text{N}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2(\text{CH}_3)_4\text{NOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- D. 制备 182g 四甲基氢氧化铵，两极共产生 33.6L 气体

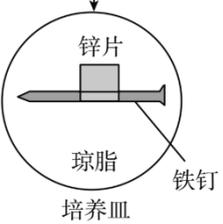
50. 一种能在较低电压下获得氢气和氧气的电化学装置如图所示。下列说法不正确的是



- A. 电极 b 与电源的负极相连, 电极反应为  $\text{DHPS} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{DHPS-2H} + 2\text{OH}^-$
- B. 隔膜为阴离子交换膜,  $\text{OH}^-$  从电解池的右室通过隔膜向左室迁移
- C. 反应器 I 中发生的反应为  $4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} 4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$
- D. 该装置的总反应为  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ , 气体 N 是  $\text{H}_2$

51. 实验小组研究金属电化学腐蚀, 实验如下:

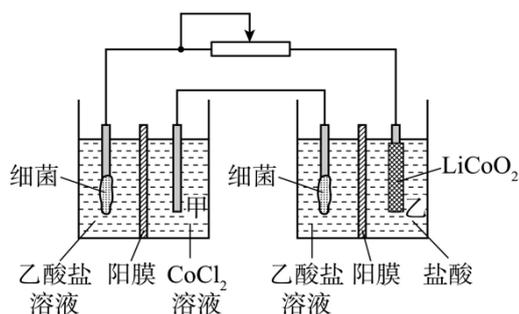
序号	实验	5 min	25 min
实验 I	酚酞溶液 + $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液  琼脂 铁钉 培养皿	铁钉表面及周边未见明显变化	铁钉周边零星、随机出现极少量红色和蓝色区域, 有少量红棕色铁锈生成

实验II	 <p>酚酞溶液+K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]溶液</p> <p>锌片</p> <p>琼脂</p> <p>铁钉</p> <p>培养皿</p>	<p>铁钉周边出现红色区域，未见蓝色出现</p> <p>锌片周边未见明显变化</p>	<p>铁钉周边红色加深，区域变大，未见蓝色出现</p> <p>锌片周边未见明显变化</p>
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------------------------

下列说法不正确的是

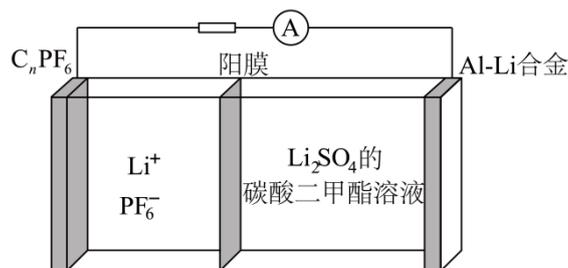
- A. 实验I的现象说明 K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 溶液与 Fe 反应生成了 Fe<sup>2+</sup>
- B. 实验II中 Zn 保护了 Fe，使铁的腐蚀速率比实验I慢
- C. 实验II中正极的电极反应式： $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$
- D. 若将 Zn 片换成 Cu 片，推测 Cu 片周边会出现红色，铁钉周边会出现蓝色

52. 设计如图装置回收金属钴。保持细菌所在环境 pH 稳定，借助其降解乙酸盐生成 CO<sub>2</sub>，将废旧锂离子电池的正极材料 LiCoO<sub>2</sub>(s) 转化为 Co<sup>2+</sup>，工作时保持厌氧环境，并定时将乙室溶液转移至甲室。已知电极材料均为石墨材质，右侧装置为原电池。下列说法正确的是



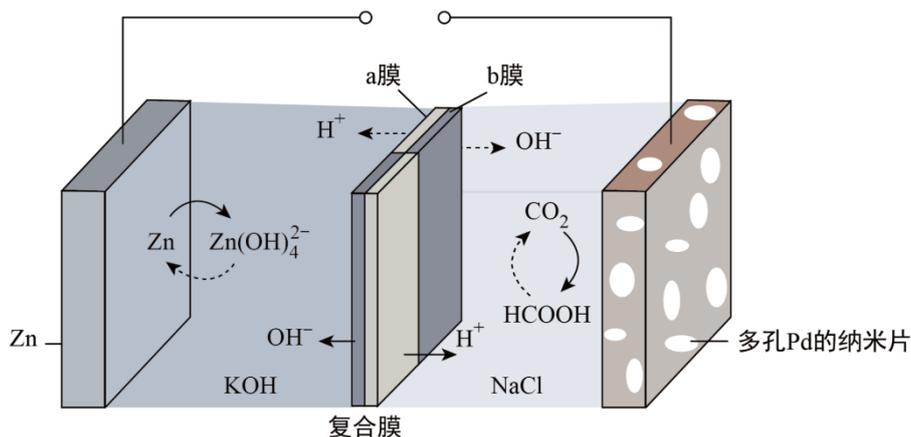
- A. 装置工作时，甲室溶液 pH 逐渐增大
- B. 装置工作一段时间后，乙室不需要补充盐酸
- C. 乙室电极反应式为  $LiCoO_2 + 2H_2O + e^- = Li^+ + Co^{2+} + 4OH^-$
- D. 若甲室 Co<sup>2+</sup> 减少 200mg，乙室 Co<sup>2+</sup> 增加 300mg，则此时已进行过溶液转移

53. 我国科研团队研制的一种新型二次电池能量密度高、持续时间长，有望代替传统的锂离子电池，其示意图如图所示。该电池充电时，PF<sub>6</sub><sup>-</sup> 嵌入 C<sub>n</sub>PF<sub>6</sub> 电极。下列说法正确的是



- A. 放电时，负极的电极反应式为  $\text{PF}_6^- - \text{e}^- = \text{PF}_6$
- B. 放电时，内电路的电流方向为  $\text{Al-Li 合金} \rightarrow \text{C}_n\text{PF}_6$
- C. 充电时，导线中流过  $2\text{mol e}^-$ ，理论上阳极质量增加  $14\text{g}$
- D. 充电或放电时，均存在  $\text{C}_n\text{PF}_6$  上的电势低于  $\text{Al-Li 合金}$  上的电势

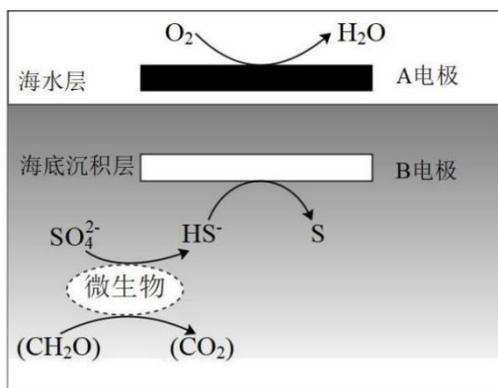
54. 我国科学家研发了一种水系可逆  $\text{Zn-CO}_2$  电池，将两组阴离子、阳离子复合膜反向放置分隔两室电解液，充电、放电时，复合膜层间的  $\text{H}_2\text{O}$  解离成  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ，工作原理如图所示，下列说法正确的是



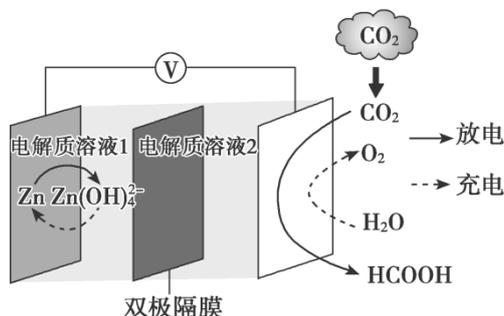
- A. a膜是阴离子膜，b膜是阳离子膜
- B. 充电时  $\text{Zn}$  电极反应式为  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$
- C. 放电时多孔  $\text{Pd}$  纳米片附近  $\text{pH}$  升高
- D. 当放电时，复合膜层间有  $1\text{mol H}_2\text{O}$  解离时，正极区溶液增重  $23\text{g}$

55. 海泥细菌通过消耗海底沉积层中的有机物获得营养，同时产生电子。科学家利用这一原理设计了海泥细菌电

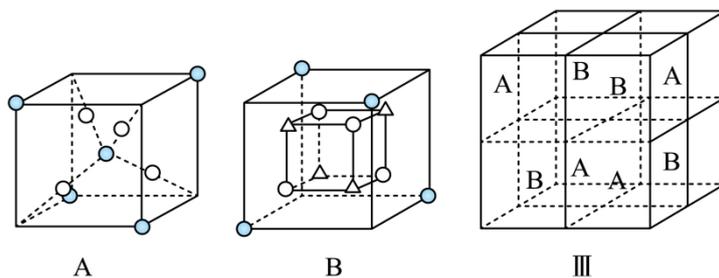
池，该技术可在海底加速石油污染物降解速率，其中海泥代谢产物显酸性，电池工作原理如图所示。下列说法错误的是



- A. 负极的电极反应式为： $\text{CH}_2\text{O}-4\text{e}^-+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2+4\text{H}^+$
  - B. 工作时 B 电极附近溶液 pH 减小
  - C. 海水和海泥含有电解质，导电性高，有利于输出电能
  - D. A 电极消耗标况下  $\text{O}_2$  5.6L，有 1mol 质子通过海底沉积层和海水层交接面
56. 我国科学家研发了一种水系可逆 Zn-CO<sub>2</sub> 电池，电池工作原理如图所示，电极材料为金属锌和选择性催化材料，图中的双极膜层间的 H<sub>2</sub>O 解离成 H<sup>+</sup> 和 OH<sup>-</sup>，并在直流电场作用下分别向两极迁移。下列说法正确的是

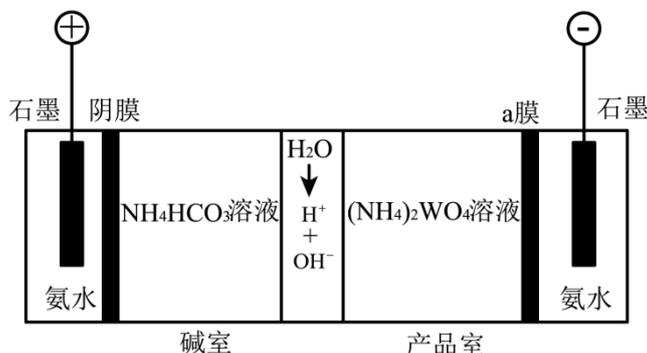


- A. 电解质溶液 2 一定是碱性溶液
  - B. 充电时，每生成标况下 11.2 L O<sub>2</sub> 在阳极可生成 65 g Zn
  - C. 放电时，1 mol CO<sub>2</sub> 转化为 HCOOH，转移的电子数为 2N<sub>A</sub>
  - D. 放电时，电池总反应为  $2\text{Zn}+\text{O}_2+4\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$
57. 锂离子电池的正负极一般采用可逆嵌锂—脱锂的材料。尖晶石结构的 LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 是一种常用的正极材料。已知一种 LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 晶胞可看成由 A、B 单元按 III 方式交替排布构成，“○”表示 O<sup>2-</sup>。下列说法不正确的是



- A. 充电时,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  电极发生电极反应  $\text{LiMn}_2\text{O}_4 - xe^- = \text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4 + x\text{Li}^+$
- B. 充电和放电时,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  电极的电势均高于电池另一极
- C. “●”表示的微粒是 Mn
- D. 每个  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  晶胞转化为  $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4$  时转移  $8x$  个电子

58. 偏钨酸铵  $(\text{NH}_4)_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40})$  是制备金属钨、合金钢以及陶瓷工业的重要原料。采用如下电化学装置可制备偏钨酸铵, 双极膜中间层中的水解离为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 并在直流电场作用下分别向两极迁移, 下列说法正确的是



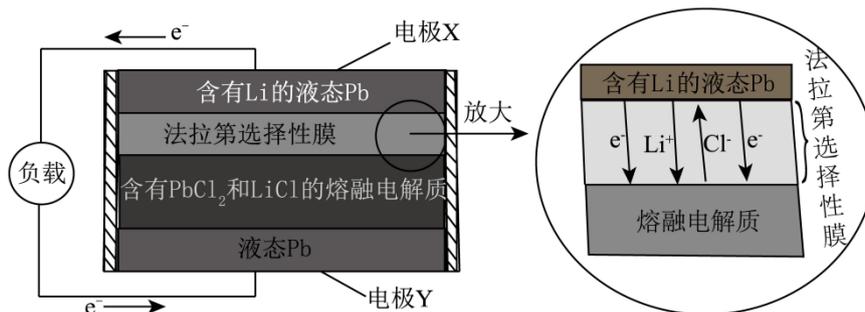
- A. a 膜为阴离子交换膜
- B. 阳极电极反应为  $4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{NH}_4^+ + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 双极膜中间层中的  $\text{OH}^-$  向右侧迁移进入产品室
- D. 当电路中通过  $0.1\text{mol e}^-$  时, 双极膜中解离水的质量为  $2.0\text{g}$
59. 用石墨作电极电解 a 浊液, 记录如表。

实验装置	实验现象	
	I.a 为 $\text{AgCl}$	II.a 为 $\text{AgI}$
	两电极均产生气泡, 有黑色固体在阴极附近生成, 并沉降在烧杯底部, 烧杯中的液体逐渐变澄清透明	两电极均产生气泡, 阴极表面附着少量银白色固体, 烧杯中的液体逐渐变为棕黄色

下列说法不正确的是

- A. I 中阳极气体可能为  $\text{Cl}_2$  和  $\text{O}_2$ , II 中阳极气体为  $\text{O}_2$
- B. I 和 II 中阴极生成气体的方程式均为  $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$
- C. II 中液体变为棕黄色, 说明阳极上发生了反应  $2\text{AgI} - 2e^- = \text{I}_2 + 2\text{Ag}^+$
- D. 两实验阴极现象有差异的原因可能是 II 中  $c(\text{Ag}^+)$  比 I 中的小
60. 液态金属电池在规模储能领域具有重要的应用前景。某可充电液态金属电池放电时的工作原理如图所示, 电池采用了三层液态设计, 其三层液体因密度差和互不混溶而自动分层: 隔膜为法拉第选择性膜, 该膜既有电子通

道，又有离子通道( $\text{Pb}^{2+}$  除外)。

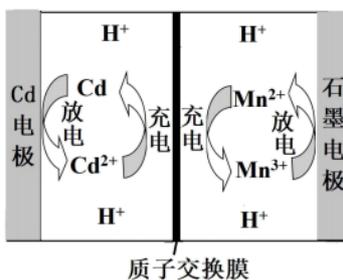


下列说法错误的是

- A. 放电时电极 Y 为正极
- B. 充电时阴极反应式为  $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$
- C. 放电时外电路转移 2mol 电子，得到 Pb 的总物质的量为 1mol
- D. 法拉第选择性膜避免了  $\text{Pb}^{2+}$  直接接触 Li 而导致充放电性能下降

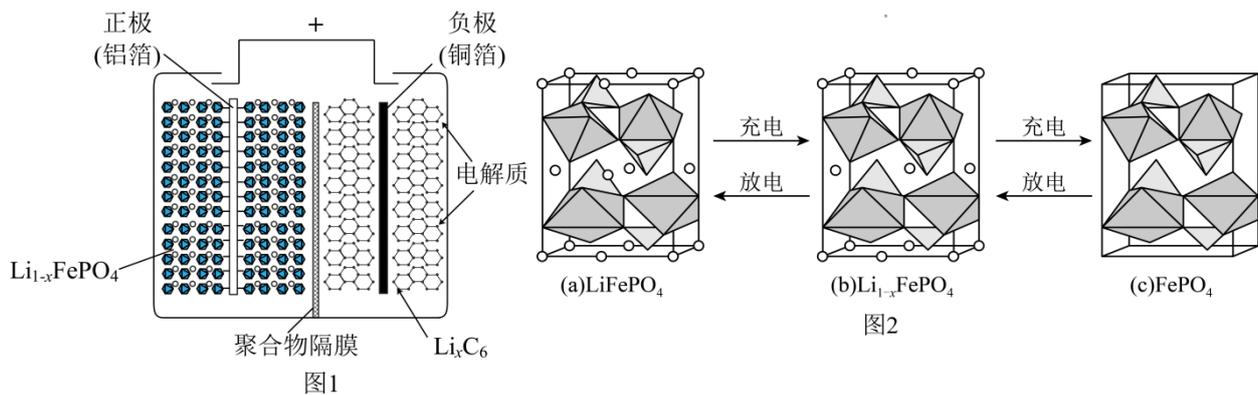
61. 某液流电池工作原理如图。充电过程中，阳极会发生如下副反应： $2\text{Mn}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mn}^{2+} + \text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ ，

加入少量  $\text{Br}^-$  可将  $\text{MnO}_2$  还原为  $\text{Mn}^{2+}$ ，提高电池的能量密度和稳定性。下列说法正确的是

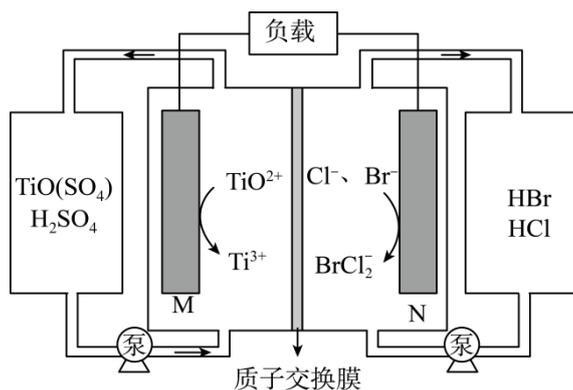


- A. 放电时，Cd 电极为负极，发生还原反应
- B. 放电时， $\text{Cd}^{2+}$  通过质子交换膜，向石墨电极移动
- C. 加入少量  $\text{Br}^-$  后，经多次充放电，正极可能会发生 3 个以上不同的还原反应
- D. 加入少量  $\text{Br}^-$  后，充电时，阳极生成  $\text{Mn}^{3+}$  和阴极生成 Cd 的物质的量之比为 2: 1

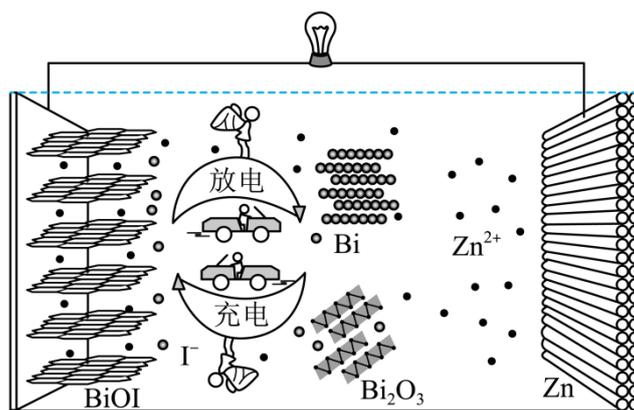
62. 卡塔尔世界杯上，来自中国的 888 台纯电动客车组成的“绿色军团”助力全球“双碳”战略目标。现阶段的电动客车大多采用  $\text{LiFePO}_4$  电池，其工作原理如图 1 所示，聚合物隔膜只允许  $\text{Li}^+$  通过。 $\text{LiFePO}_4$  的晶胞结构示意图如图 2(a)所示。O 围绕 Fe 和 P 分别形成正八面体和正四面体，它们通过共顶点、共棱形成空间链结构。下列说法中正确的是



- A. 充电时， $\text{Li}^+$ 通过隔膜向阳极迁移
- B. 该电池工作时某一状态如图 2(b)所示，可以推算  $x=0.3125$
- C. 充电时，每有  $0.5\text{mol}$  电子通过电路，阴极质量理论上增加  $3.5\text{g}$
- D. 放电时，正极的电极反应方程式为： $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ - x\text{e}^- = \text{LiFePO}_4$
63. 我国科学家设计了一种新型的溴基液流可充电电池用于大规模储能，其放电时的工作原理如图所示。下列有关说法不正确的是



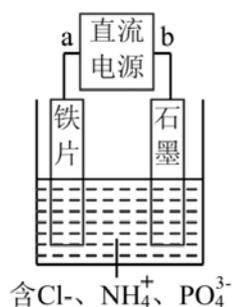
- A. 放电时，M 为正极
- B. 放电时，N 极发生的电极反应为  $\text{Br}^- + 2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{BrCl}_2$
- C. 充电时，每生成  $1\text{mol TiO}^{2+}$ ，有  $2\text{mol H}^+$  穿过质子交换膜进入 N 极室
- D. 充电时，总反应为  $2\text{Ti}^{3+} + \text{BrCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{TiO}^{2+} + \text{Br}^- + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+$
64. 我国科学家利用  $\text{Zn}-\text{BiOI}$  电池，以  $\text{ZnI}_2$  水溶液作为锌离子电池的介质，可实现快速可逆的协同转化反应。如图所示，放电时该电池总反应为： $3\text{Zn} + 6\text{BiOI} = 2\text{Bi} + 2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{ZnI}_2$ 。下列说法正确的是



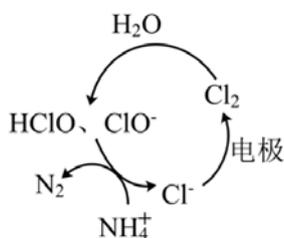
- A. 放电时，BiOI 为负极，发生氧化反应
- B. 放电时，1mol BiOI 参与反应，转移 3mol e<sup>-</sup>
- C. 充电时，Zn<sup>2+</sup> 通过阳离子交换膜从 Zn 极移向 BiOI 极
- D. 充电时，阳极发生反应：Bi + Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 3I<sup>-</sup> - 3e<sup>-</sup> = 3BiOI

65. 我们要给子孙后代留下绿水青山等美好生态环境，就必须对污水进行处理。用电解法(图 I)可以对同时含有 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 和 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 的生活污水进行处理，除去 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 的原理如图 II 所示，除 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 的方法是将其转化为 Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 沉淀。

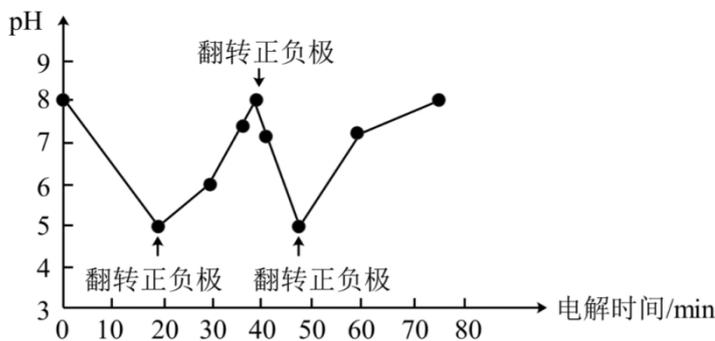
实验室在 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 和 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 联合脱除过程中，测得溶液 pH 变化如图 III 所示。



图I



图II

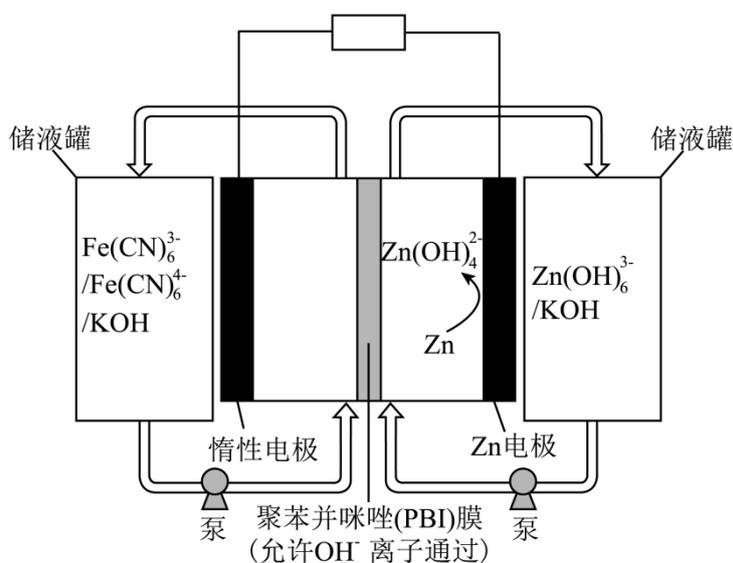


图III

下列说法不正确的是

- A. 在 0 ~ 20 min 时，a 为电源的负极
- B. 除 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 时，阳极反应为：2 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - 6e<sup>-</sup> = N<sub>2</sub>↑ + 8H<sup>+</sup>
- C. 除 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 时，阴极附近的 pH 增大
- D. 除 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 的总反应离子方程式为：3Fe + 6H<sup>+</sup> + 2 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> = Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ↓ + 3H<sub>2</sub>↑

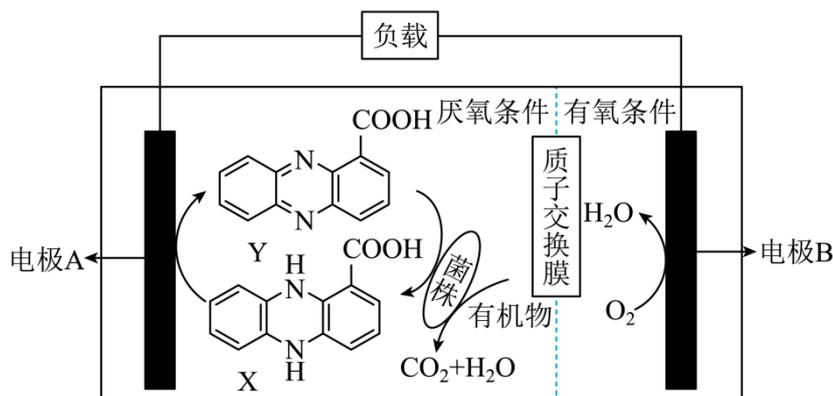
66. 锌铁液流电池由于安全、稳定、电解液成本低等优点成为电化学储能热点技术之一，下图为以 Zn(OH)<sub>4</sub><sup>2-</sup> / Zn 和 Fe(CN)<sub>6</sub><sup>3-</sup> / Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup> 作为电极氧化还原电对的碱性锌铁液流电池放电时工作原理示意图。



下列说法不正确的是

- A. 放电过程中，左侧池中溶液 pH 逐渐减小
- B. 放电过程中，总反应为  $2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{Zn} + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
- C. 充电过程中，阴极的电极反应为  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$
- D. 充电过程中，当 2 mol  $\text{OH}^-$  通过 PBI 膜时，导线中通过 1 mol  $\text{e}^-$

67. 利用垃圾假单胞菌株分解有机物的电化学原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 电子流向：电极 B → 负载 → 电极 A
- B. 若有机物为葡萄糖，处理 0.25 mol 有机物，电路中转移电子 6 mol
- C. 电极 A 上的反应式为：  $\text{X} - 4\text{e}^- = \text{Y} + 4\text{H}^+$
- D. 若 B 电极上消耗氧气 22.4 L， B 电极区域溶液增重 36 g

68. 纯净物状态下的标准电极电势，可用来比较对应氧化剂的氧化性强弱，现有 5 组标准电极电势数据如表所示：

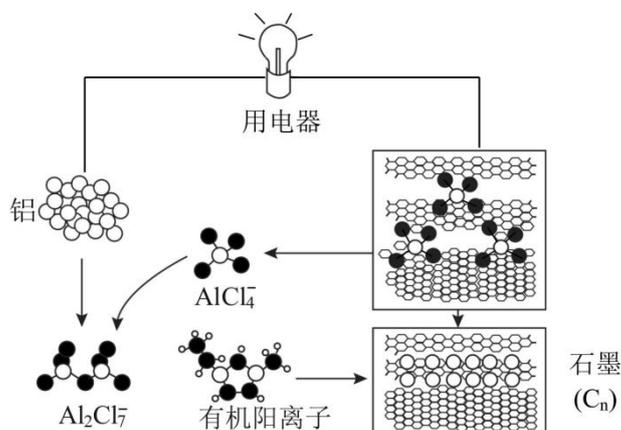
氧化还原电对(氧化型/还原型)	电极反应式	标准电极电势 ( $\phi^\ominus/\text{V}$ )
$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0.77

$I_2 / I^-$	$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	0.54
$Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$	$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.36
$Br_2 / Br^-$	$Br_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	1.07
$Sn^{4+} / Sn^{2+}$	$Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$	0.151

下列分析不正确的是

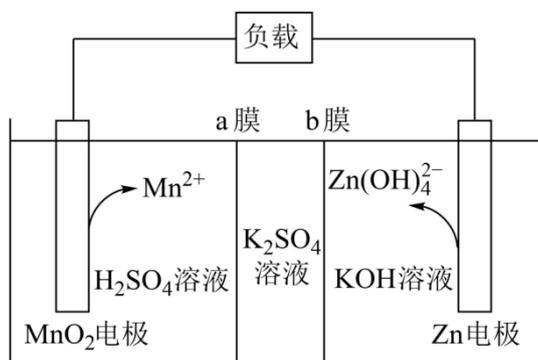
- A. 氧化性： $Cr_2O_7^{2-} > Br_2 > Fe^{3+}$
- B. 往淀粉 KI 溶液中滴加  $SnCl_4$  溶液，溶液不变蓝
- C. 往含有 KSCN 的  $FeI_2$  溶液中滴加少量溴水，溶液变红色
- D.  $K_2Cr_2O_7$  溶液与  $FeCl_2$  溶液反应的离子方程式为： $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

69. 研究人员研制出一种可在一分钟内完成充放电的超常性能铝离子电池。该电池分别以铝和石墨为电极，用  $AlCl_4^-$  和有机阳离子构成的电解质溶液作为离子导体，其放电工作原理如图所示。则下列说法中不正确的是



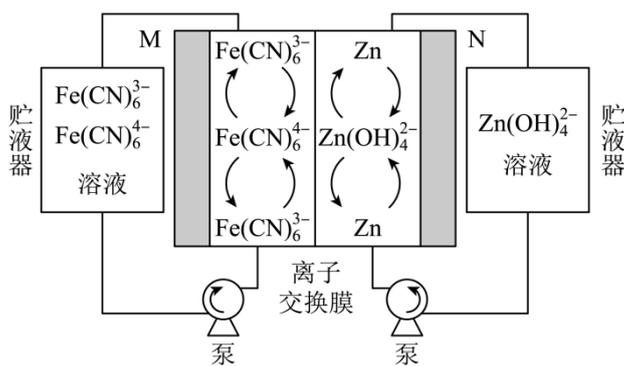
- A. 放电时，铝为负极，石墨为正极
- B. 放电时，有机阳离子向铝电极方向移动
- C. 充电时的阳极反应为： $C_n + AlCl_4^- - e^- = C_n AlCl_4$
- D. 每形成  $1mol Al_2Cl_7^-$  电路中可转移  $0.75mol e^-$

70. 我国科学家近期开发了一种高性能的水系锰基锌电池。其工作原理如图所示，已知该装置工作一段时间后， $K_2SO_4$  溶液的浓度增大。下列说法正确的是



- A. 电子流向:Zn 电极→b 膜→a 膜→MnO<sub>2</sub> 电极→负载→Zn 电极
- B. 负极的电极反应式为  $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. a 膜为阴离子交换膜, b 膜为阳离子交换膜
- D. 装置工作一段时间后, 正极区溶液的 pH 降低

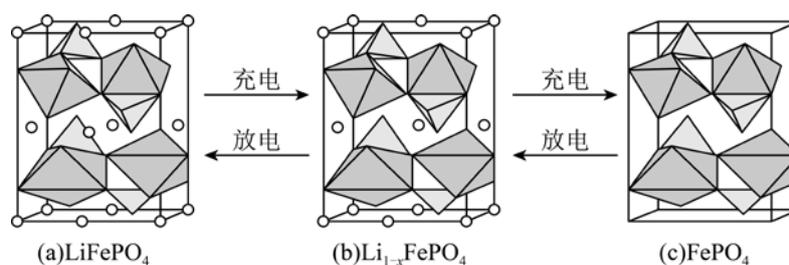
71. 碱性锌铁液流电池具有电压高、成本低的优点。该电池的总反应为： $\text{Zn} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + 4\text{OH}^- \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ，下列叙述不正确的是



- A. 放电时, M 极电极反应式为  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- = \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
- B. 充电时, 右侧贮液器中  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  浓度降低
- C. 若离子交换膜只有  $\text{OH}^-$  通过,  $1\text{mol Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  反应时, 有  $2\text{mol OH}^-$  通过离子交换膜
- D. 电池工作时, 当电路中转移  $3.01 \times 10^{23}$  个电子, 理论上消耗锌  $16.25\text{g}$

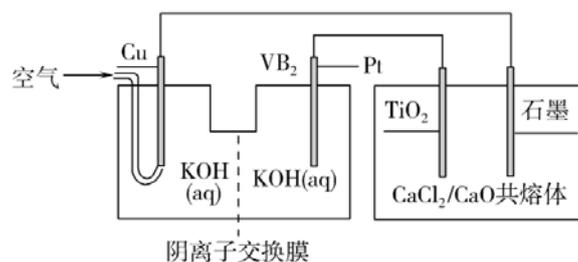
72.  $\text{LiFePO}_4$  的晶胞结构示意图如(a)所示。其中 O 围绕 Fe 和 P 分别形成正八面体和四面体。电池充放电时,

LiFePO<sub>4</sub> 脱出或嵌入 Li<sup>+</sup> 形成结构示意图如(b)所示。下列说法正确的是



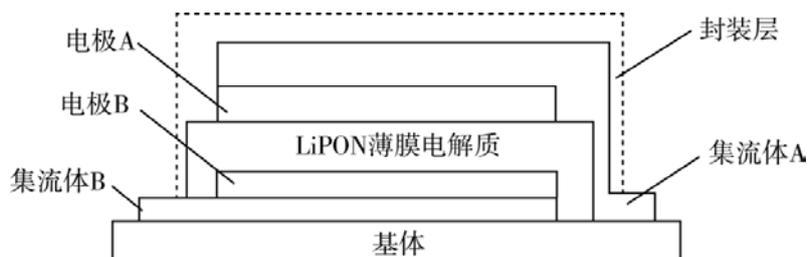
- A. 每个 Li<sub>1-x</sub>FePO<sub>4</sub> 晶胞中 Li<sup>+</sup> 个数为 1-x
- B. 图(b)中 x=0.1875
- C. 图(b)中 n(Fe<sup>2+</sup>):n(e<sup>3+</sup>)=3:13
- D. 当 FePO<sub>4</sub> 转化为 Li<sub>1-x</sub>FePO<sub>4</sub> 时, 每转移电子 (1-x) mol, 嵌入 4(1-x) mol Li<sup>+</sup>

73. 钛被誉为第三金属, 广泛用于航天航空等领域。硼化钒(VB<sub>2</sub>)空气电池的放电反应为 4VB<sub>2</sub>+11O<sub>2</sub>=4B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+2V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 以该电池为电源制备钛的装置如图所示。下列说法不正确的是



- A. 电解过程中, OH<sup>-</sup> 由阴离子交换膜左侧向右侧迁移
- B. Pt 极反应式为 2VB<sub>2</sub>+22OH<sup>-</sup>-22e<sup>-</sup>=V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+11H<sub>2</sub>O
- C. 石墨电极可能发生反应: 2Cl<sup>-</sup>-2e<sup>-</sup>=Cl<sub>2</sub>↑、2O<sup>2-</sup>-4e<sup>-</sup>=O<sub>2</sub>↑
- D. 若石墨极只收集到 4.48 L Cl<sub>2</sub> 气体, 则理论上制备 4.8 g Ti

74. 某全固态薄膜锂离子电池截面结构如图所示, 电极 A 为非晶硅薄膜, 充电时 Li<sup>+</sup> 得电子成为 Li 嵌入该薄膜材料中; 电极 B 为 LiCoO<sub>2</sub> 薄膜; 集流体起导电作用。下列说法正确的是

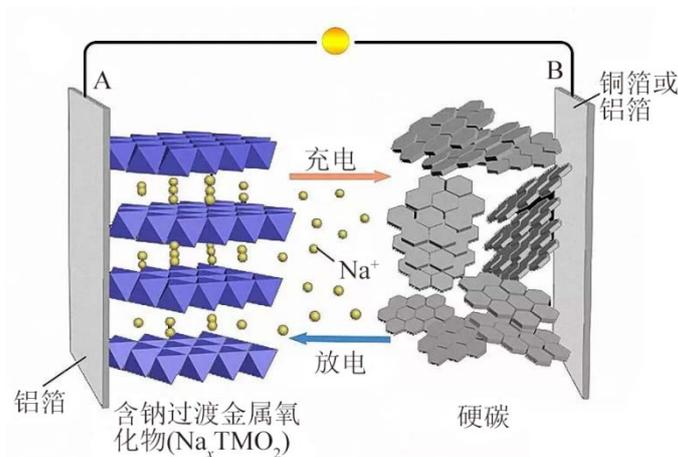


- A. 充电时, 集流体 B 与外接电源的负极相连
- B. 放电时, 外电路通过 amol 电子时, LiPON 薄膜电解质损失 amol Li<sup>+</sup>

C. 充电时, A 为阴极, 电极反应式为  $\text{Li}_x\text{Si} + x\text{e}^- = x\text{Li}^+ + \text{Si}$

D. 电池总反应可表示为  $\text{Li}_x\text{Si} + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Si} + \text{LiCoO}_2$

75. 某钠离子电池结构如图所示, 电极 A 为含钠过渡金属氧化物( $\text{Na}_x\text{TMO}_2$ ), 电极 B 为硬碳, 充电时  $\text{Na}^+$  得电子成为 Na 嵌入硬碳中。下列说法不正确的是



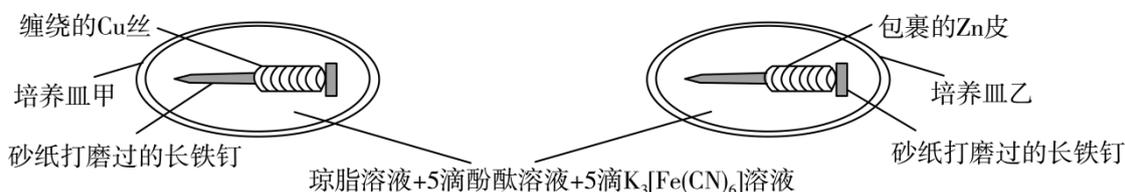
A. 充电时, 电极 B 与外接直流电源的负极相连

B. 放电时, 外电路通过 a mol 电子时, A 电极电解质损失 a mol  $\text{Na}^+$

C. 放电时, 电极 A 为正极, 反应可表示为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaTMO}_2$

D. 电池总反应可表示为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + \text{Na}_x\text{C} = \text{NaTMO}_2 + \text{C}$

76. 将 1g 琼脂、50mL 饱和食盐水、150mL 水倒入烧杯中, 搅拌、加热、煮沸、溶解, 稍冷, 制得琼脂溶液, 然后分别按如图所示在甲乙两培养皿中添加并混匀溶液、放入铁钉, 一段时间后观察现象.



下列说法不正确的是

A. 甲中铜丝附近溶液颜色变红

B. 甲中裸露的铁钉附近出现特征蓝色

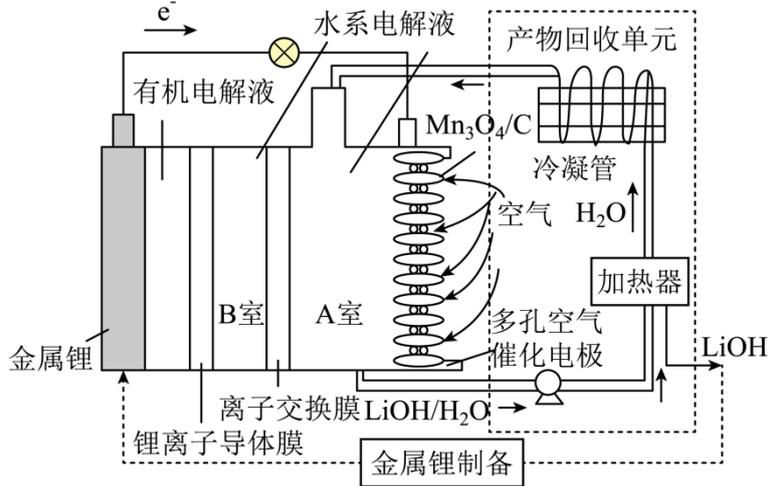
C. 乙中铁发生吸氧腐蚀

D. 乙中锌皮附近溶液颜色无明显变化

77. 新型锂电池的电极材料  $\text{LiFePO}_4$  可通过  $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{FePO}_4 = 2\text{LiFePO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$  制得。该电池充电时,  $\text{LiFePO}_4$  变成  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  ( $0 < x < 1$ )。 (在制备和充电时: H、Li、P、O 化合价不变, 分别为 +1、+1、+5、-2)。下列说法正确的是

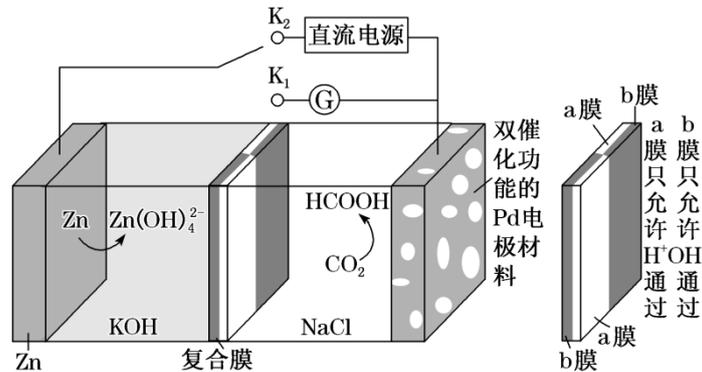
- A. 该制备原理中  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  作氧化剂
- B. 由  $\text{LiFePO}_4$  变成  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  时, 属于还原反应
- C. 常温常压下生成  $4.4\text{gCO}_2$  时, 反应中转移  $0.1\text{mol}$  电子
- D. 当  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  中  $x=0.4$  时,  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  中的  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的个数值比为  $3:2$

78. 某可循环式锂—空气电池的结构如下。下列说法错误的是



- A. 放电时, 正极的电极反应为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
- B. A 室与 B 室之间应该采用阳离子交换膜
- C. 放电时, Li 电极与多孔空气催化电极上反应物的物质的量之比为  $3:4$
- D. LiOH 回收制 Li 可以缓解 Li 资源紧缺的难题

79. 我国科学家研发了一种水系可逆  $\text{ZnCO}_2$  电池, 电池工作时, 复合膜(由 a、b 膜复合而成)层间的  $\text{H}_2\text{O}$  解离成  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 在外加电场中可透过相应的离子膜定向移动。当闭合  $\text{K}_1$  时,  $\text{ZnCO}_2$  电池工作原理如图所示。下列说法不正确的是



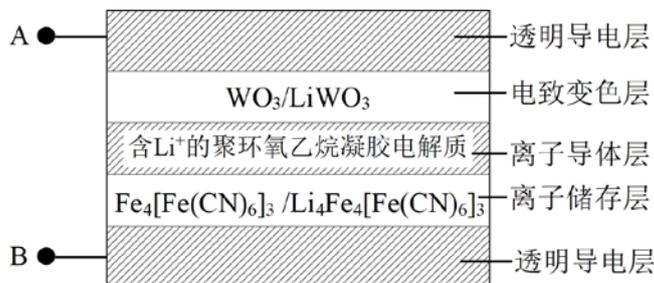
- A. 闭合  $\text{K}_1$  时,  $\text{H}^+$  通过 a 膜向 Pd 电极方向移动

B. 闭合  $K_1$  时, Zn 表面的电极反应式为  $Zn+4OH^--2e^-=Zn(OH)_4^{2-}$

C. 闭合  $K_2$  时, Zn 电极与直流电源正极相连

D. 闭合  $K_2$  时, 在 Pd 电极上有  $CO_2$  生成

80. 一种汽车玻璃采用了电致变色技术, 其工作原理如下图所示: 在外接电源下, 通过在膜材料内部发生氧化还原反应, 实现对器件的光透过率进行多级可逆性调节, 下列有关说法错误的是



已知:  $WO_3$  和  $Li_4Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  均无色透明;  $LiWO_3$  和  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  均为蓝色;

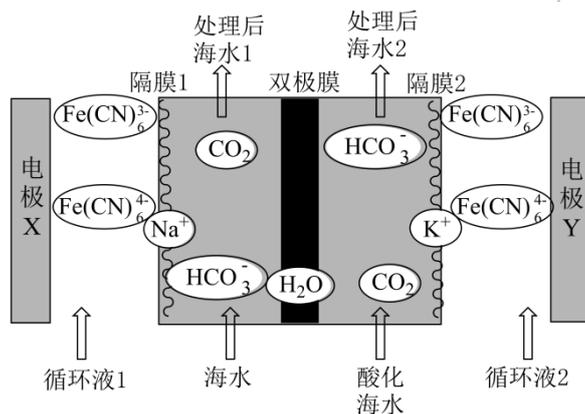
A. 当 A 接电源正极时,  $Li^+$  脱离离子储存层

B. 当 A 接电源负极时, 电致变色层发生反应为:  $WO_3 + Li^+ + e^- = LiWO_3$

C. 当 B 接电源正极时, 膜的透射率降低, 可以有效阻挡阳光

D. 该凝胶电解质聚环氧乙烷的结构简式为  $H[O-CH_2-CH_2]_nOH$ , 可以与水分子之间形成氢键, 为水溶性聚合物

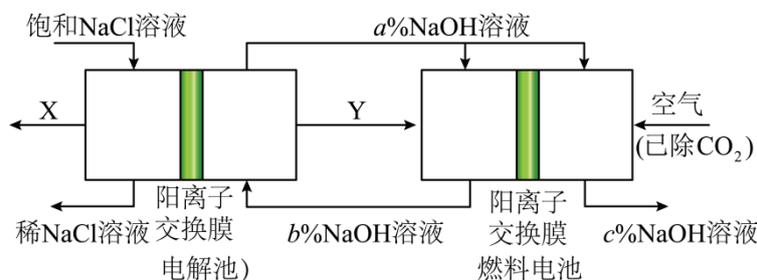
81. 双极膜在电场作用下可以提供  $OH^-$  和  $H^+$ 。科学家通过使用双极膜电渗析法来捕获和转化海水中的  $CO_2$ , 其原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 与电源正极相连一极为电极 X                      B. 隔膜 1、隔膜 2 均为阳离子交换膜
- C. 循环液 1 和循环液 2 中的成分相同              D. 该方法可以同时将海水进行淡化

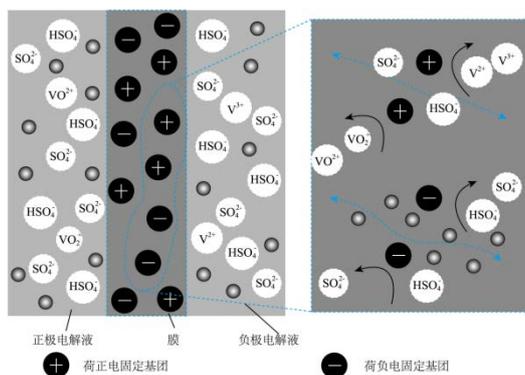
82. 氯碱工业的一种节能新工艺是将电解池与燃料电池相连, 相关物料的传输及转化关系如图所示(电极未标出)。

下列说法错误的是



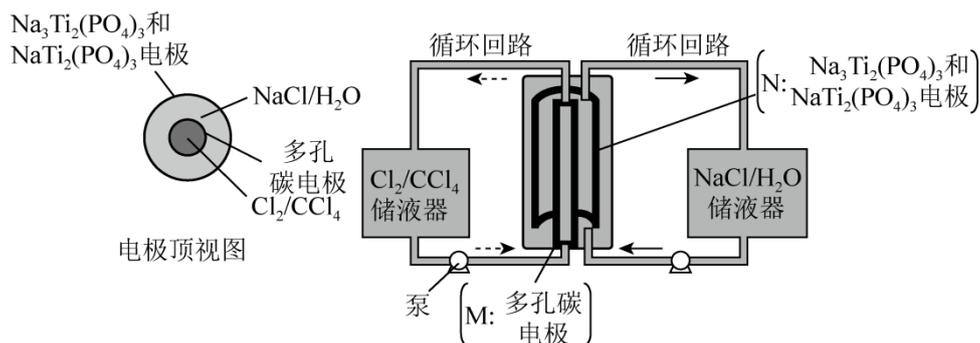
- A. 图中的 X 是  $\text{Cl}_2$ , Y 是  $\text{H}_2$
- B. 燃料电池的负极反应式为  $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 电解池中产生  $2\text{molCl}_2$  时, 理论上燃料电池中消耗  $1\text{molO}_2$
- D.  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的大小关系为  $a > b = c$

83. 金属钒在化工、航空航天、二次电池等领域有着重要的作用, 其中全钒液流电池具有便于扩容、操作安全、使用寿命长等优点。两性离子交换膜是钒电池的关键组成部分, 钒电池的两性离子交换膜中离子迁移示意图如图所示。下列有关叙述错误的是



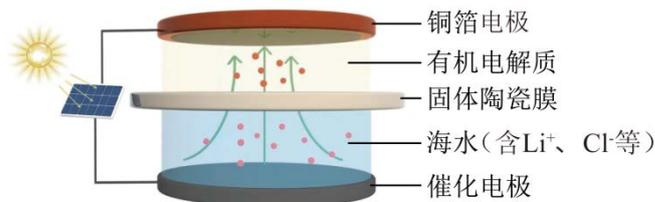
- A. 放电时，正极反应式为  $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- B. 充电时，阴极反应式为  $\text{V}^{3+} + \text{e}^- = \text{V}^{2+}$
- C. 充电时， $\text{SO}_4^{2-} / \text{HSO}_4^-$  通过荷正电固定基团向负极区移动
- D. 两性离子交换膜中荷正电固定基团可有效提高阻钒性

84. 无膜氯液流电池是一种先进的低成本高储能电池，可广泛应用于再生能源储能和智能电网的备用电源等，电池工作原理如图所示：



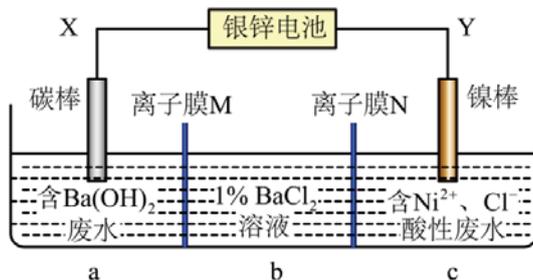
下列说法错误的是

- A. 充电时，N 极的电极反应式为： $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$
  - B. 放电时，M 极为正极
  - C. 放电时，右侧储液器中 NaCl 的浓度增大
  - D. 充电时，电路中每转移  $1\text{mole}^-$ ，N 电极理论上质量增加 23g
85. 如图所示是我国科学家设计的一种从海水中提取金属锂的太阳能驱动装置，下列说法正确的是



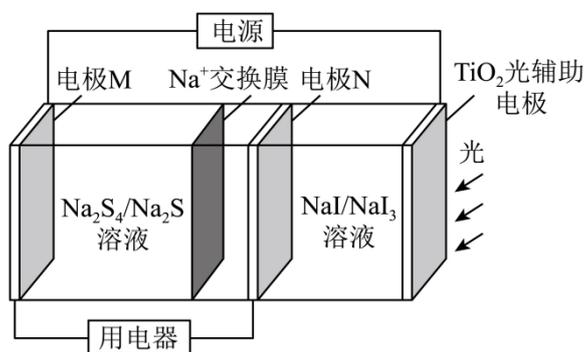
- A. 图中箭头表示  $\text{Cl}^-$  的移动方向
- B. 铜箔电极的电极反应式是  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
- C. 铜箔电极增重 14g 时，理论上催化电极逸出 22.4L 无色气体
- D. 导线中通过 1mol 电子时，理论上海水减重 42.5g

86. 银锌电池的总反应式： $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{Ag}$ 。某学习小组以该电池为电源电解处理含  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  的废水和含  $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  的酸性废水，并分别获得  $\text{BaCl}_2$  溶液和单质镍。电解处理的工作原理如图所示。下列说法正确的是



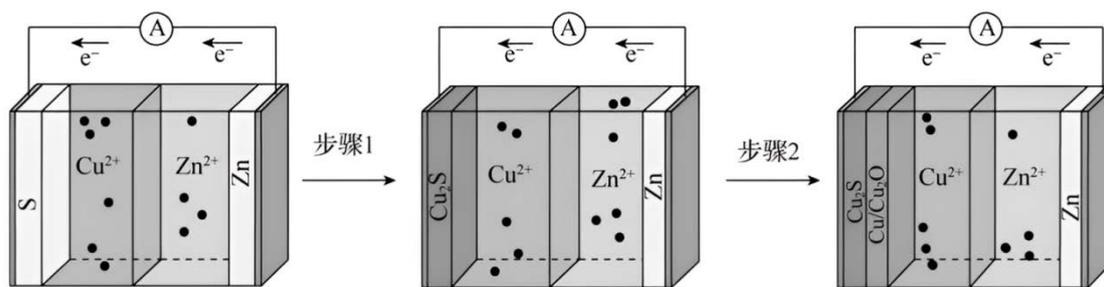
- A. X 电极与银锌电池的 Zn 电极相连
- B. 若去掉离子膜 M，则 X 电极的反应式不变
- C. 离子膜 M 为阳离子交换膜，离子膜 N 为阴离子交换膜
- D. 电解过程中 b 室  $\text{BaCl}_2$  浓度不变

87. 一种光照充电电池结构如图所示，充电时  $\text{TiO}_2$  光辅助电极受光激发产生电子和空穴，空穴作用下  $\text{NaI}$  转化为  $\text{NaI}_3$ 。下列说法正确的是



- A. 充电过程中，光能最终转化为电能
- B. 充电效率与光照产生的电子和空穴量有关
- C. 放电时，电极 M 为正极，电极反应为  $\text{S}_4^{2-} + 6\text{e}^- = 4\text{S}^{2-}$
- D. 放电时 N 电极室增加 2mol 离子，理论上外电路转移 1mol 电子

88. 我国科研团队在同一个反应腔体中耦合两个连续的电化学反应，大大提高了电池的能量密度。以 S、Zn 为电极， $\text{CuSO}_4$  溶液为电解液来构建水系级联电池，原理如图所示。

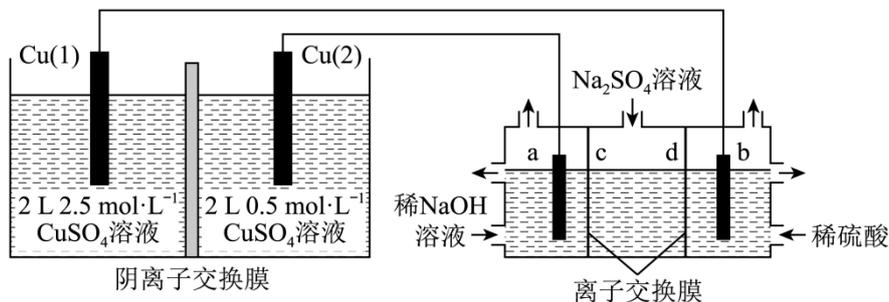


已知：第一步反应为  $S + 2Cu^{2+} + 2Zn = Cu_2S + 2Zn^{2+}$ ，当正极的硫完全反应生成  $Cu_2S$  后，继续高效发生第二步反应  $Cu^{2+} + Zn + xO_2 = (1-4x)Cu + 2xCu_2O + Zn^{2+}$  (单独构建该步电池时效率较低)。下列说法错误的是

- A. 电池工作时，正极质量一直增加
- B. 步骤 1 的放电产物  $Cu_2S$  可能对步骤 2 的放电过程起催化作用
- C. 放电时，第一步反应的正极反应式为  $2Cu^{2+} + S + 4e^- = Cu_2S$
- D. 用此电池对粗铜电解精炼，理论上相同时间内两池电极上析出铜的物质的量相等

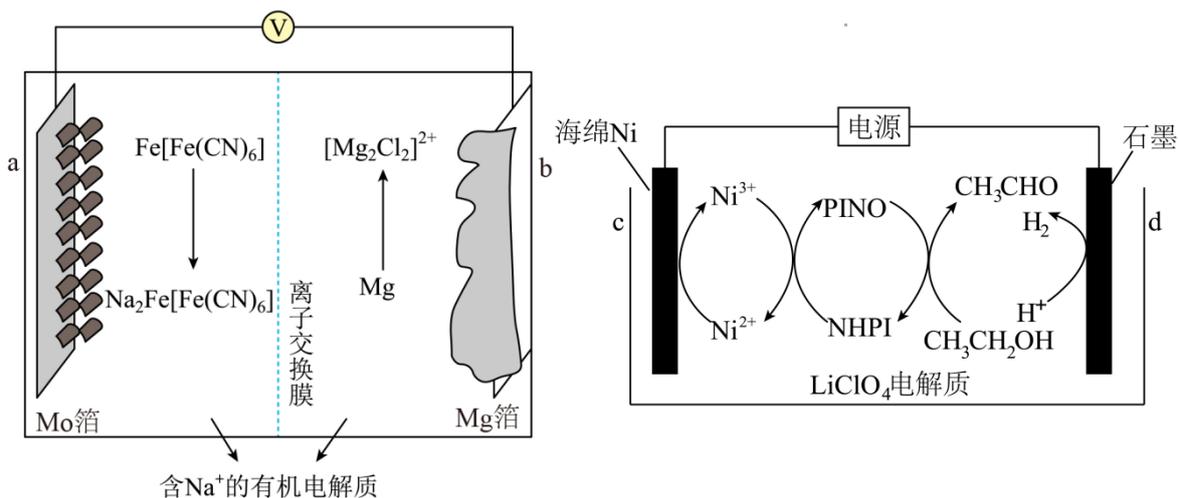
**注意：以下题目为多选题！**

89. 相同金属在其不同浓度盐溶液中可形成浓差电池。如图所示装置是利用浓差电池电解  $Na_2SO_4$  溶液(a、b 电极均为石墨电极)，可以制得  $O_2$ 、 $H_2$ 、 $H_2SO_4$  和  $NaOH$ 。下列说法不正确的是



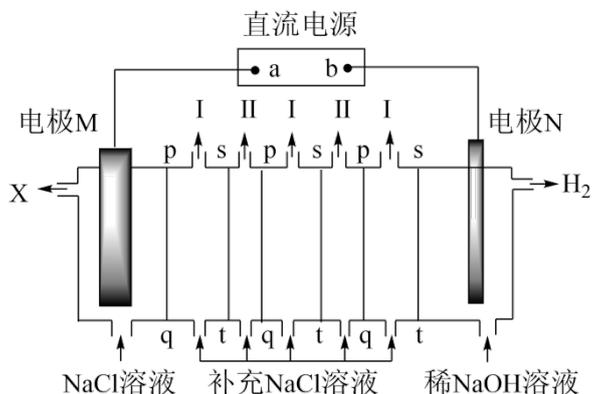
- A. a 电极的电极反应为  $4H_2O + 4e^- = 2H_2 \uparrow + 4OH^-$
- B. 电池从开始工作到停止放电，电解池理论上可制得 320 g NaOH
- C. c、d 离子交换膜依次为阳离子交换膜和阴离子交换膜
- D. 电池充电过程中，Cu(1)电极上的电极反应为  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$

90. 以柏林绿  $Fe[Fe(CN)_6]$  新型可充电钠离子电池为电源，采用电解法在 N-羟基邻苯二甲酰亚胺介质中用乙醇制乙醛。下列说法正确的是



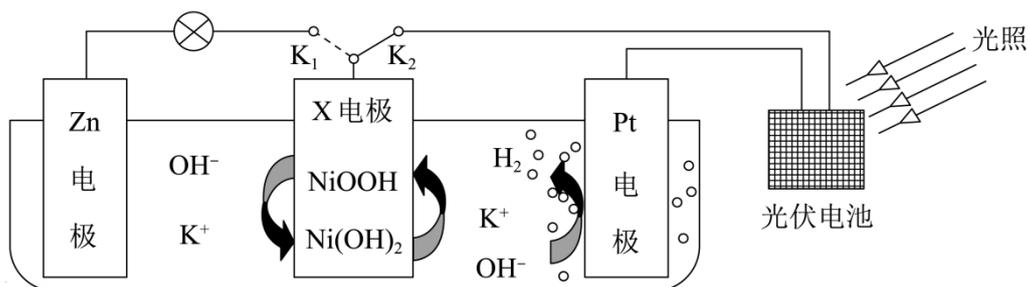
- A. 制备乙醛时 a 极连接 c 极
- B. 电池工作时溶液中  $\text{Na}^+$  移向 b 极
- C. 当有  $2\text{mol Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  转化成  $\text{Na}_{2-x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  时, 生成  $(4-2x)\text{mol CH}_3\text{CHO}$
- D. 电源充分充电时, a 极反应式为  $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] - 2\text{e}^- = \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{Na}^+$

91. 目前, 应用电渗析法进行海水淡化是解决淡水资源匮乏的有效途径之一, 该方法利用电解原理通过多组电渗析膜实现, 工作原理如图所示(以  $\text{NaCl}$  溶液代替海水), 同时获得产品  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NaOH}$ 。下列说法错误的是



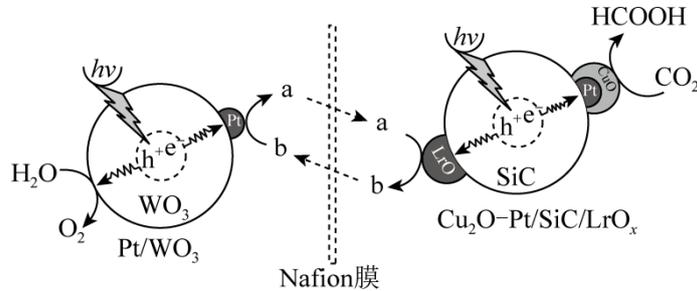
- A. a 是直流电源的正极
- B. 电极 M 处产生的气体 X 为氯气
- C. 膜 pq、st 分别为阳离子交换膜、阴离子交换膜
- D. 出口 I、II 分别接收  $\text{NaCl}$  浓溶液、淡水

92. 我国某科研团队设计了一种新型能量存储/转化装置(如图所示)。闭合  $\text{K}_2$ 、断开  $\text{K}_1$  时, 制氢并储能; 断开  $\text{K}_2$ 、闭合  $\text{K}_1$  时, 供电。下列说法正确的是



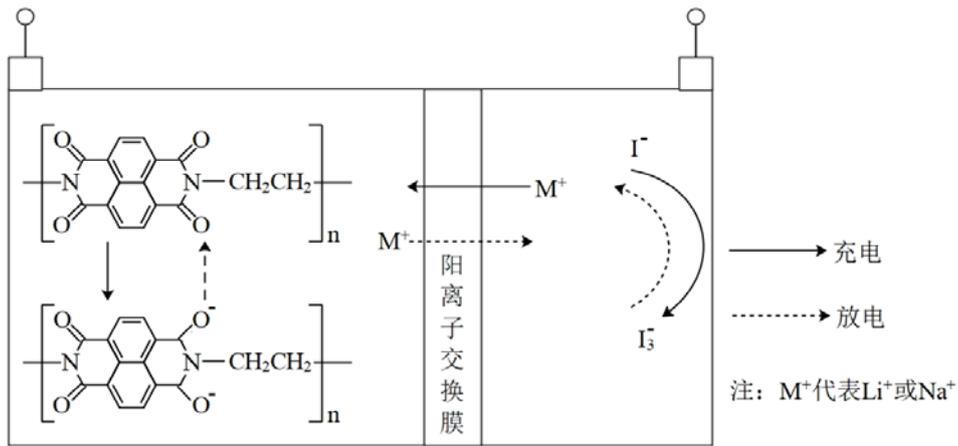
- A. 制氢时，溶液中  $K^+$  向 Pt 电极移动    B. 供电时，Zn 电极附近溶液 pH 不变  
 C. 供电时，X 电极发生氧化反应    D. 制氢时，X 电极反应式为： $Ni(OH)_2 - e^- + OH^- = NiOOH + H_2O$

93. 科研人员通过控制光沉积的方法构建复合材料光催化剂，以  $Fe^{2+}$  和  $Fe^{3+}$  渗透 Nafion 膜在酸性介质下构建了一个还原和氧化分离的人工光合体系，其反应机理如图。下列说法正确的是

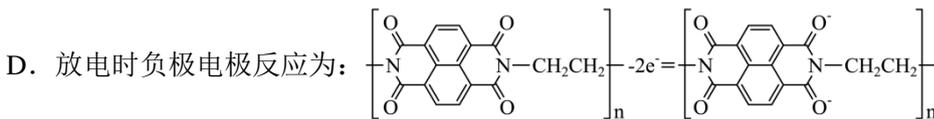


- A. a 的价电子排布式： $3d^5$     B. 体系中能量转化形式：电能  $\rightarrow$  化学能  
 C. 体系中总反应的活化能： $E_{a正} > E_{a逆}$     D. 理论上每消耗 18g 水生成 46g HCOOH

94. 有机物电极材料具有来源丰富、可降解等优点，一种负极材料为固态聚酰亚胺-水系二次电池的结构如图所示。下列说法正确的是

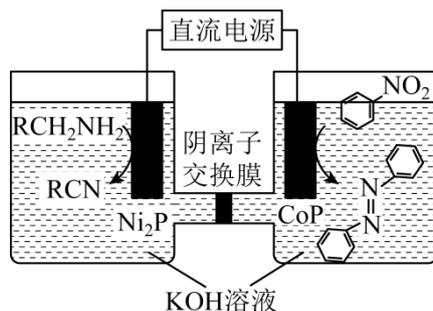


- A. 充电时有机电极发生了氧化反应  
 B. 将  $M^+$  由  $Li^+$  换成  $Na^+$ ，电池的比能量会下降  
 C. 充电时每转移  $2mol e^-$ ，右室离子数目减少  $4mol$

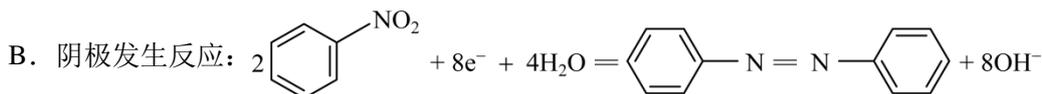


95. 某种电催化法以 CoP、Ni<sub>2</sub>P 为催化电极合成腈类化合物(RCN)和偶氮化合物(R-N=N-R)，装置示意图如图。

下列说法错误的是



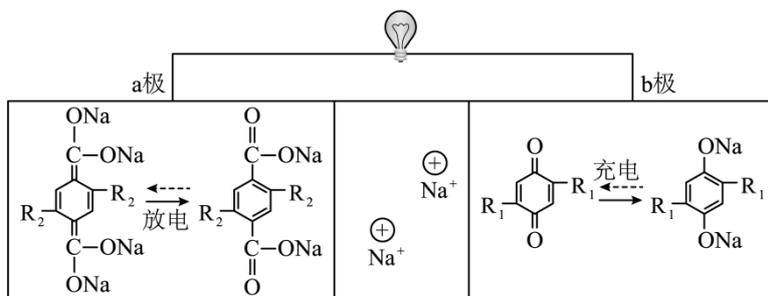
A. 左侧电极的电势比右侧的高，且发生氧化反应



C.  $\text{OH}^-$  从左侧经过阴离子交换膜向右侧移动

D. 每当合成得到  $1\text{molRCN}$ ，同时合成  $1\text{molR-N=N-R}$

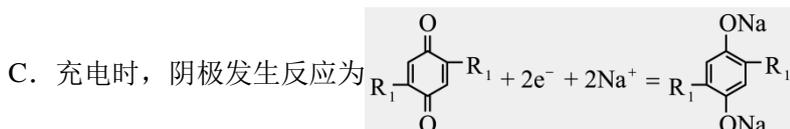
96. 我国科学家研究出一种钠离子可充电电池的工作示意图如下，该电池主要依靠钠离子在两极之间移动来工作，工作原理示意图如下：



其中  $-\text{R}_1$  代表没参与反应的  $-\text{COONa}$ ， $-\text{R}_2$  代表没参与反应的  $-\text{ONa}$ 。下列有关说法错误的是

A. 放电时，b 极为正极

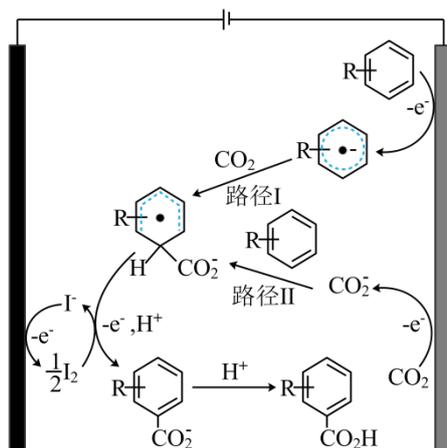
B. 充电时，钠离子由 b 极向 a 极移动



D. 若电池充满电时 a、b 两极室质量相等，则放电过程中转移  $0.3\text{mol}$  电子时，两极质量差为  $6.9\text{g}$

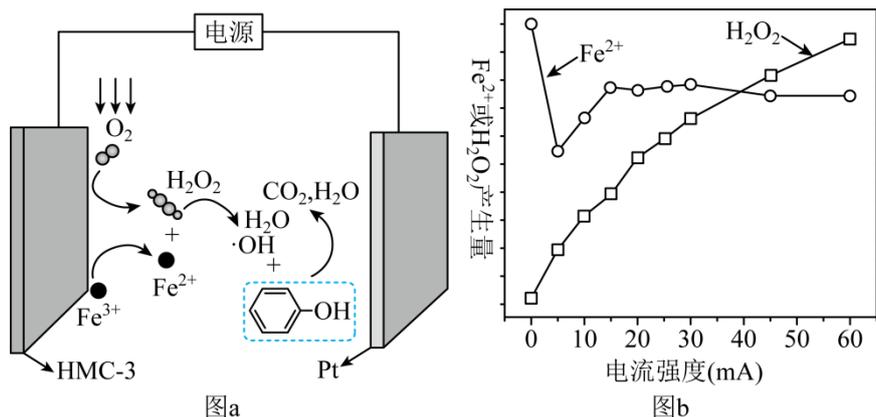
97. 芳香羧酸是一种重要的有机分子骨架，利用电化学方法，芳香烃与  $\text{CO}_2$  选择性的 C-H 键羧基化反应如图所

示，下列说法错误的是



- A. 生成 1 mol 芳香羧酸，电路中转移的电子数为  $2N_A$       B. 电池工作过程中需要不断补充 I<sup>-</sup>
- C. 不同的取代基-R 影响路径I或II的选择路径      D. 该反应的原子利用率为 100%

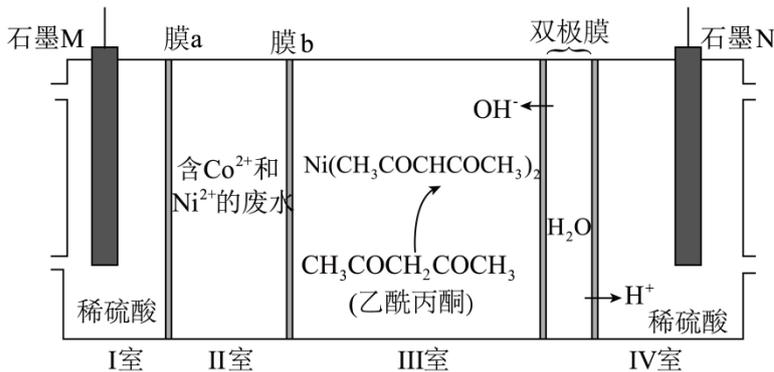
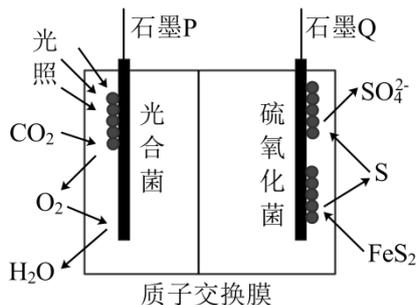
98. 电芬顿工艺被认为是一种很有应用前景的高级氧化技术，可用于降解去除废水中的持久性有机污染物，其工作原理如图 a 所示，工作 10min 时， $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$  电极产生量 ( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 与电流强度关系如图 b 所示：



下列说法错误的是

- A. 电流流动方向：Pt 电极→电解质→HMC-3 电极      B.  $\text{Fe}^{3+}$  是该电芬顿工艺的催化剂
- C. 根据图 b 可判断合适的电流强度范围为 55-60mA      D. 若处理 9.4g 苯酚，理论上消耗标准状况下  $15.68\text{L O}_2$

99. 下列装置可分离废水中的  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{Ni}^{2+}$ 。已知  $\text{Ni}^{2+}$  和  $\text{Co}^{2+}$  性质相似， $\text{Co}^{2+}$  和乙酰丙酮不反应。下列说法正确的是



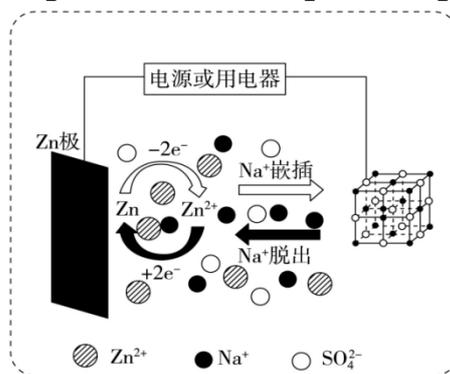
- A. M 电极接太阳能电池的 P 电极  
 B. 通电一段时间后, I、IV 室内溶液 pH 均减小  
 C. 膜 a、膜 b 分别为阳离子交换膜和阴离子交换膜  
 D. 每生成  $1\text{molSO}_4^{2-}$ , 理论上双极膜至少解离  $7\text{molH}_2\text{O}$

100. 某锌离子可充电电池用  $\text{NaNi}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6] / \text{Na}_2\text{Ni}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$  (罗马数字表示化合价) 作正极, 用  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、

$\text{ZnSO}_4$  作电解质。放电时, 正极的电极反应为  $\text{NaNi}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6] + \text{e}^- + \text{Na}^+ = \text{Na}_2\text{Ni}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$ , 其装置如图

装置工作时, 下列叙述错误的是

- A. 放电时, Zn 极发生还原反应  
 B. 放电时, 每溶解  $1\text{molZn}$ , 正极失去  $2\text{mol}$  电子  
 C. 充电时,  $\text{Na}^+$  从正极上脱出  
 D. 充电时, 阴极上发生反应:  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$



## 电化学专项练习-解析

1. D

【分析】该装置为电解池, 由图可知, 电极 A 区  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  发生氧化反应生成  $\text{CO}_2$ , 因此 A 为阳极, 电极反应为  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} - 24\text{e}^- = 6\text{CO}_2\uparrow + 24\text{H}^+$ , 电极 B 区  $\text{CO}_2$  发生还原反应生成  $\text{CH}_4$ , B 为阴极, 电极反应为  $\text{CO}_2 + 8\text{e}^- + 8\text{H}^+ = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】A. 电解池将电能转化为化学能, A 错误;

B. 电解池中阳离子向阴极移动, 因此  $\text{H}^+$  移向电极 B, B 错误;

C. 根据分析, 电极 A 为阳极, 应连接电源的正极, C 错误;

D. 根据分析, 电极 B 的反应为  $\text{CO}_2 + 8\text{e}^- + 8\text{H}^+ = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , D 正确;

故选 D。

2. B

【分析】根据装置图可知, 放电时为原电池, 氯气得电子生成氯离子, 则 b 电极为正极, a 电极为负极, 充电时,

为电解池，b 为阳极，a 为阴极，据此分析。

【详解】A.  $\text{Cl}_2$  易溶于  $\text{CCl}_4$ ，但  $\text{Na}^+$  不溶于  $\text{CCl}_4$ ，所以用  $\text{CCl}_4$  溶解  $\text{Cl}_2$  就无需离子交换膜，故 A 正确；

B. 电解精炼铜时，粗铜作阳极，阳极可能有 Zn、Fe 等活泼金属放电，所以  $1\text{molCl}_2$  放电时，转移  $2\text{mol}$  电子，阳极不一定溶解  $1\text{mol}$  即  $64\text{gCu}$ ，故 B 错误；

C. 充电时，b 为阳极， $\text{Cl}^-$  向电极 b 迁移，并在 b 极生成  $\text{Cl}_2$ ，故 C 正确；

D. 充电时，电极 a 为阴极，电极反应为  $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$ ，故 D 正确；

答案为 B。

### 3. C

【分析】根据出口的溶液，电极 M 为电解池的阴极，水在阴极放电生成氢气和氢氧根离子，电极附近阴离子电荷数大于阳离子，氯离子通过阴离子交换膜 C 进入左侧产品室 A 和 C 之间，导致流入硝酸钠溶液的原料室中的钠离子通过阳离子交换膜 A 进入左侧产品室 A 和 C 之间、硝酸根离子通过阴离子交换膜 C 进入中间产品室 C 和 A 之间，N 电极为电解池阳极，水在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气和氢离子，电极附近阳离子电荷数大于阴离子，钠离子通过通过阳离子交换膜 A 进入右侧产品室 C 和 A 之间，导致流入氯化钾溶液的原料室中的钾离子通过阳离子交换膜 A 进入中间产品室 A 和 C 之间、氯离子通过阴离子交换膜 C 进入右侧产品室 C 和 A，电解的总反应为  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ，由得失电子数目守恒可知，氯化钠溶液的浓度与硝酸钾溶液的浓度相等。

【详解】A. 根据分析，C 为阴离子交换膜，A 错误；

B. M 为阴极，N 为阳极，铜作阳极会放电，阳极不能用铜作电极，B 错误；

C. 电解的总反应为  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ，M 电极生成氢气，N 电极生成氧气，产生气体的体积比为  $2:1$ ，C 正确；

D. 根据分析，电解的总反应为  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ，D 错误；

故选 C。

### 4. C

【分析】由图可知，甲为原电池，乙和丙为电解池；甲中通入 NO 的一极作负极，通入氧气的一极作正极；乙池中通入  $\text{SO}_2$  的电极连接电源的正极，为阳极，阳极上二氧化硫发生氧化反应生成硫酸根离子，阴极上一氧化氮发生还原反应生成铵根离子；丙池中阳极上水放电，发生氧化反应生成氧气和氢离子，氢离子从 M 室通过 a 膜进入浓缩室，N 室中氯离子向阳极移动，通过 b 膜进入浓缩室，最终得到较浓的盐酸；据此分析解答。

【详解】A. 丙中阳极上水放电，发生氧化反应生成氧气和氢离子，氢离子从 M 室通过 a 膜进入浓缩室，N 室中氯离子向阳极移动，通过 b 膜进入浓缩室，最终得到较浓的盐酸，故 b 膜为阴离子交换膜，A 正确；

B. 乙池中通入  $\text{SO}_2$  的电极连接电源的正极，为阳极，阳极上二氧化硫发生氧化反应生成硫酸根离子，阴极上一

氧化氮发生还原反应生成铵根离子，电池总反应的离子方程式为  $5\text{SO}_2 + 2\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NH}_4^+ + 5\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$ ，B

正确；

C. 当浓缩室得到 4L 浓度为  $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸时，迁移过来的氢离子的物质的量为

$4\text{L}\times(0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}-0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})=2\text{mol}$ ， $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2\uparrow$ ，则反应掉 1mol 水，M 室溶液的质量减小

$1\text{mol}\times 18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=18\text{g}$ ，C 错误；

D. 乙池中  $\text{SO}_2$  转化为硫酸根离子，NO 转化为铵根离子，在标准状况下，若甲池有  $5.6\text{LO}_2(0.25\text{mol})$  参加反应，

根据电子守恒可知， $\text{O}_2 \sim 4\text{e}^- \sim 2\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2 \sim 4\text{e}^- \sim \frac{4}{5}\text{NO}$ ，则乙池中处理废气( $\text{SO}_2$  和 NO)共 0.7mol，总体积为 15.68L，

D 正确；

故选 C。

5. C

【分析】由图可知，与直流电源正极相连的电极 a 为阳极，酸性条件下三氧化二铈在阳极失去电子发生氧化反应生成铈离子和水，电极 b 为阴极，氢离子在阴极得到电子发生还原反应生成氢气，则 X 为硫酸溶液，铈离子通过阳离子交换膜由阳极室移向阴极室，电解的总反应方程式为  $\text{Ce}_2\text{O}_3 + 8\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Ce}^{4+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\uparrow$ 。

【详解】A. 由分析可知，电极 b 为阴极，氢离子在阴极得到电子发生还原反应生成氢气，故 A 正确；

B. 由分析可知，电解的总反应方程式为  $\text{Ce}_2\text{O}_3 + 8\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Ce}^{4+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\uparrow$ ，故 B 正确；

C. 由分析可知，电解时，铈离子通过阳离子交换膜由阳极室移向阴极室，故 C 错误；

D. 由分析可知，X 为硫酸溶液，故 D 正确；

故选 C。

6. D

【详解】A. 均摊法可知，晶胞中  $\text{Li}^+$  数目为  $8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{4}+4\times\frac{1}{2}=4$ ，故每个晶胞中含有  $\text{LiFePO}_4$  的单元数有 4 个，

A 错误；

B. 由图可知，(a)→(b)充电过程中，晶胞失去 1 个棱心、1 个面心位置的  $\text{Li}^+$ ， $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞中  $\text{Li}^+$  数目为  $8\times\frac{1}{8}+3\times\frac{1}{4}+3\times\frac{1}{2}=\frac{13}{4}$ ，Fe 原子数目不变，有 4 个，故  $(1-x):1=\frac{13}{4}:4$ ，解得  $x=\frac{3}{16}$ ，则 Fe 的平均化合价为  $\frac{35}{16}$ ，假设含

a 个  $\text{Fe}^{2+}$ ，则  $\text{Fe}^{3+}$  为 b 个，则有： $\frac{2a+3b}{a+b}=\frac{35}{16}$ ，解得：a:b=13:3，B 错误；

C. 由 A 项分析可知，每个  $\text{LiFePO}_4$  晶胞中含有  $\text{LiFePO}_4$  的单元数有 4 个，根据 Fe 原子不变可知，当 1 个  $\text{LiFePO}_4$  晶胞转化为  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞时，消耗  $4(1-x)$  个  $\text{Li}^+$ ，C 错误；

D. 由 B 项分析可知,  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞中 Fe 的化合价为  $\frac{35}{16}$ ,  $1\text{mol LiFePO}_4$  晶胞完全转化为  $\text{Li}_{(1-x)}\text{FePO}_4$  晶胞的过程中, 转移的电子数为  $4 \times (\frac{35}{16} - 2) \times N_A \text{mol}^{-1} = 0.75N_A$ , D 正确;

故答案为: D。

7. D

【分析】根据图 2 中信息左边生成浓的氢氧化钠溶液, 说明钠离子穿过膜 1 进入到左边, 亚硫酸根穿过膜 2 与在阳极和生成的氧气反应生成硫酸根, 则 a 极为阴极, b 极为阳极。

【详解】A. 电解池“异性相吸”, 电解  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液时, 亚硫酸根离子向阳极即通过阴离子交换膜进入右室, 故 A 正确;

B. 根据前面分析 a 极为阴极, 若用锌锰碱性电池为电源, a 极与锌极相连, 故 B 正确;

C. a 极是水中氢离子得到电子变为氢气即电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ , 故 C 正确;

D. 根据前面分析左边电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ , 若收集 22.4L(物质的量为 1mol)的 P(标准状况下), 则转移 2mol 电子, 故 D 错误;

综上所述, 答案为 D。

8. B

【分析】放电时电子由 B 极沿导线移向 A 极, 则放电时 B 极为原电池的负极, 该极发生氧化反应为  $\text{V}^{2+} - \text{e}^- = \text{V}^{3+}$ ; 放电时, A 为正极, 该极发生还原反应为  $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】A. V 为 23 号元素, 其电子排布为  $[\text{Ar}]3\text{d}^34\text{s}^2$ , 其价电子排布式为  $3\text{d}^34\text{s}^2$ , A 项错误;

B. 原电池(放电时)中, 离子的移动方向: 带正电的离子移向正极, 带负电的离子移向负极, 所以  $\text{H}^+$  移向 A 极, B 正确;

C. 放电时为  $\text{V}^{2+} - \text{e}^- = \text{V}^{3+}$ , 充电为其逆过程为  $\text{V}^{3+}$  被还原为  $\text{V}^{2+}$ , C 项错误;

D. 放电时 A 极反应为  $\text{VO}_2^+ + \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ , 充电时为其逆过程为  $\text{VO}^{2+} - \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+$ , D 项错误;

故选 B。

9. C

【分析】图甲是离子浓差电池, 其中交换膜为阴离子交换膜, 故  $\text{NO}_3^-$  由浓  $\text{AgNO}_3$  溶液中移向稀  $\text{AgNO}_3$  溶液中, 根据在原电池中阴离子移向负极, 可知 Ag(1)为正极, Ag(2)为负极; 图乙装置为电解池, 其中 Ag(3)与负极相连, Ag(3)是阴极, 石墨是阳极。

【详解】A. 由分析可知, 图甲中电池工作时 Ag(1)作正极, A 错误;

B. Ag(2)是负极, 其电极反应为  $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$ , B 错误;

C. 图乙装置为电解池,  $\text{NO}_3^-$  移向阳极, 即石墨电极, 在图乙装置中, 阳离子  $\text{Ag}^+$  移向 Ag(3) 得电子生成 Ag, 故 Ag(3) 极质量增大, C 正确;

D. 理论上 4 mol  $\text{NO}_3^-$  通过交换膜时, 根据电荷守恒可知, 转移 4 mol 电子, 石墨电极反应为  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ , 转移 4 mol 电子时, 生成 1 mol  $\text{O}_2$ , 标准状况下体积为 22.4 L, D 错误;

故答案为: C。

#### 10. C

【分析】浓度差电池是利用两极电势差实现两个氧化还原半反应, 总反应类似扩散原理, 最终两池电解质浓度将相等。该电池使用前先将 K 与 a 连接一段时间, 开关与 a 相连时, 为电解池, 右侧为阳极, 左侧为阴极, 阳极上 Cu 失去电子转化为  $\text{Cu}^{2+}$ , 阴极上  $\text{Cu}^{2+}$  得到电子转化为 Cu, 一段时间后, 两池中  $\text{CuSO}_4$  浓度不同; 然后将开关与 b 相连, 装置为原电池, 右侧  $\text{Cu}^{2+}$  得到电子, 左侧 Cu 失去电子, 以此解答。

【详解】A. 开始两池中  $\text{CuSO}_4$  浓度相同, 两侧电势相同, 开关与 b 相连时, 不会产生电流, 因此通过将开关与 a 相连, 利用电解原理改变两池中  $\text{CuSO}_4$  浓度, 故 A 正确;

B. 由上述分析可知, K 与 b 连接时, 正极的电极反应式为  $\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Cu}$ , 故 B 正确;

C. 若选用阳离子交换膜, 则两池中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度将相同, 开关与 b 相连时, 不会产生电流, 因此应该选择阴离子交换膜, 故 C 错误;

D. 离子交换膜中主要是  $\text{SO}_4^{2-}$  迁移, 1 个  $\text{SO}_4^{2-}$  中带有 2 个负电荷, 因此导线中通过 2 mol 电子, 约有 1 mol 离子通过交换膜, 故 D 正确;

综上所述, 说法错误的是 C 项, 故答案为 C。

#### 11. B

【详解】A. 吸收塔中发生  $\text{K}_2\text{CO}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 2\text{KHCO}_3$ , 再生塔中发生的是  $2\text{KHCO}_3\rightleftharpoons \text{K}_2\text{CO}_3+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ , 反应条件不同, 不是可逆反应。A 项错误;

B.  $\text{pH}=9.3=10-\lg 5$ ,  $c(\text{H}^+)=5\times 10^{-10}$ , 则  $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}=\frac{c(\text{HCO}_3^-)\times c(\text{H}^+)}{c(\text{CO}_3^{2-})\times c(\text{H}^+)}=\frac{c(\text{H}^+)}{K_{a2}}=10$ 。B 项正确;

C. 根据化合价变化, 玻碳电极作阳极, 失电子发生氧化反应, 电极反应为:  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ 。C 项错误;

D. 铂电极上发生的反应为  $\text{CO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}^+\rightleftharpoons \text{HCOOH}$ ,  $0.4\text{mol HCOOH}\sim 0.8\text{mol e}^-$ , 电流效率为 50% 时, 则电

路中转移电子总的物质的量为 1.6mol, 则正极区产生气体为 0.4mol O<sub>2</sub>, 在标准状况下的体积为 8.96L。D 项错误。

故答案选 B。

12. A

【详解】A. 放电时, 钾离子透过阳离子交换膜进入中间区域, 硫酸根离子透过阴离子交换膜进入中间区域, 一段时间后 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 浓度增大, A 正确;

B. PbO<sub>2</sub>(b 极)作正极, 电极反应式为:  $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , B 错误;

C. 正极带负电, 电池工作时 K<sup>+</sup>通过阳离子交换膜向 b 极区移动, C 错误;

D. 放电时, Zn(a 极)作负极, 电极反应式为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$ , 氢氧根离子被消耗, pH 减小, D 错误;

答案选 A。

13. A

【分析】HCOOH 燃料电池中, HCOOH 发生失去电子的反应生成 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 所在电极为负极, 电极反应式为:

$\text{HCOO}^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ , 正极 O<sub>2</sub> 得电子生成 H<sub>2</sub>O,  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$  (需消耗 H<sup>+</sup>), 从装置中分离出的物质为 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 所以放电过程中需补充的物质 A 是 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCOOH 燃料电池放电的本质是通过 HCOOH 与 O<sub>2</sub> 的反应将化学能转化为电能, 总反应为  $2\text{HCOOH} + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 = 2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$ , 原电池工作时 K<sup>+</sup>通过半透膜移向正极。

【详解】A. 根据分析, 物质 A 是 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, A 正确;

B. 根据分析, 原电池工作时 K<sup>+</sup>通过半透膜移向正极, 因此该半透膜是阳离子交换膜, B 错误;

C. 根据分析, 正极 O<sub>2</sub> 得电子生成 H<sub>2</sub>O, 电极反应为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$ , C 错误;

D. 根据分析, 总反应为  $2\text{HCOOH} + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 = 2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$ , D 错误;

故选 A。

14. C

【分析】由图可知, 该装置为电解池, 与直流电源正极 a 相连的泡沫镍电极为电解池的正极, 碱性条件下

-CHO 在阳极失去电子发生氧化反应生成 -COOH 和水, 电极反应式为 -CHO - 2e<sup>-</sup> + 2OH<sup>-</sup> =

-COOH + 2H<sub>2</sub>O, 与负极 b 相连的催化吸附电极为阴极, 水分子作用下氧气在阴极得到电子发生还原反应

生成氢氧根离子, 电极反应式为  $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$ , 氢氧根离子通过阴离子交换膜由右侧向左侧移动。

【详解】A. 由分析可知, a 为电源的正极, 故 A 正确;

B. 由分析可知, 装置中氢氧根离子通过阴离子交换膜由右侧向左侧移动, 故 B 正确;

C. 由分析可知, 与直流电源正极 a 相连的泡沫镍电极为电解池的正极, 碱性条件下 -CHO 在阳极失去电

子发生氧化反应生成 -COOH 和水, 电极反应式为 -CHO  $-2e^- + 2OH^- =$  -COOH  $+ 2H_2O$ , 故 C 错

误;

D. 由得失电子数目守恒可知, 理论上, 当 0.2mol 糠醛完全反应时, 同时有 0.2mol 过氧化氢生成, 故 D 正确;  
故选 C。

15. C

【分析】由图可知, 有机物失去电子发生氧化反应生成二氧化碳, 则 M 为负极; 重铬酸根离子得到电子发生还原反应, 则 N 为正极;

【详解】A. 由分析可知, M 极为负极, 发生氧化反应; N 为正极, A 错误;

B. 电池工作时, 重铬酸根离子得到电子发生还原反应生成  $Cr^{3+}$ , 反应为  $Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ , N 极附近消耗氢离子, 溶液 pH 变大, B 错误;

C. 有机物失去电子发生氧化反应生成二氧化碳, M 极发生的电极反应为

$(C_6H_{10}O_5)_n - 24ne^- + 7nH_2O = 6nCO_2 \uparrow + 24nH^+$ , C 正确;

D. 根据电子守恒可知,  $4nCr_2O_7^{2-} \sim 24ne^- \sim (C_6H_{10}O_5)_n \sim 24nH^+$ , 则处理 0.1mol  $Cr_2O_7^{2-}$  时, 有 0.6mol  $H^+$  从交换膜左侧向右侧迁移, D 错误;

故选 C。

16. D

【分析】根据装置图可知, 左装置为化学电源装置, 右装置为电解池,  $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr(OH)_3$ , Cr 元素化合价由+6 价降低为+3 价, 化合价降低, 即 a 电极为正极, b 电极为负极, 根据电解原理, c 电极为阴极, d 电极为阳极, 据此分析;

【详解】A. 根据上述分析, a 电极为正极, 根据电荷守恒和原子守恒, 该电极反应式为  $Cr_2O_7^{2-} + 7H_2O + 6e^- = 2Cr(OH)_3 + 8OH^-$ , 故 A 说法正确;

B. 根据上述分析, d 电极为阳极, 羟基自由基具有极强氧化性, 能将苯酚氧化, 环境是酸性, 因此苯酚被氧化成二氧化碳, 即该区化学方程式为  $C_6H_5OH + 28 \cdot OH = 6CO_2 \uparrow + 17H_2O$ , 故 B 说法正确;

C. 电流方向是正电荷的移动, b 电极为正极, 因此电流由 b 电极经 III、II、I 室流向 a 极, 故 C 说法正确;

D. 苯酚被氧化成二氧化碳和水, 有  $C_6H_5OH \sim 28e^-$ , 每转移 28mole<sup>-</sup>, b 极、d 极各消耗 1mol 苯酚, 共消耗 2mol

苯酚，故 D 说法错误；

答案为 D。

17. D

【详解】A. 根据装置图中  $H^+$ 、 $OH^-$  移动方向可知，X 电极为电解池的阴极，Y 电极为阳极，阳极与电源正极相连，发生的反应为  $4OH^- - 4e^- = O_2\uparrow + 2H_2O$ ，故 A 正确；

B. 电解时，溶液中的阳离子向阴极移动，阴离子向阳极移动， $Na^+$  经过 M 离子交换膜移向左室，与 BP 双极膜中转移过来的  $OH^-$  结合生成 NaOH，所以 M 膜为阳离子交换膜，盐室中  $Cl^-$  经过 N 离子交换膜移向右室，与 BP 双极膜中转移过来的  $H^+$  结合生成 HCl，所以 N 膜为阴离子交换膜，故 B 正确；

C. “双极膜组”电渗析法电解食盐水可获得 NaOH 和 HCl，则该法可应用于从盐溶液(MX)制备相应的酸(HX)和碱(MOH)，故 C 正确；

D. 若去掉双极膜(BP)，则为电解食盐水装置，反应为  $2H_2O + 2Cl^- \xrightarrow{\text{电解}} Cl_2\uparrow + H_2\uparrow + 2OH^-$ ，电路中每转移 1mol 电子，生成 0.5mol 氢气和 0.5mol 氯气，两极共得到 1mol 气体，故 D 错误；

选 D。

18. C

【分析】电池的充放电总反应式为  $VO^{2+} + V^{3+} + H_2O \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} VO_2^+ + V^{2+} + 2H^+$ ，由图可知，放电时 A 极室  $VO_2^+$  转化为  $VO^{2+}$ ，得到电子，则 A 电极为正极，B 极室  $V^{2+}$  转化为  $V^{3+}$ ，失去电子，则 B 极为负极，故充电时 A 极为阳极，B 极为阴极。

【详解】A. 据分析可知，放电时电极 A 为正极，电极 B 为负极，则电极 A 的电势比 B 的高，A 正确；

B. 根据总反应可知，放电时正极的电极反应式为  $VO_2^+ + e^- + 2H^+ = VO^{2+} + H_2O$ ，B 正确；

C. 充电过程中，电能不会完全转化为化学能，则无法计算，C 错误；

D. 据分析可知，充电时电极 A 为阳极，电极 B 为阴极，则  $H^+$  由 A 极室通过质子交换膜向 B 极室迁移，D 正确；  
故选 C。

19. D

【详解】A. pH 计的工作原理是通过测定电池电动势 E(即玻璃电极和参比电极的电势差)来确定待测溶液的 pH，则 pH 计工作时，化学能转化为电能，A 正确；

B. 根据 pH 计的工作原理可知，玻璃电极玻璃膜内外  $c(H^+)$  的差异会引起电池电动势的变化从而使得其能确定溶液的 pH，B 正确；

C.  $pH = \frac{(E-K)}{0.059}$ ，若测得 pH=3 的标准溶液电池电动势 E 为 0.377V，则  $3 = \frac{(0.377-K)}{0.059}$ ，解得 K=0.2，C 正确；

D. 若玻璃电极电势比参比电极电势低，则玻璃电极为负极，失去电子发生氧化反应，反应为  $Ag(s) - e^- + Cl^- = AgCl(s)$ ，

D 不正确；

故选 D。

20. D

【分析】电化学题目重点在于电极的判断，浓差电池是一种利用电解质溶液浓度差产生电势差而形成的电池，则 Ag(I) 为负极，Ag(II) 正极。

【详解】A. 浓差电池中由于右侧  $\text{AgNO}_3$  浓度大，则 Ag(I) 为负极，Ag(II) 正极；电渗析法制备磷酸二氢钠，左室中的氢离子通过膜 a 进入中间室，中间室中的钠离子通过膜 b 进入右室，则电 a 为阳极，电极 b 为阴极；电极 a 应与 Ag(II) 相连，故 A 正确；

B. 左室中的氢离子通过膜 a 进入中间室，中间室中的钠离子通过膜 b 进入右室，膜 b 为阳离子交换膜，故 B 正确；

C. 阳极中的水失电子电解生成氧气和氢离子，氢离子通过膜 a 进入中间室，消耗水，硫酸的浓度增大；阴极水得电子电解生成氢气，中间室中的钠离子通过膜 b 进入右室 NaOH 的浓度增大，故 C 正确；

D. 电池从开始到停止放电时，则浓差电池两边  $\text{AgNO}_3$  浓度相等，所以正极析出 0.02mol 银，电路中转移 0.02 mol 电子，电渗析装置生成 0.01 mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ，质量为 1.2g，故 D 错误；

故选 D。

21. C

【详解】A. 惰性电极 2，Br<sup>-</sup> 被氧化为 Br<sub>2</sub>，惰性电极 2 为阳极，故 A 正确；

B.  $\text{WO}_4^{2-}/\text{WO}_5^{2-}$  循环反应，反应前后  $\text{WO}_4^{2-}/\text{WO}_5^{2-}$  数量不变，故 B 正确；

C. 总反应为氧气把二丁基-N-羟基胺氧化为硝酮，1mol 二丁基-N-羟基胺失去 2molH 原子生成 1mol 硝酮，氧气最终生成水，根据氧原子守恒，消耗 1mol 氧气，可得到 2mol 硝酮，故 C 错误；

D. 外电路通过 1mol 电子，生成 0.5mol  $\text{H}_2\text{O}_2$ ， $\text{H}_2\text{O}_2$  最终生成水，根据氧原子守恒，可得到 1mol 水，故 D 正确；

选 C。

22. C

【详解】A. 用惰性电极电解时，在直流电场作用下， $\text{CrO}_4^{2-}$  通过阴离子交换膜向阳极室移动，脱离浆液，从而使  $\text{CrO}_4^{2-}$  从浆液中分离出来，故 A 正确；

B. 阴极溶液为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液，通电后阴极  $\text{H}_2\text{O}$  得到电子生成  $\text{H}_2$ ，电极方程式为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，故 B 正确；

C. 由 A 可知， $\text{CrO}_4^{2-}$  通过阴离子交换膜向阳极室移动，阳极  $\text{H}_2\text{O}$  失去电子生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$ ， $\text{CrO}_4^{2-}$  和  $\text{H}^+$  发生反应  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，分离后含铬元素的粒子是  $\text{CrO}_4^{2-}$  和  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，故 C 错误；

D. 阳极溶液为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液，通电后阳极  $\text{H}_2\text{O}$  失去电子生成  $\text{O}_2$ ，电极方程式为： $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，当转移相同的电子时，阴阳两极产生气体体积之比为 2: 1，故 D 正确；

故选 C。

23. C

【分析】由图示反应流程可知，氯离子在 a 电极变为氯气，失电子化合价升高，发生氧化反应，所以电极 a 为阳极，氯气与水反应生成次氯酸，次氯酸与乙烯发生加成反应生成  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ；氢离子在 b 电极放电生成氢气，阳极室中的钾离子透过阳离子膜进入阴极室，与氢离子放电后剩余的氢氧根结合变为氢氧化钾， $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  与氢氧化钾反应生成环氧乙烷和氯化钾。

【详解】A. 由上述分析可知，电极 b 是阴极，与电源负极相连，A 错误；

B. 由上述分析可知，氯离子在电极 a 失电子发生反应，电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ （或  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}^+$ ），B 错误；

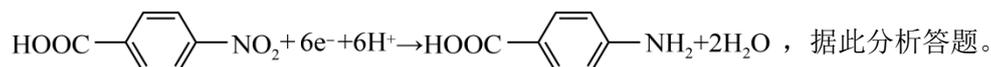
C. 由上述分析可知，该反应的总反应方程式为  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 + \text{H}_2$ ，C 正确；

D. 未注明气体所处的温度、压强，无法计算体积，D 错误；

故选 C。

24. A

【分析】由题干电解池装置图可知，金属阳极 DSA 发生  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ，阴极的主要电极反应式为



【详解】A. 失去的电子由金属阳极 DSA 经导线流入直流电源正极，电子不会进入溶液，A 错误；

B. 由分析可知，阳极发生反应  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ，B 正确；

C. 由分析知，阳极反应消耗阳极区的水，则反应结束后阳极区硫酸的浓度增大，pH 减小，C 正确；

D. 氧气逸出，氢离子跨过阳离子交换膜移向阴极，当转移  $4\text{mole}^-$  时，阳极电解质溶液减少  $2\text{mol}$  水，则转移  $2\text{mole}^-$  时，阳极电解质溶液减少  $1\text{mol}$  水，质量为  $18\text{g}$ ，D 正确；

故答案为：A。

25. C

【分析】分析可知，锌溴液流电池总反应为： $\text{Zn} + \text{Br}_2 = \text{ZnBr}_2$ ，其中 N 为正极，发生还原反应，电极反应方程式为  $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Br}^-$ ，M 为负极，发生氧化反应，电极反应方程式为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，正极放电生成的溴离子通过离子交

换膜进入左侧，充电过程中，发生反应  $\text{ZnBr}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{Zn} + \text{Br}_2$ ，据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，放电时，N 为正极，A 错误；

B. 由分析可知，放电时，溶液中有  $Zn^{2+}$  与  $Br^-$  生成，通过循环回路，左侧储液器中溴化锌的浓度增大，B 错误；

C. 中间沉积锌位置的作用为提供电解液，故其隔膜既可以允许阳离子通过，也允许阴离子通过，C 正确；

D. 放电时，M 为负极，充电时，M 及为阴极，发生还原反应，电极反应式为  $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$ ，D 错误；

故答案为：C。

26. D

【分析】由图可知，通入氢气的一极为阳极，阳极电极反应式为： $2C_2H_5O^- + H_2 - 2e^- = 2C_2H_5OH$ ，通入氮气的一极为阴极，阴极的电极反应式为： $N_2 + 6e^- + 4H^+ + 2Li^+ = 2LiNH_2$ 。

【详解】A. 阳极发生失电子的氧化反应，由图可知，阳极电极反应式为： $2C_2H_5O^- + H_2 - 2e^- = 2C_2H_5OH$ ，A 项正确；

B. 由图可知，阴极区氮气得电子，并结合锂离子先转化为  $LiNH_2$ ，后与  $C_2H_5OH$  反应生成了氨气，即生成氨的反应为  $LiNH_2 + C_2H_5OH = C_2H_5OLi + NH_3 \uparrow$ ，B 项正确；

C.  $LiNH_2$  和  $C_2H_5OH$  羟基中的 H 均来自电解液传导的氢离子，理论上，若电解液传导  $3mol H^+$ ，根据生成氨的反应： $LiNH_2 + C_2H_5OH = C_2H_5OLi + NH_3 \uparrow$  可知，最多生成  $1mol NH_3$ ，标准状况下为  $22.4L$ ，C 项正确；

D. 由电池总反应： $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$  可知，乙醇属于中间产物，乙醇浓度增大，电流效率无明显变化，D 项错误；

答案选 D。

27. B

【详解】A. 由修复过程示意图中反应前后元素化合价变化可知，反应①②③④均为化合价降低得电子的反应，所以均为还原反应，A 说法正确；

B. 三氯乙烯  $C_2HCl_3$  中 C 原子化合价为 +1 价，乙烯中 C 原子化合价为 -2 价，对应的 Fe 元素从 0 价变为 +2 价，则  $1mol$  三氯乙烯完全脱 Cl 时，即转化为  $1mol C_2H_4$  时，得到  $6mol$  电子，则消耗铁  $3mol$ ，B 说法错误；

C. 由示意图及 N 元素的化合价变化可写出如下转化  $NO_3^- + 8e^- = NH_4^+$ ，生成物中有  $NH_4^+$  生成，则应用  $H^+$  和  $H_2O$  来配平该反应，所以④的电极反应式为  $NO_3^- + 10H^+ + 8e^- = NH_4^+ + 3H_2O$ ，C 说法正确；

D. 由修复过程示意图可知，生成的二价铁、氧气与氢氧根离子反应，能生成  $Fe(OH)_3$ ，D 说法正确；

答案为 B。

28. B

【分析】由上图可知，放电时 Zn 失电子变为  $Zn^{2+}$ ，化合价升高，发生氧化反应，做负极，则 Cu 为正极，氧气

在正极参与反应，生成氢氧根；充电时， $Zn^{2+}$ 变为  $Zn$ ，化合价降低，发生还原反应，做阴极，则  $Cu$  为阳极，氢氧根放电，有氧气生成。

【详解】A. 由上述分析可知，放电时  $Zn$  为负极， $Cu$  为正极，正极电势高于负极，A 正确；

B. 由原电池工作原理可知，放电过程中，阴离子往负极移动，因此醋酸根应该往  $Zn$  电极移动，B 错误；

C. 由上述分析可知，充电时  $Cu$  做阳极，氢氧根参与放电，有氧气生成，电极反应式为  $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2 \uparrow$ ，C 正确；

D. 根据电子守恒可知，当电路中转移  $0.4mol$  电子时， $Zn$  电极有  $0.2mol$   $Zn$  生成， $Zn$  的摩尔质量为  $65g/mol$ ， $0.2mol$  的质量为  $13.0g$ ，D 正确；

故选 B。

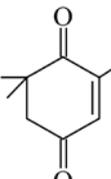
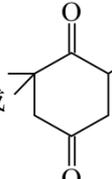
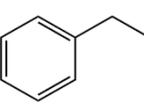
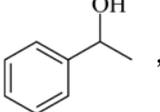
29. B

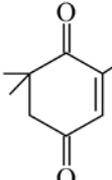
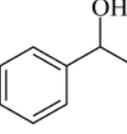
【分析】该结构是酶—光电化学电池，由电子移动的方向可知 ITO 电极为正极， $Mo: BiVO_4$  电极为负极， $FMN(H_2)$  在正极转化为  $FMN$ ， $H_2O$  在负极失去电子生成  $H_2O_2$  和  $H^+$ ，以此解答。

【详解】A. 该电池是光电化学电池，工作过程中实现了光能转化为化学能，故 A 正确；

B. 原电池结构中，阳离子向正极移动，则氢离子从  $Mo: BiVO_4$  电极向 ITO 电极移动，故 B 错误；

C. 由分析可知， $BiVO_4$  电极为负极， $H_2O$  在负极失去电子生成  $H_2O_2$  和  $H^+$ ，电极方程式为： $2H_2O - 2e^- = H_2O_2 + 2H^+$ ，故 C 正确；

D. 由图可知，正极  和  $H_2$  反应生成 ，负极  得到和  $H_2O_2$  反应生成 ，

而生成  $1mol H_2$  和  $1mol H_2O_2$  转移的电子数相等，则消耗  $1mol$   同时生成  $1mol$  ，故 D 正确；

故选 B。

30. C

【详解】A. ①过程中  $MnO$  晶胞中体心的  $Mn^{2+}$  失去，产生空位，该过程为  $MnO$  活化过程，根据化合物化合价为 0 可知  $Mn$  元素化合价一定发生变化，故 A 项错误；

B. 锌电池中  $Zn$  失去电子生成  $Zn^{2+}$ ， $Zn$  电极为负极材料，故 B 项错误；

C. ②过程中电池的  $MnO$  电极上嵌入  $Zn^{2+}$ ，说明体系中有额外的  $Zn^{2+}$  生成，因此表示放电过程，故 C 项正确；

D.  $Zn_x Mn_{0.61} \square_{0.39} O$  晶胞所含  $O^{2-}$  的个数为 4， $Zn^{2+}$  个数为  $2 \times \frac{1}{2} = 1$ ，因此  $O^{2-}$  与  $Zn^{2+}$  个数比为 4: 1，因此当过程

③中  $1\text{mol Zn}_x\text{Mn}_{0.61}\square_{0.39}\text{O}$  转化为  $1\text{mol Mn}_{0.61}\square_{0.39}\text{O}$  时, 转移电子的物质的量为  $\frac{1}{4} \times 2 = 0.5\text{mol}$ , 故 D 项错误;

综上所述, 叙述正确的是 C 项。

31. C

【详解】A. 根据信息电池充电时, 通过催化剂的选择性控制, 只有  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  发生氧化, 释放出  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$ , 因此充电时阳极发生的反应为  $2\text{Li}_2\text{CO}_3 - 4\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + 4\text{Li}^+ + \text{O}_2\uparrow$ , 故 A 错误;

B. Li 为负极, 电极 B 为正极, 因此图中  $\text{Li}^+$  的移动方向是放电时的移动方向, 故 B 错误;

C. 根据信息该电池放电时的正极反应为  $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Li}^+ = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ , 故 C 正确;

D. 根据放电正极电极反应式  $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{Li}^+ = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ , 充电阳极反应式  $2\text{Li}_2\text{CO}_3 - 4\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + 4\text{Li}^+ + \text{O}_2\uparrow$ , 因此该电池每放、充 4mol 电子一次, 理论上能固定 1mol  $\text{CO}_2$ , 故 D 错误;

故选: C。

32. D

【详解】A. 太阳光使水分解生成氢气和氧气, 后面的过程氢气和氧气反应生成水, 故氢气为中间产物, 氢气和二氧化碳反应生成甲醇, 后甲醇反应生成氢气和二氧化碳, 故甲醇也为中间产物, A 正确;

B. 过程中涉及光能变成电能, 电能变化学能, 化学能变成电能和热能, B 正确;

C. 反应②和③均存在碳氧键或氢氧键的断裂和形成, 碳氧键和氢氧键都为极性键, C 正确;

D. 若反应④的离子导体为 NaOH 溶液, 则正极为氧气反应, 不是氢气反应, D 错误;

故选 D。

33. C

【分析】放电时二氧化碳得到电子发生还原反应为正极, 正极电极反应式:  $3\text{CO}_2 + 4\text{Li}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ , 锂失去电子发生氧化反应为负极:  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ;

【详解】A. Li 是活泼金属, 能与水反应, 不能用水溶液作电解质, 可使用有机电解液, 故 A 正确;

B. 充电时, 原电池的负极与电源的负极相连作阴极, 原电池的正极与电源的正极相连作阳极, 阳离子向阴极移动, 故充电时,  $\text{Li}^+$  由正极向负极迁移, 故 B 正确;

C. 由正极反应历程可知, C 为最终产物,  $^*\text{LiCO}_2$ 、 $^*\text{CO}$ 、 $^*\text{LiC}_2\text{O}_3$  是中间产物, 共 3 种, 故 C 错误;

D. 由分析可知, 电极反应式正极:  $3\text{CO}_2 + 4\text{Li}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ , 故 D 正确;

故选 C。

34. A

【分析】一氧化氮得到电子发生还原反应, 则  $\text{MoS}_2$  电极为正极,  $\text{Zn} / \text{ZnO}$  电极为负极;

【详解】A.  $\text{Zn} / \text{ZnO}$  电极为负极,  $\text{MoS}_2$  电极为正极, 正极电势高于负极电势, 故 A 错误;

B. 负极锌失去电子生成氧化锌, 反应式为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ; 正极一氧化氮得到生成氮气, 反应式为

$\text{NO} + 5\text{e}^- + 5\text{H}^+ = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；双极膜中  $\text{OH}^-$  和  $\text{H}^+$  分别向负极、正极移动，补充消耗的阴、阳离子，两电极均有水生成，溶液体积变大，则  $\text{NaOH}$  溶液和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  浓度均变小，故 B 正确；

C.  $\text{Zn} / \text{ZnO}$  电极为负极，失电子发生氧化反应，电极反应式为  $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；

D. 正极的反应式为  $\text{NO} + 5\text{e}^- + 5\text{H}^+ = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，由反应式可知， $1\text{molNO}$  转化为  $1\text{molNH}_3$ ，转移  $5\text{mol}$  电子，整个电池系统质量会增大  $30\text{g} - 17\text{g} = 13\text{g}$ ，故当电路通过  $1\text{mole}^-$  时，理论上可以转化  $\text{NO}$  的物质的量为  $0.2\text{mol}$ ，整个电池系统质量会增大  $13 \times 0.2\text{g} = 2.6\text{g}$ ，故 D 正确；

故选 A。

35. C

【分析】Fe 电极失去电子，Fe 电极作阳极，电极反应式为  $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，阴极区发生的电极反应为  $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ；

【详解】A. 根据 Fe 电极失去电子，Fe 电极作阳极，电源 b 极为正极，A 错误；

B. 阴极区发生的电极反应为  $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，中间浓  $\text{NaOH}$  溶液通过阳离子交换膜进入左侧，致使  $\text{NaOH}$  溶液浓度增大， $a\% < b\%$ ，B 错误；

C. 阳极的电极反应式为  $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，C 正确；

D. 每产生  $1\text{molNa}_2\text{FeO}_4$  电路中转移了  $6\text{mole}^-$ ，阳极产生  $6\text{molOH}^-$ ，为了使电荷守恒，有  $6\text{molNa}^+$  通过左侧离子交换膜，D 错误；

故选：C。

36. C

【分析】由图可知，b 为阴极，水放电生成氢气和氢氧根离子，则 a 为阳极，水放电生成氧气和氢离子；双极膜释放出氢离子向阴极移动和  $\text{MoO}_4^{2-}$  反应生成  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$ ；

【详解】A. 由分析可知，a 为阳极，连接电源正极，A 正确；

B. 双极膜释放出氢离子向阴极移动和  $\text{MoO}_4^{2-}$  反应生成  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$ ，生成  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$  的反应为

$8\text{MoO}_4^{2-} + 12\text{H}^+ = \text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；

C. 电解一段时间后，b 极附近生成的氢氧根离子和左侧迁移过来的铵根离子生成一水合氨，氨水的浓度变大，C 错误；

D. 阴离子向阳极迁移，双极膜附近的  $\text{OH}^-$  移向左侧，D 正确；

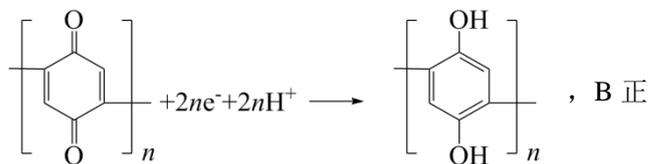
故选 C。

37. D

【分析】充电过程中，聚对苯二酚被氧化，a 为阳极，放电时为正极，b 电极充电时的阴极，放电时的负极；

【详解】A. 充电过程中，聚对苯二酚被氧化，a 为阳极，b 为阴极，所以放电时 b 为负极，发生氧化反应，A 正确；

B. 放电时，a 极为正极，发生还原反应，电极反应为：



确；

C. 充电时，阳离子向阴极移动，a 为阳极，b 为阴极，所以  $\text{H}^+$  由 a 极区向 b 极区迁移，C 正确；

D. 充电时，阴极发生还原反应生成  $\left[ \text{N}(\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}_2) \right]_n$ ，D 错误；

故选 D。

38. D

【详解】A. M 室中石墨电极为阳极，电解时阳极上水失电子生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$ ，电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，

M 室 pH 减小；N 室中石墨电极为阴极，电解时阴极上水得电子生成  $\text{H}_2$  和  $\text{OH}^-$ ，电极反应式为

$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，N 室 pH 增大，A 项错误；

B. 原料室中的  $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$  通过 b 膜进入产品室、 $\text{Na}^+$  通过 c 膜进入 N 室，M 室中氢离子通入 a 膜进入产品室，则 a 膜、c 膜为阳离子交换膜，b 膜为阴离子交换膜，B 项错误；

C. 产品室中发生的反应为  $[\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，理论上每生成  $1\text{mol H}_3\text{BO}_3$ ，M 室生成  $1\text{mol H}^+$ ，转移电子  $1\text{mol}$ ，N 室生成  $0.5\text{mol H}_2$ ，M 室生成  $0.25\text{mol O}_2$ ，两极室共产生标准状况下  $16.8\text{L}$  气体，C 项错误；

D.  $6.2\text{g H}_3\text{BO}_3$  的物质的量为  $\frac{6.2\text{g}}{62\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.1\text{mol}$ ，则消耗的电荷量为  $0.1\text{mol} \times 1 \times 96500\text{C}\cdot\text{mol}^{-1} = 9650\text{C}$ ，而电极上通过的总电荷量为  $3\text{A} \times 60 \times 60\text{s} = 10800\text{C}$ ，故  $\eta = \frac{9650}{10800} \times 100\% \approx 89\%$ ，D 项正确；

故选 D。

39. A

【详解】A. 由图可知，闭合  $\text{K}_1$  时，右侧的物质转化为  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{HCOOH}$ ，则右侧电极反应为

$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- = \text{HCOOH}$ ，故 A 正确；

B. 由 A 分析知, 闭合  $K_1$  时, 右侧电极反应为  $CO_2 + 2H^+ + 2e^- = HCOOH$ , 左侧电极反应为

$Zn + 4OH^- - 2e^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$ , 复合膜层间的  $H_2O$  解离成  $H^+$  和  $OH^-$ , 移动向两极的  $H^+$  和  $OH^-$  的物质的量相等, 两电极转移电子数相等, 则右侧消耗的氢离子少但生成的甲酸使酸性增强, 左侧消耗的氢氧根离子多, 故复合膜两侧溶液的 pH 左侧降低, 右侧降低, 故 B 错误;

C. 闭合  $K_2$  时, 该装置为电解池, 左侧为阴极, 右侧为阳极,  $OH^-$  从 Zn 电极流向复合膜, 故 C 错误;

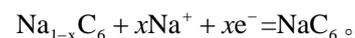
D. 没有标明为标准状况, 无法计算  $CO_2$  的体积, 故 D 错误;

故选 A。

40. C

【分析】放电时, 化学能转化为电能, 相当于原电池, 根据题干中的总反应可知, 放电时, 石墨烯纳米片为原电池的负极,  $NaC_6$  在负极失去电子发生氧化反应生成  $Na_{1-x}C_6$ , 电极反应式为  $NaC_6 - xe^- = Na_{1-x}C_6 + xNa^+$

( $0 \leq x \leq 0.55$ ); 充电时, 电能转化为化学能, 相当于电解池, 充电时, 石墨烯纳米电极与直流电源负极相连, 作电解池的阴极,  $Na_{1-x}C_6$  在  $Na^+$  作用下得到电子发生还原反应生成  $NaC_6$ , 电极反应式为



【详解】A. 放电时, 石墨烯纳米片为原电池的负极,  $NaC_6$  在负极失去电子发生氧化反应生成  $Na_{1-x}C_6$ , 电极反应式为  $NaC_6 - xe^- = Na_{1-x}C_6 + xNa^+$  ( $0 \leq x \leq 0.55$ ), A 正确;

B. 放电时, 石墨烯纳米片电极为负极,  $NaC_6$  在负极失去电子发生氧化反应生成  $Na^+$  和  $Na_{1-x}C_6$ ,  $Na^+$  从石墨烯纳米片中脱嵌, 经电解质嵌入过渡金属氧化物, B 正确;

C. 充电时, 石墨烯纳米电极与直流电源负极相连, 作电解池的阴极,  $Na_{1-x}C_6$  在  $Na^+$  作用下得到电子发生还原反应生成  $NaC_6$ , 电极反应式为  $Na_{1-x}C_6 + xNa^+ + xe^- = NaC_6$ , C 错误;

D. 充电时, 石墨烯纳米片电极与直流电源负极相连, 作电解池的阴极,  $Na_{1-x}C_6$  在  $Na^+$  作用下得到电子发生还原反应生成  $NaC_6$ , 电极反应式为  $Na_{1-x}C_6 + xNa^+ + xe^- = NaC_6$ , 由电极反应式可知, 外电路中每转移  $0.2 \text{ mol } e^-$ , 理论上石墨烯纳米片将增重  $0.2 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol} = 4.6 \text{ g}$ , D 正确;

故选 C。

41. B

【分析】三室膜电渗析分离硫酸锂并回收酸碱, 由图可知, 中间室离子向两侧迁移, 右侧得到氢氧化锂、左侧得到硫酸, 则右侧电极为阴极, 水放电发生还原反应生成氢气和氢氧根离子; 左侧电极为阳极, 水放电发生氧化反

应生成氧气和氢离子；

【详解】A. 由分析可知，左室有生成氢离子和迁移过来的硫酸根离子，硫酸浓度变大；右室有生成的氢氧根离子和迁移过来的锂离子，氢氧化锂浓度变大，A 错误；

B. 右侧电极水放电发生还原反应生成氢气和氢氧根离子，电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，B 正确；

C. 由分析可知，a 为生成的氧气、b 为生成的氢气，根据电子守恒可知，生成气体  $n(\text{a}):n(\text{b})=1:2$ ，C 错误；

D. 右侧离子交换膜可以让锂离子通过，为阳离子交换膜，D 错误；

故选 B。

42. B

【详解】A. 上述装置有外接电源，为电解池，将电能转化成化学能，A 正确；

B. 电极 d 上氯离子失去电子生成氯原子，发生氧化反应，B 错误；

C. 结合反应过程，

D. 根据题干信息，上述转化实现了 PVC 资源回收与利用，D 正确；

故选 B。

43. C

【分析】由总反应可知，放电时，含有锌膜的碳纳米管纤维为原电池的负极，含有二氧化锰膜的碳纳米管纤维为正极，充电时，与直流电源负极相连的含有锌膜的碳纳米管纤维为电解池的阴极，与直流电源正极相连的含有二氧化锰膜的碳纳米管纤维为阳极。

【详解】A. 由分析可知，放电时，含有锌膜的碳纳米管纤维为原电池的负极，电极反应式为  $\frac{1}{2}\text{Zn}+\frac{x}{6}\text{H}_2\text{O}+\frac{1}{6}$

$\text{ZnSO}_4+\text{OH}^--\text{e}^-=\frac{1}{6}[\text{ZnSO}_4\cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2\cdot x\text{H}_2\text{O}]$ ，故 A 正确；

B. 由分析可知，充电时，与直流电源正极相连的含有二氧化锰膜的碳纳米管纤维为阳极，故 B 正确；

C. 由结构片段可知，一定条件下  $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$  发生加聚反应生成有机高聚物分子，故 C 错误；

D. 由结构片段可知，有机高聚物中含有氢键，通过氢键的缔合作用能增强了高聚物的稳定性，故 D 正确；

故选 C。

44. B

【分析】放电时，b 电极是负极，负极反应式为  $\text{Zn}-2\text{e}^-=\text{Zn}^{2+}$ ，a 电极是正极，正极反应式为  $\text{I}_2\text{Br}^-+2\text{e}^-=2\text{I}^-+\text{Br}^-$ ，充电时，阳极反应式为  $\text{Br}^-+2\text{I}^- - 2\text{e}^-=\text{I}_2\text{Br}^-$ ，阴极反应式为  $\text{Zn}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Zn}$ ，只有阳离子能穿过交换膜，阴离子不能穿过交换膜。

【详解】A. 由分析可知，放电时，a 电极为正极， $I_2Br^-$  得电子，发生还原反应，正极反应式为  $I_2Br^- + 2e^- = 2I^- + Br^-$ ，故 A 正确；

B. 由分析可知，放电时，b 电极是负极，故 B 错误；

C. 充电时，a 是阳极，应与外电源的正极相连，故 C 正确；

D. 充电时，b 电极反应式为  $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$ ，转移 0.02mol 电子，则生成锌 0.01mol，增加 0.65g，故 D 正确；  
故选 B。

45. C

【详解】A. 该装置负极反应： $K-e^- = K^+$ ，正极反应式为  $O_2 + e^- + K^+ = KO_2$ ，A 正确；

B.  $K^+$  从左侧运动到右侧与氧气结合生成超氧化钾，所以隔膜为阳离子交换膜，允许  $K^+$  通过，不允许  $O_2$  通过，  
B 正确；

C. 电解 1.8g 水需要转移 0.2 摩尔电子，而消耗 3.9g 钾转移 0.1 摩尔电子，C 错误；

D. 充电过程电能转化为化学能，a 电极生成 K 发生还原反应，D 正确；

故选 C。

46. D

【详解】A. LiAl 为活泼金属的合金，作负极， $FeS_2$  作正极，电流由正极向负极移动，即  $FeS_2$  极 → 用电器 → LiAl 极，故 A 正确；

B. 该装置为高温熔融盐“热电池”，要求正极材料在高温条件下不易分解，且不易与其他物质反应，能稳定存在，  
故 B 正确；

C. 放电时，1mol  $FeS_2$  完全反应转移 4mol 电子，所以正极的电极方程式为： $FeS_2 + 4Li^+ + 4e^- = Fe + 2Li_2S$ ，故  
C 正确；

D. 1mol  $Li_{0.9}Al$  转化为  $Li_{0.08}Al$ ，转移电子  $(0.9-0.08)mol = 0.82mol$ ，1mol  $FeS_2$  完全反应转移 4mol 电子，根据电  
子守恒，消耗 0.205mol  $FeS_2$ ，则  $FeS_2$  消耗质量 24.6g，故 D 错误；

故选：D。

47. A

【详解】A.  $Li_2CO_3$  和  $MnO_2$  按物质的量比 1:2 反应合成  $LiMn_2O_4$ ，Mn 元素化合价降低，根据得失电子守恒，氧  
元素化合价升高，可能有  $O_2$  产生，故 A 正确；

B. 放电时，锂离子向正极移动，正极的电极反应式为  $Li_{(1-x)}Mn_2O_4 + xLi^+ + xe^- = LiMn_2O_4$ ，故 B 错误；

C. 放电时 AC 作负极，充电时 AC 极应与电源负极相连，故 C 错误；

D. 放电时，需要  $Li^+$  参与正极反应，所以不能用  $Na_2SO_4$  代替  $Li_2SO_4$  作电解液，故 D 错误；

选 A。

48. B

【分析】由图可知，该装置为电解池，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，电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ，I室中阳离子电荷数大于阴离子电荷数，放电生成的氢离子通过阳离子交换膜由I室向II室移动，钴电极为阴极，钴离子在阴极得到电子发生还原反应生成钴，电极反应式为  $\text{Co}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Co}$ ，III室中阴离子电荷数大于阳离子电荷数，氯离子过阴离子交换膜由III室向II室移动，电解的总反应的离子方程式为  $2\text{Co}^{2+}+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}2\text{Co}+\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ 。

【详解】A. 由分析可知，石墨电极为阳极，钴电极为阴极，阳极电势高于阴极，则 Co 电极的电势小于石墨电极的电势，故 A 正确；

B. III室的电极反应式为  $\text{Co}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Co}$ ，外电路每通过 1mol 电子，消耗 0.5mol  $\text{Co}^{2+}$ ，理论上减少  $m=n\cdot M=0.5\text{mol}\times 59\text{g/mol}=29.5\text{g}$ ，氯离子过阴离子交换膜由III室向II室移动，则III室溶液质量大于 29.5g，故 B 错误；

C. 若移除阳离子交换膜，氯离子的放电能力强于水，氯离子会在阳极失去电子发生氧化反应生成氯气，则移除阳离子交换膜，石墨电极的电极反应会发生变化，故 C 正确；

D. 由分析可知，电解的总反应的离子方程式为  $2\text{Co}^{2+}+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}2\text{Co}+\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ，故 D 正确；

故选 B。

49. C

【分析】从图中可以看出，光伏并网发电装置中，a 电极连接 N 型半导体，则其为负极，b 电极连接 P 型半导体，则其为正极；电解装置中，a 极为阴极，b 极为阳极。从电解池 a 极区溶液中四甲基氢氧化铵  $[(\text{CH}_3)_4\text{NOH}]$  浓度增大，也可推出  $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$  透过 c 膜向 a 电极移动，则 a 电极为阴极，c 膜为阳膜； $\text{Cl}^-$  透过 d 膜向右侧移动，则 d 膜为阴膜； $\text{Na}^+$  透过 e 膜向左侧移动，则 e 膜为阳膜。

【详解】A. 由分析可知，光伏并网发电装置中，N 型半导体为负极，A 不正确；

B. 由分析可知，c、e 为阳离子交换膜，d 为阴离子交换膜，B 不正确；

C. a 为阴极， $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$  得电子产物与电解质作用，生成  $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$  和  $\text{H}_2$ ，电极反应式为

$2(\text{CH}_3)_4\text{N}^++2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2(\text{CH}_3)_4\text{NOH}+\text{H}_2\uparrow$ ，C 正确；

D. 182g 四甲基氢氧化铵的物质的量为  $\frac{182\text{g}}{91\text{g/mol}}=2\text{mol}$ ，则 a 极生成 1mol  $\text{H}_2$ ，b 极生成 0.5mol  $\text{O}_2$ ，两极共产生 1.5mol

气体，但由于温度、压强未知，所以无法求出生成气体的体积，D 不正确；

故选 C。

50. C

【分析】由图可知，该装置目的为制备氧气和氢气，中间的电解池为反应器 I、II 提供反应原料，电极 a 处  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

变为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ，铁的化合价升，则电极 a 为阳极，电极 b 为阴极，反应器 I 中铁的化合价降低做氧化剂，因此反应器 I 中产生的气体 M 为氧气，反应器 II 中产生的气体 N 为氢气，两种参与电极反应的物质循环使用，并不消耗，总反应为电解水的反应。据此解答该题。

【详解】A. 由上述分析可知，电极 b 为阴极，发生还原反应，电极反应为  $\text{DHPS} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{DHPS} - 2\text{H} + 2\text{OH}^-$ ，A 正确；

B. 由上述分析可知，电极 a 为阳极，发生氧化反应，消耗氢氧根，电极 b 为阴极，发生还原反应，生成氢氧根，为维持碱溶液的浓度，保持电池的持续工作，隔膜应为阴离子交换膜，氢氧根由右室往左室移动，B 正确；

C. 由图可知，装置中的反应皆在碱性环境中发生，故不可能有氢离子的生成，正确的反应方程式为



D. 由上述分析可知，气体 N 为氢气，该反应整体为电解水的反应，D 正确；

故选 C。

51. A

【详解】A. 根据实验现象可知，实验 I 中铁钉被空气中氧气氧化，随机出现极少量红色和蓝色区域， $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  会生成蓝色沉淀， $\text{OH}^-$  在酚酞作用下会使溶液变红，故反应过程中溶液存在  $\text{OH}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ ，最后有少量红棕色铁锈生成，发生了吸氧腐蚀，但是不能说明  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  与 Fe 反应生成了  $\text{Fe}^{2+}$ ，A 项错误；

B. 实验 II 中形成了以铁为正极，锌为负极的原电池，锌片发生氧化反应，故 II 中铁的腐蚀速率降低，B 项正确；

C. 实验 II 中，溶液酸性较弱，且由铁钉周边出现红色区域可知，正极的电极反应式： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ，

C 项正确；

D. 若将 Zn 片换成 Cu 片，则实验 II 中，铁为负极，电极反应式为  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，铁钉周边会出现蓝色；铜为正极，根据 C 选项正极电极反应式可知，有  $\text{OH}^-$  生成，铜片周边会出现红色，D 项正确；

答案选 A。

52. D

【详解】A. 装置工作时，左边细菌所在电极作阳极，发生反应  $\text{CH}_3\text{COO}^- - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$ ，产生的  $\text{H}^+$  通过阳膜进入阴极，故甲室溶液 pH 逐渐减小，A 错误；

B. 装置工作时，左边细菌所在电极作负极，发生反应  $\text{CH}_3\text{COO}^- - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$ ，产生的  $\text{H}^+$  通过阳膜进入正极区参与反应，转移 8 mol 电子时，产生 7 mol  $\text{H}^+$ ，正极消耗 32 mol  $\text{H}^+$ ，故乙室的  $\text{H}^+$  浓度仍是减小的，故装置工作一段时间后，需要补充盐酸，B 错误；

C. 由题意知将  $\text{LiCoO}_2(\text{s})$  转化为  $\text{Co}^{2+}$ ，Co 的化合价降低，作正极，结合溶液显酸性，则电极反应式为



D. 作阴极, 发生反应  $\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Co}$ , 若  $\text{Co}^{2+}$  减少 200 mg (约为 0.0034 mol), 则转移电子约为 0.0068 mol, 乙室增加 300 mg (约为 0.0051 mol)  $\text{Co}^{2+}$ , 转移电子约为 0.0051 mol, 二者转移电子的物质的量不相等, 说明此时已进行过溶液转, D 正确;

故答案选 D。

53. B

【详解】A. 放电时,  $\text{C}_n\text{PF}_6$  电极为正极, Al-Li 合金电极为负极, 负极的电极反应方程式为  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ , A 项错误;

B. 放电时, 在内电路, 电流由负极(Al-Li 合金)流向正极( $\text{C}_n\text{PF}_6$ ), B 项正确;

C. 充电时, 导线中流过  $2\text{mol e}^-$ , 理论上阴极生成 2 mol Li 单质, 质量增加 14 g, C 项错误;

D. 放电时,  $\text{C}_n\text{PF}_6$  电极为正极, 充电时,  $\text{C}_n\text{PF}_6$  电极为阳极, 所以  $\text{C}_n\text{PF}_6$  电极上的电势高于 Al-Li 合金电极上的电势, D 项错误;

故选: B。

54. D

【分析】由图可知, a 膜是释放出氢离子的阳离子交换膜, b 膜是释放出氢氧根离子的阴离子交换膜, 放电时, 锌电极为原电池的负极, 释放出的氢氧根离子向负极移动, 碱性条件下锌在负极失去电子发生氧化反应生成四羟基合锌离子, 电极反应式为  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ , 多孔 Pd 纳米片为正极, 释放出的氢离子向正极移动, 酸性条件下二氧化碳在正极得到电子发生还原反应生成甲酸, 电极反应式为  $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$ , 充电时, 与直流电源负极相连的锌电极为阴极, 四羟基合锌离子在阴极得到电子发生还原反应生成锌和氢氧根离子, 电极反应式为  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ , 释放出的氢离子向正极移动中和溶液中的氢氧根离子, 多孔 Pd 纳米片为阳极, 释放出的氢氧根离子向阳极移动, 碱性条件下甲酸在阳极失去电子发生氧化反应生成二氧化碳和水, 电极反应式为  $\text{HCOOH} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】A. 由分析可知, a 膜是释放出氢离子的阳离子交换膜, b 膜是释放出氢氧根离子的阴离子交换膜, 故 A 错误;

B. 由分析可知, 充电时, 锌电极为阴极, 四羟基合锌离子在阴极得到电子发生还原反应生成锌和氢氧根离子, 电极反应式为  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ , 释放出的氢离子向正极移动中和溶液中的氢氧根离子, 故 B 错误;

C. 由分析可知, 放电时, 多孔 Pd 纳米片为正极, 酸性条件下二氧化碳在正极得到电子发生还原反应生成甲酸, 电极反应式为  $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$ , 甲酸在氯化钠溶液中电离出氢离子使电极附近溶液 pH 减小, 故 C 错误;

D. 由分析可知, 放电时, 多孔 Pd 纳米片为正极, 酸性条件下二氧化碳在正极得到电子发生还原反应生成甲酸, 电极反应式为  $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$ , 复合膜层间有 1 mol 水解离时, 外电路转移 1 mol 电子, 则正极增加的质

量为 $(1\text{mol}\times 44\text{g/mol}\times \frac{1}{2}+1\text{mol}\times 1\text{g/mol})=23\text{g}$ ，故 D 正确；

故选 D。

55. A

【分析】由图可知，A 极氧气得到电子发生还原生成水，为正极， $\text{O}_2+4\text{e}^-+4\text{H}^+=2\text{H}_2\text{O}$ ；B 电极  $\text{HS}^-$  失去电子发生氧化反应生成硫单质，为负极， $\text{HS}^- - 2\text{e}^- = \text{S}\downarrow + \text{H}^+$ ；

【详解】A. 由分析可知，负极反应为  $\text{HS}^- - 2\text{e}^- = \text{S}\downarrow + \text{H}^+$ ，A 错误；

B. 工作时 B 电极附近生成氢离子，酸性增强，溶液 pH 减小，B 正确；

C. 海水和海泥含有电解质，导电性高，有利于形成闭合电路输出电能，C 正确；

D. A 电极反应为  $\text{O}_2+4\text{e}^-+4\text{H}^+=2\text{H}_2\text{O}$ ，消耗标况下  $\text{O}_2$  5.6L，为 0.25mol 氧气，根据电子守恒可知，有 1mol 质子通过海底沉积层和海水层交接面，D 正确；

故选 A。

56. C

【分析】由图可知，放电时，锌为原电池负极，碱性条件下失去电子发生氧化反应生成四羟基合锌离子，电极反应式为  $\text{Zn}-2\text{e}^-+4\text{OH}^-=\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ，右侧电极为正极，酸性条件下二氧化碳在正极得到电子发生还原反应生成甲酸，电极反应式为  $\text{CO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}^+=\text{HCOOH}$ ；充电时，锌与直流电源的负极相连，做电解池的阴极，电极反应式为  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}+2\text{e}^-=\text{Zn}+4\text{OH}^-$ ，右侧电极为阳极，水在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气和氢离子，电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ，则电解质溶液 1 是碱性溶液、电解质溶液 2 是酸性溶液。

【详解】A. 由分析可知电解质溶液 2 是酸性溶液，A 错误；

B. 充电时阴极反应式为  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}+2\text{e}^-=\text{Zn}+4\text{OH}^-$ ，阳极反应式为  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ，则电池总反应式为  $2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Zn}+4\text{OH}^-+\text{O}_2\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ 。

$n(\text{O}_2)=\frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}}=0.5\text{mol}$ ，生成 1mol  $\text{O}_2$  时生成 2mol Zn，则生成 0.5mol  $\text{O}_2$ ，

生成  $n(\text{Zn})=\frac{0.5\text{mol}}{1\text{mol}}\times 2\text{mol}=1\text{mol}$ ， $m(\text{Zn})=1\text{mol}\times 65\text{g/mol}=65\text{g}$ ，则阴极上生成 65g Zn，B 错误；

C. 放电时，正极反应式为  $\text{CO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}^+=\text{HCOOH}$ ，则 1mol  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{HCOOH}$  转移电子的物质的量为 2mol，转移电子数为  $2N_A$ ，C 正确；

D. 放电时，负极反应式为  $\text{Zn}-2\text{e}^-+4\text{OH}^-=\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 、正极反应式为  $\text{CO}_2+2\text{e}^-+2\text{H}^+=\text{HCOOH}$ ，则电池总反应式为  $\text{Zn}+\text{CO}_2+2\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}=\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}+\text{HCOOH}$ ，D 错误；

故选 C。

57. C

【详解】A.  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  是一种常用的正极材料, 则充电时,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  为阳极,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  电极发生电极反应  $\text{LiMn}_2\text{O}_4 - x\text{e}^- = \text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4 + x\text{Li}^+$ , 故 A 正确;

B. 放电时,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  电极为正极, 电势高于负极电势, 充电放电时,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  电极为阳极, 电势高于阴极的电势, 故 B 正确;

C. 根据 A 的结构分析小黑球有  $1 + \frac{1}{8} \times 4 = 1.5$  个, 氧离子有 4 个, B 的结构分析小黑球有  $\frac{1}{8} \times 4 = 0.5$ , 氧离子有 4 个, 三角形有 4 个, 整个晶胞中小黑球有  $4 \times 1.5 + 4 \times 0.5 = 8$ , 氧离子有 32 个, 三角形有 16 个, 它们之比  $8:16:32 = 1:2:4$ , 因此整个晶胞中“●”表示的微粒是 Li, 故 C 错误;

D. 根据  $\text{LiMn}_2\text{O}_4 - x\text{e}^- = \text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4 + x\text{Li}^+$ , 每个晶胞的组成为  $\text{Li}_8\text{Mn}_{16}\text{O}_{32}$ , 所以每个  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  晶胞转化为  $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4$  时转移  $8x$  个电子, 故 D 正确。

综上所述, 答案为 C。

#### 58. B

【分析】由图可知, 左侧石墨电极为电解池的阳极, 一水合氨在阳极失去电子发生氧化反应生成铵根离子、氧气和水, 碱室中碳酸氢根离子通过阴膜加入阳极室, 双极膜中间层中的氢氧根离子进入碱室、氢离子加入产品室, 产品室中氢离子与溶液中铵根离子、钨酸根离子反应生成偏钨酸铵, 过量的铵根离子通过阳膜进入阴极室, 右侧电极为阴极, 水在阴极得到电子发生还原反应生成氢气和氢氧根离子, 铵根离子与氢氧根离子反应生成一水合氨。

【详解】A. 由分析可知, a 膜为阳离子交换膜, 故 A 错误;

B. 由分析可知, 左侧石墨电极为电解池的阳极, 一水合氨在阳极失去电子发生氧化反应生成铵根离子、氧气和水, 电极反应式为  $4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , 故 B 正确;

C. 由分析可知, 双极膜中间层中的氢氧根离子进入碱室、氢离子加入产品室, 故 C 错误;

D. 当电路中通过  $0.1\text{mol}$  电子时, 双极膜中有  $0.1\text{mol}$  氢氧根离子进入碱室, 则双极膜中解离水的质量为  $0.1\text{mol} \times 18\text{g/mol} = 1.8\text{g}$ , 故 D 错误;

故选 B。

#### 59. C

【分析】氯化银的溶解度大于碘化银, 氯化银悬浊液中银离子浓度大于碘化银悬浊液中银离子浓度, 由实验现象可知, I 中氯离子和水分子均可能在阳极失去电子发生氧化反应生成氯气和氧气, 银离子在阴极放电生成银, II 中水分子在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气, 水分子在阴极得到电子发生还原反应生成氢气和氢氧根离子, 少量银离子在阴极放电生成银。

【详解】A. 由分析可知, I 中氯离子和水分子均可能在阳极失去电子发生氧化反应生成氯气和氧气, II 中水分子在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气, 则 I 中阳极气体可能为氯气和氧气, II 中阳极气体为氧气, 故 A 正确;

B. 由分析可知, I 和 II 中阴极生成气体都为水分子在阴极得到电子发生还原反应生成氢气和氢氧根离子, 电极

反应式为  $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=\text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ ，故 B 正确；

C. 由分析可知，II 中水分子在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气，电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ ，反应生成的氧气将碘离子氧化为碘使 II 中液体变为棕黄色，故 C 错误；

D. 由分析可知，氯化银的溶解度大于碘化银，氯化银悬浊液中银离子浓度大于碘化银悬浊液中银离子浓度，所以 I 中银离子在阴极放电生成银，II 中少量银离子在阴极放电生成银，故 D 正确；

故选 C。

60. C

【分析】由电子移动方向可知，电极 Y 为正极，电极方程式为： $\text{Pb}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Pb}$ ，电极 X 为负极电极方程式为： $\text{Li}-\text{e}^-=\text{Li}^+$ ，以此解答。

【详解】A. 放电时电极 Y 为正极，故 A 正确；

B. 电极 X 为负极电极方程式为： $\text{Li}-\text{e}^-=\text{Li}^+$ ，则充电时阴极反应式为  $\text{Li}^++\text{e}^-=\text{Li}$ ，故 B 正确；

C. 放电时外电路转移 2mol 电子时，电极 Y 处发生电极反应  $\text{Pb}^{2+}+2\text{e}^-=\text{Pb}$ ，生成 1mol Pb，同时电子又通过法拉第选择性膜中的电子通道进入含有  $\text{PbCl}_2$  和  $\text{LiCl}$  的熔融电解质， $\text{Pb}^{2+}$  得到电子生成 Pb，则得到 Pb 的总物质的量大于 1mol，故 C 错误；

D. 法拉第选择性膜，该膜既有电子通道，又有离子通道( $\text{Pb}^{2+}$  除外)， $\text{Pb}^{2+}$  不能通过膜，法拉第选择性膜避免了  $\text{Pb}^{2+}$  直接接触 Li 而导致充放电性能下降，故 D 正确；

故选 C。

61. C

【详解】A. 放电时，Cd 失电子做负极，化合价升高发生氧化反应，A 错误；

B. 质子交换膜只允许氢离子通过， $\text{Cd}^{2+}$  不能通过质子交换膜，B 错误；

C. 加入溴离子后经多次充放电，正极可能发生  $\text{Mn}^{3+}$  正极放电、自身歧化的还原反应，可能发生溴离子还原二氧化锰的反应，生成的溴单质也可能发生还原反应，C 正确；

D. 由转移电子守恒可知，若无其他反应的干扰，充电时二者比例为 2:1，但是由于溴离子等的干扰，则二者比例不一定为 2:1，D 错误；

故选 C。

62. C

【详解】A. 充电时是电解池，阳离子向阴极移动， $\text{Li}^+$  通过隔膜向阴极迁移，A 错误；

B. 图 2(b) 晶胞中锂原子数  $8\times\frac{1}{8}+3\times\frac{1}{2}+3\times\frac{1}{4}=3.25$ ， $\text{FePO}_4$  数为 4，则  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  的化学式为  $\text{Li}_{0.8125}\text{FePO}_4$ ，解得  $x=0.1875$ ，B 错误；

C. 充电时，阴极反应为  $\text{Li}^++\text{e}^-=\text{Li}$ ，每有 0.5mol 电子通过电路，阴极生成 0.5mol 锂，质量为 3.5g，C 正确；

D. 放电时,  $\text{FePO}_4$  得电子与  $\text{Li}^+$  反应生成  $\text{LiFePO}_4$ , 正极的电极反应方程式为:  $\text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{LiFePO}_4$ , D 错误;  
故答案为: C。

63. C

【分析】从图中可以看出, 放电时, M 极  $\text{TiO}^{2+} \rightarrow \text{Ti}^{3+}$ , Ti 由+4 价降低为+3 价, 则 M 极为正极, N 极  $\text{Br}^- \rightarrow \text{BrCl}_2^-$ , Br 元素由-1 价升高到+1 价, 则 N 极为负极。

【详解】A. 由分析可知, 放电时, M 为正极, A 正确;

B. 放电时, N 极为负极,  $\text{Br}^-$  失电子产物与电解质反应生成  $\text{BrCl}_2^-$ , 发生的电极反应为  $\text{Br}^- + 2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{BrCl}_2^-$ , B 正确;

C. 充电时, M 极为阳极, 发生反应  $\text{Ti}^{3+} - \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+$ , 依据电荷守恒, 每生成  $1\text{mol TiO}^{2+}$ , 有  $1\text{mol H}^+$  穿过质子交换膜进入 N 极室, C 不正确;

D. 由图中信息可知, 充电时,  $\text{Ti}^{3+}$  与  $\text{BrCl}_2^-$  反应生成  $\text{TiO}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{Cl}^-$  等, 总反应为  $2\text{Ti}^{3+} + \text{BrCl}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{TiO}^{2+} + \text{Br}^- + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+$ , D 正确;

故选 C。

64. D

【详解】A. 由总反应可知, 放电时, Zn 为负极, 发生氧化反应, 故 A 错误;

B. 由总反应可知,  $6\text{mol BiOI}$  反应时生成  $2\text{mol Bi}$ , 转移  $6\text{mol}$  电子,  $1\text{mol BiOI}$  参与反应, 转移  $1\text{mol e}^-$ , 故 B 错误;

C. 充电时, Zn 电极作阴极, BiOI 极作阳极, 溶液中阳离子向阴极移动, 则  $\text{Zn}^{2+}$  通过阳离子交换膜从 BiOI 极移向 Zn 极, 故 C 错误;

D. 充电时的总反应为:  $2\text{Bi} + 2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{ZnI}_2 = 3\text{Zn} + 6\text{BiOI}$ , 阳极发生反应:  $\text{Bi} + \text{Bi}_2\text{O}_3 + 3\text{I}^- - 3\text{e}^- = 3\text{BiOI}$ , 故 D 正确;

故选: D。

65. B

【分析】由图可知, 除  $\text{NH}_4^+$  时, 阴极是  $\text{H}_2\text{O}$  放电, 阳极是  $\text{Cl}^-$  放电; 除  $\text{PO}_4^{3-}$  时, 铁就作阳极, 铁失电子生成亚铁离子, 与磷酸根产生沉淀, 阴极为石墨, 氢离子得电子生成氢气。

【详解】A. 0-20min, 若 a 作负极, 石墨就作阳极, 阳极  $\text{Cl}^-$  放电生成  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  和水反应生成  $\text{HCl}$  和  $\text{HClO}$ , 溶液酸性增强, pH 降低, 与图像相符, 故 A 正确;

B. 除  $\text{NH}_4^+$  时, 阳极是  $\text{Cl}^-$  放电, 故 B 错误;

C. 除  $\text{NH}_4^+$  时, 阴极是  $\text{H}_2\text{O}$  放电, 局部产生大量  $\text{OH}^-$ , 阴极附近的 pH 增大, 故 C 正确;

D. 除  $\text{PO}_4^{3-}$  时, 铁就作阳极, 铁失电子生成亚铁离子, 与磷酸根产生沉淀, 阴极为石墨, 氢离子得电子生成氢气, 总离子反应式为:  $3\text{Fe} + 6\text{H}^+ + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$ , 故 D 正确;

故选 B。

66. D

【分析】由图可知, Zn 失去电子生成  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ , 则 Zn 极为负极, 电极方程式为:  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ , 惰性电极为正极,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  得到电子生成  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , 电极方程式为:  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- = \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , 以此解答。

【详解】A. 由分析可知, Zn 极为负极, 电极方程式为:  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ , 则左侧池中  $\text{OH}^-$  通过 PBI 膜进入右侧池, 左侧池中  $\text{OH}^-$  浓度降低, 酸性增强, pH 逐渐减小, 故 A 正确;

B. 由分析可知, 负极电极方程式为:  $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ , 正极电极方程式为:  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- = \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , 则总反应为  $2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{Zn} + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , 故 B 正确;

C. 充电过程中, 阴极  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  转化为 Zn, 电极方程式为:  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ , 故 C 正确;

D. 充电过程中, 当 2 mol  $\text{OH}^-$  通过 PBI 膜时, 导线中通过 2 mol  $\text{e}^-$ , 故 D 错误;

故选 D。

67. B

【分析】由图可知,  $\text{O}_2$  在电极 B 得电子生成  $\text{H}_2\text{O}$ , 则电极 B 为正极, 电极方程式为:  $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ , 电极 A 为负极, 电极方程式为:  $\text{X} - 2\text{e}^- = \text{Y} + 2\text{H}^+$ , 以此解答。

【详解】A. 由题中信息可知该装置为原电池, A 为负极, B 为正极, 电子由负极流出沿导线流入正极, 所以电子流向: 电极 A → 负载 → 电极 B, A 错误;

B. 葡萄糖分子式  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , 反应后生成  $\text{CO}_2$ , C 元素由 0 价升高到 +4 价, 处理 0.25 mol 有机物, 电路中转移电子  $0.25\text{mol} \times 4 \times 6 = 6\text{mol}$ , B 正确;

C. 由分析可知, 电极 A 上的反应式为:  $\text{X} - 2\text{e}^- = \text{Y} + 2\text{H}^+$ , C 错误;

D. 未说明氧气是否处于标准状况, 无法计算 22.4L 氧气的物质的量, D 错误;

故选 B。

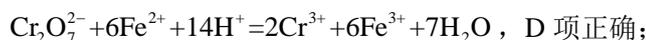
68. C

【详解】A. 标准电极电势越高, 其中氧化剂的氧化性越强, 氧化性  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ , A 项正确;

B.  $\text{Sn}^{4+}$  的氧化性弱于  $\text{I}_2$ , 不能氧化  $\text{I}^-$  得到  $\text{I}_2$ , 因此溶液不变蓝, B 项正确;

C.  $I^-$  的还原性大于  $Fe^{2+}$ ，当加入少量溴水时，溴水先氧化  $I^-$ ，溴水量不足  $Fe^{2+}$  不能被氧化为  $Fe^{3+}$ ，则滴加 KSCN 溶液不一定变红，C 项错误；

D.  $K_2Cr_2O_7$  溶液与  $FeCl_2$  溶液反应， $Cr_2O_7^{2-}$  具有氧化性， $Fe^{2+}$  具有还原性，则离子方程式为



答案选 C。

69. B

【分析】由装置图可知，放电时为原电池，铝是活泼的金属，铝作负极，被氧化生成  $Al_2Cl_7^-$ ，电极反应式为  $Al + 7AlCl_4^- - 3e^- = 4Al_2Cl_7^-$ ，石墨为正极，电极反应式为  $C_nAlCl_4 + e^- = C_n + AlCl_4^-$ ；充电时为电解池，石墨为阳极，Al 为阴极，阴、阳极反应与原电池负、正极反应相反，据此分析判断。

【详解】A. 放电时，活泼金属是负极，故铝为负极，石墨为正极，A 正确；

B. 放电时阳离子向正极移动，故有机阳离子向石墨电极方向移动，B 错误；

C. 充电时为电解池，阳极反应与原电池的正极反应相反，即阳极反应为  $C_n + AlCl_4^- - e^- = C_nAlCl_4$ ，C 正确；

D. 根据电极反应式  $Al + 7AlCl_4^- - 3e^- = 4Al_2Cl_7^-$  可知，每形成  $1mol Al_2Cl_7^-$  电路中可转移  $0.75mole^-$ ，D 正确；

故选 B。

70. C

【分析】根据工作原理图可知，Zn 反应生成  $Zn(OH)_4^{2-}$ ，Zn 失电子发生氧化反应，Zn 电极为负极，电极反应式为： $Zn + 4OH^- - 2e^- = Zn(OH)_4^{2-}$ ； $MnO_2$  生成  $Mn^{2+}$ ，化合价降低，得到电子， $MnO_2$  为正极，电极反应式为： $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ = Mn^{2+} + 2H_2O$ ；正极区溶液为  $H_2SO_4$  溶液， $SO_4^{2-}$  通过 a 膜进入中间，负极区溶液为 KOH 溶液， $K^+$  透过 b 膜进入中间，中间制得  $K_2SO_4$ ，以此分析解答。

【详解】A. 原电池中电子通过导线从负极流向正极，电子不能通过溶液，因此电子流向为 Zn 电极→负载→ $MnO_2$  电极，故 A 错误；

B.  $MnO_2$  为正极，正极区电极反应为： $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ = Mn^{2+} + 2H_2O$ ，Zn 电极为负极，电极反应式为： $Zn + 4OH^- - 2e^- = Zn(OH)_4^{2-}$ ，故 B 错误；

C. 电池工作时， $SO_4^{2-}$  通过 a 膜进入中间， $K^+$  透过 b 膜进入中间，故 a 膜为阴离子交换膜，b 膜为阳离子交换膜，故 C 正确；

D. 电池放电时，正极区发生电极反应： $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ = Mn^{2+} + 2H_2O$ ， $H^+$  浓度减小，溶液 pH 增大，故 D 错误；  
故选 C。

71. C

【分析】由图可知：碱性锌铁液流电池放电时，右侧 N 极为负极，Zn 发生失电子的氧化反应生成  $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ ，负极发生电极反应为  $\text{Zn}-2\text{e}^-+4\text{OH}^-=\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ ；左侧 M 为正极，正极上发生得电子的还原反应，正极电极反应为  $\text{Fe(CN)}_6^{3-}+\text{e}^-=\text{Fe(CN)}_6^{4-}$ 。充电时和放电时刚好相反，电池正极与电源正极相连，据此分析解答。

【详解】A. 由分析可知放电时，M 极电极反应式为  $\text{Fe(CN)}_6^{3-}+\text{e}^-=\text{Fe(CN)}_6^{4-}$ ，A 正确；

B. 充电时，右侧电极反应为： $\text{Zn(OH)}_4^{2-}+2\text{e}^-=\text{Zn}+4\text{OH}^-$ ，则  $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$  浓度降低，B 正确；

C. 在放电时，M 为正极，发生反应为： $\text{Fe(CN)}_6^{3-}+\text{e}^-=\text{Fe(CN)}_6^{4-}$ 。当左侧 M 电极有 1 mol  $\text{Fe(CN)}_6^{3-}$  发生时，左侧负电荷数目会增加 1 mol，为维持电荷守恒，就会 1 mol 即  $N_A$  个  $\text{OH}^-$  通过离子交换膜移向负极 N 极，C 错误；

D. 根据放电时负极的电极反应可知，电池工作时，当电路中转移 0.5 mol 电子，理论上消耗锌 0.25 mol，即 16.25 g，D 正确；

故选 C。

72. B

【详解】A.  $\text{Li}^+$  原子位于晶胞的 8 个顶点，4 个侧面和 4 条棱，故晶胞中  $\text{Li}^+$  个数  $=8\times\frac{1}{8}+3\times\frac{1}{2}+3\times\frac{1}{4}=\frac{13}{4}$  个，

A 错误；

B. 对比(a)和 (b)晶胞结构可发现  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  比  $\text{LiFePO}_4$  少了面心的一个  $\text{Li}^+$  和一个棱上的  $\text{Li}^+$ ，由①的分析可知  $\text{LiFePO}_4$  晶胞的化学式为  $\text{Li}_4\text{Fe}_4\text{P}_4\text{O}_{16}$ ，(b)比(a)少  $\text{Li}^+=\frac{1}{2}\times 1+1\times\frac{1}{4}=0.75$ ，则  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  晶胞为  $\text{Li}_{3.25}\text{Fe}_4\text{P}_4\text{O}_{16}$ ，

所以  $1-x=3.254$ ， $x=0.1875$ ，B 正确；

C. 设  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  数目分别为  $x$ 、 $y$ ，则  $x+y=1$ ，根据化学式中正负化合价绝对值相等，则  $0.1875+2x+3y=4\times 2$ ，

解出  $x=0.8125$   $y=0.1875$ ，则  $n(\text{Fe}^{2+}):n(\text{Fe}^{3+})=x:y=0.8125:0.1875=13:3$ ，C 错误；

D.  $\text{FePO}_4$  转化为  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  电极反应式为： $\text{FePO}_4+(1-x)\text{e}^-+(1-x)\text{Li}^+=\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$ ，每转移电子  $(1-x)$  mol，嵌入  $(1-x)$  mol  $\text{Li}^+$ ，D 错误；

故选 B。

73. D

【详解】A. 该装置是原电池与电解池的串联，由硼化钒-空气电池放电总反应推知，Cu 电极是正极，Pt 电极是负极，故  $\text{OH}^-$  由阴离子交换膜左侧向右侧迁移，A 正确；

B. Pt 电极上  $\text{VB}_2$  发生氧化反应，电极反应式为  $2\text{VB}_2+22\text{OH}^- -22\text{e}^- === \text{V}_2\text{O}_5+2\text{B}_2\text{O}_3+11\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；

C. 石墨电极是电解池的阳极, 电解质中阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{O}^{2-}$ )发生氧化反应, C 正确;

D. 未指明 4.48 L  $\text{Cl}_2$  是否处于标准状况, 不能据此计算制备 Ti 的质量, D 错误;

故选 D。

74. D

【分析】由题可知, 充电时  $\text{Li}^+$  在 A 电极得到电子被还原成为 Li, 作为电解池中的阴极与电源负极相连, 电极 B 中  $\text{LiCoO}_2$  的部分 Li 被氧化为  $\text{Li}^+$ , 得到  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ , 作为阳极与电源正极相

连; 放电时反应发生方向相反, 电极 A 中嵌入的 Li 失去电子变为  $\text{Li}^+$ , 作电源负极发生氧化反应, 电极 B 则作电源正极, 以此分析解答。

【详解】A. 根据分析, 充电时  $\text{Li}^+$  在 A 电极得到电子被还原成为 Li, 作为电解池中的阴极与电源负极相连, 集流体 B 与外接电源的正极相连, A 错误;

B. 放电时, 外电路通过  $a\text{mol}$  电子时, 负极生成  $a\text{molLi}^+$  进入 LiPON 薄膜电解质, 正极有  $a\text{molLi}^+$  进入电极 B, 故 LiPON 薄膜电解质  $\text{Li}^+$  数目不变, B 错误;

C. 充电时, 电极 A 为阴极, 电极反应为:  $x\text{Li}^+ + \text{Si} + x\text{e}^- = \text{Li}_x\text{Si}$ , C 错误;

D. 放电时负极电极反应为:  $\text{Li}_x\text{Si} - x\text{e}^- = x\text{Li}^+ + \text{Si}$ , 正极电极反应式为:  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- = \text{LiCoO}_2$ , 两极相加电

池总反应可表示为:  $\text{Li}_x\text{Si} + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Si} + \text{LiCoO}_2$ , 故 D 正确;

故选 D。

75. B

【分析】充电时  $\text{Na}^+$  得电子成为 Na 嵌入硬碳中, 则硬碳为电解池的阴极, 为电池的负极, 即电极 B 为电池的负极, A 为电池的正极。

【详解】A. 电极 B 为电池的负极, 充电时, 与外接直流电源的负极相连, A 正确;

B. 放电时, A 电极(正极)电极反应式为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaTMO}_2$ ,  $\text{Na}^+$  从负极向 A 电极迁移, 然后参与电极反应, 故 A 电极电解质中不损失  $\text{Na}^+$ , B 错误;

C. 放电时, 为原电池装置, A 为正极, 钠离子转化为 Na 嵌入含钠过渡金属氧化物中, 电极反应式为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaTMO}_2$ , C 正确;

D. A 为电池的正极, 电极反应式为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaTMO}_2$ , B 为电池的负极, 放电时硬碳中的钠失电子变为钠离子脱落, 然后向正极迁移,  $\text{Na}_x\text{C} - x\text{e}^- = \text{C} + x\text{Na}^+$ , 正极反应+负极反应可得总反应为  $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + \text{Na}_x\text{C} = \text{NaTMO}_2 + \text{C}$ , D 正确;

答案选 B。

76. C

【详解】A. 甲中铁作附近, 铜作正极, 铜附近氧气得到电子变为氢氧根, 氢氧根使酚酞变为红色, 因此铜丝附

近溶液颜色变红，故 A 正确；

B. 甲中铁失去电子变为亚铁离子，亚铁离子与铁氰化钾反应生成蓝色沉淀，因此甲中裸露的铁钉附近出现特征蓝色，故 B 正确；

C. 乙中锌失去电子变为锌离子，铁为正极，铁不反应，故 C 错误；

D. 乙中锌失去电子变为锌离子，锌离子不与铁氰化钾反应，因此锌皮附近溶液颜色无明显变化，故 D 正确。

综上所述，答案为 C。

77. D

【详解】A. 根据反应方程式可知：在该反应中 C 元素化合价由反应前  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  中的 +3 价变为反应后  $\text{CO}_2$  中的 +4 价，化合价升高，失去电子，被氧化，因此  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  作还原剂，A 错误；

B. 由  $\text{LiFePO}_4$  变成  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  时，Fe 元素化合价升高，失去电子被氧化，因此发生的属于氧化反应，B 错误；

C. 4.4g  $\text{CO}_2$  的物质的量是  $n(\text{CO}_2) = \frac{4.4\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$ ，每反应产生 3 mol  $\text{CO}_2$  气体，反应过程中会转移 2 mol 电子，则反应产生了 0.1mol  $\text{CO}_2$  气体，转移电子的物质的量  $n(e^-) = \frac{1}{15} \text{mol}$ ，C 错误；

D. 当  $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  中  $x=0.4$  时， $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$  可表示为  $\text{Li}_3\text{Fe}_5(\text{PO}_4)_5$ ，Fe 元素总化合价为 +12，Fe 原子个数为 5 个，假设  $\text{Fe}^{2+}$  的数目是 x， $\text{Fe}^{3+}$  的数目是 (5-x)， $2x+3(5-x)=12$ ，解得  $x=3$ ， $(5-x)=2$ ，故其中的  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的个数值比为 3:2，D 正确；

故选 D。

78. C

【分析】根据装置图中电子的流向可判断出，金属锂电极失电子，发生氧化反应，作负极，电极反应式为： $\text{Li}-e^-=\text{Li}^+$ ；多孔空气催化电极上  $\text{O}_2$  得电子发生还原反应，作正极，电极反应式为： $\text{O}_2+4e^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ ；

【详解】A. 由分析可知，正极的电极反应为  $\text{O}_2+4e^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ ，A 正确；

B. A 室中有  $\text{LiOH}$  生成并进入产物回收单元，则 A 室与 B 室之间应该采用阳离子交换膜，让  $\text{Li}^+$  进入 A 室，参与循环，B 正确；

C. 放电过程中，负极上 1 mol Li 失去 1 mol 电子，正极上 1 mol  $\text{O}_2$  得到 4 mol 电子，同时正极上还有 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  参与反应，外电路中通过的电子数相等，则 Li 电极与多孔空气催化电极上反应物的物质的量之比为 4:3，C 错误；

D.  $\text{LiOH}$  回收制 Li，使 Li 循环使用，可以缓解 Li 资源紧缺的难题，D 正确；

故选 C。

79. C

【分析】a 膜只允许  $\text{H}^+$  通过，为阳离子交换膜，b 膜只允许  $\text{OH}^-$  通过，为阴离子交换膜；当闭合  $\text{K}_1$  时， $\text{CO}_2$  得电

子产生 HCOOH，则双催化功能的 Pd 电极材料为正极；

- 【详解】A. 闭合  $K_1$  时，形成原电池，锌为负极，Pd 电极是正极，氢离子是阳离子，向正极移动，选项 A 正确；
- B. 闭合  $K_1$  时，形成原电池，锌为负极，Zn 表面的电极反应式为  $Zn+4OH^- - 2e^- = Zn(OH)_4^{2-}$ ，选项 B 正确；
- C. 闭合  $K_2$  时，形成电解池，Zn 电极发生还原反应做阴极，应与直流电源负极相连，选项 C 不正确；
- D. 闭合  $K_2$  时，Pd 电极是阳极，发生氧化反应，HCOOH 氧化生成  $CO_2$ ，选项 D 正确；

答案选 C。

80. A

【详解】A. 当 A 接电源正极时， $LiWO_3$  失去电子发生氧化反应， $LiWO_3 - e^- = WO_3 + Li^+$ ， $Li^+$  向阴极运动，进入离子储存层，故 A 错误；

B. 当 A 接电源负极时，A 极为阴极， $WO_3$  得到电子发生还原反应，故电致变色层发生反应为：

$WO_3 + Li^+ + e^- = LiWO_3$ ，故 B 正确；

C. 当 B 接电源正极时，B 为阳极， $Li_4Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  失去电子发生氧化反应生成  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ，膜变为蓝色，透射率降低，可以有效阻挡阳光，故 C 正确；

D. 聚环氧乙烷中含有氧原子，可以与水分子之间形成氢键，为水溶性聚合物，故 D 正确；

故选 A。

81. B

【详解】A. 电极 X 上发生反应： $Fe(CN)_6^{3-} + e^- = Fe(CN)_6^{4-}$ ，电极 X 上发生得电子的还原反应，X 作阴极，应与电源负极相连，故 A 错误；

B. 由电极 X 反应可知，循环液 1 中负电荷数增加，为平衡溶液中电荷，则海水中的钠离子应通过隔膜 1；电极 Y 反应为： $Fe(CN)_6^{4-} - e^- = Fe(CN)_6^{3-}$ ，循环液 2 中负电荷数减少，为平衡溶液中电荷，则循环液中钾离子应通过隔膜 2 进入左室，这样才能保持循环液中的离子不出现交换，故 B 正确；

C. 由图中信息可知循环液 1 中最终含  $Fe(CN)_6^{4-}$ 、循环液 2 中最终含  $Fe(CN)_6^{3-}$ ，两者成分不同，故 C 错误；

D. 由上述分析可知海水中钠离子最终移向阴极区，但氯离子不能通过双极膜进入阳极区，同时钠离子最终仍在处理后的海水中，因此不能实现海水淡化，故 D 错误；

故选：B。

82. D

【详解】A. 在燃料电池中， $O_2$  在正极放电，所以通入空气的一极是燃料电池的正极，通入燃料的一极是燃料电

池的负极，即产生 Y 的一极是电解池的阴极，所产生的是  $H_2$ ，在电解池中阳极产生的 X 是  $Cl_2$ ，A 正确；

B. 燃料电池的负极， $H_2$  失电子发生氧化反应，即  $H_2 - 2e^- + 2OH^- = 2H_2O$ ，B 正确；

C. 由整个电路中得失电子守恒可知，电解池中产生  $2molCl_2$ ，理论上转移  $4mole^-$ ，又燃料电池的正极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ ，则燃料电池中消耗  $1molO_2$ ，C 正确；

D. 燃料电池中，负极消耗  $OH^-$ ，则  $a > b$ ，正极生成  $OH^-$ ，则  $c > a$ ，所以， $a$ 、 $b$ 、 $c$  的大小关系是  $c > a > b$ ，D 错误；

故选 D。

83. C

【分析】由图可知，正极电解液中含有  $VO_2^+$  和  $VO_2^+$ ，故正极的电极反应为： $VO_2^+ + 2H^+ + e^- = VO^{2+} + H_2O$ ；负极含有  $V^{2+}$  和  $V^{3+}$ ，故负极反应为： $V^{2+} - e^- = V^{3+}$ ，以此解题。

【详解】A. 由分析可知，放电时，正极反应式为  $VO_2^+ + 2H^+ + e^- = VO^{2+} + H_2O$ ，A 正确；

B. 原电池负极，在充电时作阴极，发生还原反应，则充电时，阴极反应式为  $V^{3+} + e^- = V^{2+}$ ，B 正确；

C. 充电时作电解池，阴离子移向阳极区，即向原电池的正极区移动，C 错误；

D. 荷正电固定基团允许阴离子通过，阻止阳离子通过，故可阻止  $VO_2^+/VO^{2+}$ 、 $V^{3+}/V^{2+}$  的移动，即有效地提高阻钒性，D 正确；

故选 C。

84. A

【分析】放电时，M 极氯气参加反应，得到电子，化合价降低，发生还原反应，则 M 为正极，因此 N 电极为负极；充电时，M 极氯离子参加反应，失去电子，化合价升高，发生氧化反应，则 M 为阳极，因此 N 电极为阴极，据此分析作答。

【详解】A. 充电时，N 极为阴极，得到电子，电极反应为： $NaTi_2(PO_4)_3 + 2Na^+ + 2e^- = Na_3Ti_2(PO_4)_3$ ，A 项错误；

B. 由分析可知，M 为正极，电极反应为  $Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$ ，B 项正确；

C. 放电时，右侧储液器中，氯化钠浓度增大，因为负极发生反应： $Na_3Ti_2(PO_4)_3 - 2e^- = NaTi_2(PO_4)_3 + 2Na^+$ ，产生钠离子，正极产生氯离子，从而导致氯化钠浓度增大，C 项正确；

D. 充电时，N 极发生  $NaTi_2(PO_4)_3 + 2Na^+ + 2e^- = Na_3Ti_2(PO_4)_3$ ，当转移  $1mole^-$ ，N 电极理论上增大  $1molNa^+$ ，即增大 23g，D 项正确；

答案选 A。

85. D

【详解】A. Li 能与水反应，故铜箔电极为产生锂的电极，即铜箔电极为阴极，催化电极为阳极，电解池中阳离子移向阴极，故题图中的箭头表示  $\text{Li}^+$  的移动方向，A 项错误；

B. 铜箔电极上发生还原反应，电极反应式是  $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$ ，B 项错误；

C. 铜箔电极增重 14g 时，电路中转移电子 2mol，由于催化电极发生反应  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ，则理论上催化电极上能放出 1mol 黄绿色的氯气，题中没有说明气体处于标准状况下，即不能确定气体的体积为 22.4L，C 项错误；

D. 由总反应  $2\text{LiCl} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Li} + \text{Cl}_2 \uparrow$  可知，导线中通过 1mol 电子时，海水中消耗 1mol  $\text{LiCl}$ ，即减重 42.5g，D 项正确；

故答案为 D。

86. C

【详解】A. 电解结果是获得  $\text{BaCl}_2$  溶液和单质镍，所以 Y 极发生的电极反应为  $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Ni}$ ，即 Y 极为阴极，则 X 极为阳极，与银锌电池的正极相连，而根据电池总反应可知，Zn 极为负极，A 项错误；

B. 去掉离子膜 M，X 极上发生的反应为氯离子失去电子生成氯气，而之前为  $\text{OH}^-$  失电子生成氧气，B 项错误；

C. 为了得到氯化钡溶液，a 区的  $\text{Ba}^{2+}$  透过离子膜 M 进入 b 区，c 区的氯离子透过离子膜 N 进入 b 区，所以离子膜 M 为阳离子交换膜，离子膜 N 为阴离子交换膜，C 项正确；

D. 电解过程中 b 室  $\text{BaCl}_2$  浓度不断增大，D 项错误；

故选 C。

87. BD

【分析】充电时  $\text{TiO}_2$  光辅助电极受光激发产生电子和空穴，空穴作用下  $\text{NaI}$  转化为  $\text{NaI}_3$ ，则电极 N 做阳极，放电时则做正极；电极 M 充电时做阴极，放电时则作负极。

【详解】A. 充电过程中，光能最终转化为化学能，故 A 错误；

B. 充电效率与光照产生的电子和空穴量有关，故 B 正确；

C. 据分析可知放电时，电极 M 为负极，电极反应为  $4\text{S}^{2-} - 6\text{e}^- = \text{S}_4^{2-}$ ，故 C 错误；

D. 放电时 N 电极做正极，电极反应是  $\text{I}_3 + 2\text{e}^- = 3\text{I}^-$ ，理论上当外电路转移 1mol 电子，有 1mol  $\text{Na}^+$  从 M 电极室移向 N 电极室，所以 N 电极室共增加 2mol 离子，故 D 正确；

故选 BD。

88. D

【分析】第一步反应为  $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Zn} = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Zn}^{2+}$ ，由图可知，Zn 为负极，电极反应为： $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，S 为正极，电极反应为： $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 4\text{e}^- = \text{Cu}_2\text{S}$ ，当正极的硫完全反应生成  $\text{Cu}_2\text{S}$  后，继续高效发生第二步反应

$\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} + x\text{O}_2 = (1-4x)\text{Cu} + 2x\text{Cu}_2\text{O} + \text{Zn}^{2+}$ , Zn 为负极, 电极反应为:  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ , S 为正极, 电极反应为  $\text{Cu}^{2+} + x\text{O}_2 + 2\text{e}^- = (1-4x)\text{Cu} + 2x\text{Cu}_2\text{O}$ , 单独构建该步电池时效率较低, 可能的原因是步骤 1 的放电产物  $\text{Cu}_2\text{S}$  对步骤 2 的放电过程起催化作用, 据此进行分析。

【详解】A. 分析电池工作原理可知, 正极的硫完全反应后仍然没有脱离电极, 正极质量一直增加, 故 A 正确;  
B. 单独构建第二步电池时效率较低, 耦合两个连续的电化学反应时效率较高, 可能的原因是步骤 1 的放电产物  $\text{Cu}_2\text{S}$  对步骤 2 的放电过程起催化作用, 故 B 正确;

C. 第一步反应为  $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Zn} = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Zn}^{2+}$ , 由图可知, Zn 为负极, 电极反应为:  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ , S 为正极, 电极反应为:  $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 4\text{e}^- = \text{Cu}_2\text{S}$ , 故 C 正确;

D. 该电池分两步完成, 且只有第二步反应才析出铜, 所以相同时间内两池电极上析出铜的物质的量不相等, 故 D 错误;

故答案选 D。

【点睛】本题以同一个反应腔体中耦合两个连续的电化学反应为载体, 考查电极质量变化、反应过程分析、物质的量计算和电极反应等, 能依据图像和信息准确判断正负极是解题的关键, 难点是电极反应式的书写。

89. BD

【分析】浓差电池中, 左侧溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度大, 离子的氧化性强, 所以 Cu (1) 电极为正极、电极上发生得电子的还原反应, 电极反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ 。Cu (2) 电极为负极, 电极反应式为  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ , 电解槽中 a 电极为阴极、b 电极为阳极。阳极上水失电子生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$ , 电极反应为:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ ; 阴极上水发生得电子的还原反应生成  $\text{H}_2$ , 电极反应为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ , 则钠离子通过离子交换膜 c 生成 NaOH, 为阳离子交换膜, 硫酸根通过离子交换膜 d 生成硫酸、为阴离子交换膜, 据此分析解答。

【详解】A. 电解槽中 a 电极为阴极, 水发生得电子的还原反应生成  $\text{H}_2$ , 电极反应为  $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\uparrow + 4\text{OH}^-$ , A 正确;

B. 电池从开始工作到停止放电, 溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度变为 1.5 mol/L, 正极上析出 Cu 的物质的量  $n(\text{Cu}) = (2.5 - 1.5) \text{ mol/L} \times 2 \text{ L} = 2 \text{ mol}$ , 正极反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ , 阴极反应为  $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\uparrow + 4\text{OH}^-$ , 根据电子守恒有  $\text{Cu} \sim 2\text{e}^- \sim 2\text{NaOH}$ , 电解池理论上生成 NaOH 的物质的量  $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Cu}) = 4 \text{ mol}$ , 则  $m(\text{NaOH}) = nM = 4 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 160 \text{ g}$ , B 错误;

C. a 电极为阴极, 阴极反应为:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ , b 电极为阳极, 阳极反应为:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ ; 则 a 极附近生成 NaOH、b 极附近生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 所以钠离子通过离子交换膜 c 生成 NaOH, 为阳离子交换膜; 硫酸根通过离子交换膜 d 生成硫酸、d 为阴离子交换膜, C 正确;

D. 电池放电过程中, Cu (1) 电极为正极, 正极上  $\text{Cu}^{2+}$  得电子生成 Cu, 电极反应为:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ , D 错误;

故答案为: BD。

90. AD

【分析】根据放电工作原理图，在正极上发生还原反应： $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，a 为电源正极，负极上是失电子的氧化反应： $2\text{Mg} + 2\text{Cl}^- - 4\text{e}^- = [\text{Mg}_2\text{Cl}_2]^{2+}$ ，b 为电源负极，充电时，原电池的负极连接电源的负极，电极反应和放电时的相反，据此回答即可。

【详解】A. 由右图可知，制备乙醛时，c 极  $\text{Ni}^{2+}$  转化为  $\text{Ni}^{3+}$ ，发生氧化反应，则 c 极为阳极，则 a 极连接 c 极，故 A 正确；

B. 由分析可知，a 为电源正极，b 为电源负极，电池工作时溶液中  $\text{Na}^+$  移向正极，故 B 错误；

C.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  发生氧化反应生成  $\text{CH}_3\text{CHO}$  的过程中转移 2 个电子，由分析可知，在正极上发生还原反应：

$\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，当有 2 mol  $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  转化成  $\text{Na}_{2-x}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  时，失去 4mol 电子，则在电极装置中生成 2mol  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ，故 C 错误；

D. 由分析可知，在正极上发生还原反应： $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，则电源充分充电时，a 极反应式为  $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] - 2\text{e}^- = \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{Na}^+$ ，故 D 正确；

故选 AD。

#### 91. CD

【详解】A. 据图 N 极生成氢气，可判断 b 为电源负极，a 极与电极 M 相连，是直流电源的正极，A 正确；

B. a 为直流电源的正极，电极 M 为阳极，溶液中氯离子失去电子，可知 X 为  $\text{Cl}_2$ ，B 正确；

C. 电极 N 区制备  $\text{NaOH}$ ， $\text{Na}^+$  通过膜 st 移入阴极区，溶液中的  $\text{Cl}^-$  通过膜 pq 移入阳极区，同时  $\text{Cl}^-$  在阳极区放电生成  $\text{Cl}_2$ ，阳极区  $\text{NaCl}$  浓度保持不变，C 错误；

D. 出口 I、II 分别接收淡水、浓  $\text{NaCl}$  溶液，D 错误；

故选 CD。

#### 92. AD

【详解】A. 制氢时，Pt 电极是得到氢气，说明氢化合价降低，Pt 电极为阴极，根据电解池“异性相吸”，则溶液中  $\text{K}^+$  向 Pt 电极移动，故 A 正确；

B. 供电时，Zn 电极为负极，锌失去电子和氢氧根结合形成氢氧化锌，则锌附近溶液 pH 减小，故 B 错误；

C. 供电时，Zn 为负极，X 为正极，发生还原反应，故 C 错误；

D. 制氢时，Pt 为阴极，X 电极为阳极，失去电子，发生氧化反应，因此 X 电极反应式为：

$\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确。

综上所述，答案为 AD。

#### 93. CD

【分析】由图可知，左侧水发生氧化反应生成氧气，则 b 生成 a 的反应为还原，ab 分别为亚铁离子、铁离子；

【详解】A. 由分析可知，a 为亚铁离子，是铁原子失去 2 个电子后形成的，价电子排布式：3d<sup>6</sup>，A 错误；

B. 由图可知，体系中能量转化形式：光能→化学能，B 错误；

C. 体系中总反应为水和二氧化碳生成氧气和甲酸，反应为吸热反应，则活化能： $E_{a正} > E_{a逆}$ ，C 正确；

D. 二氧化碳转化为甲酸，碳元素化合价由+4 变为-2，根据电子守恒可知， $H_2O \sim 2e^- \sim HCOOH$ ，理论上每消耗 18g 水（1mol）生成 46gHCOOH（1mol），D 正确；

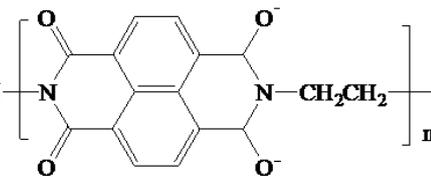
故选 CD。

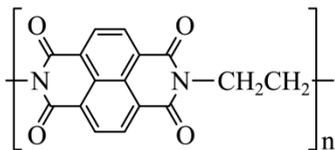
94. BC

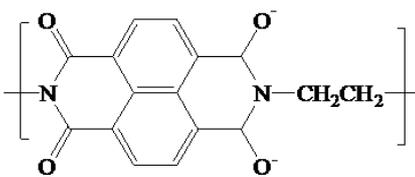
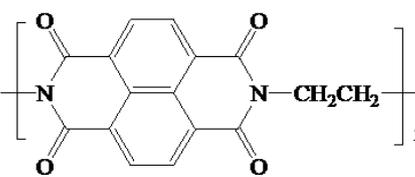
【详解】A. 由题干可知，该结构为一种负极材料为固态聚酰亚胺—水系二次电池，则有机电极为负极发生氧化反应，充电时该极为电解池阴极，发生还原反应，A 错误；

B. 比能量是指电池单位质量或单位体积所能输出的电能，钠的相对原子质量大于锂，故将  $M^+$  由  $Li^+$  换成  $Na^+$ ，电池的比能量会下降，B 正确；

C. 充电时，右侧电极为阳极，发生氧化反应： $3I^- - 2e^- = I_3^-$ ，则充电时每转移  $2mol e^-$ ，左侧减少  $2mol$  阴离子，同时有  $2mol M^+$  离子进入左室，右室离子数目减少  $4mol$ ，C 正确；

D. 由图可知，放电时负极电极的  失去电子，发生氧化反应，生成

，反应为

  $-2e^- =$  ，D 错误；

故选 BC。

95. CD

【分析】该装置为电解池。左侧  $RCH_2NH_2$  失去电子生成  $RCN$ ，则  $Ni_2P$  为阳极， $CoP$  为阴极。

【详解】A. 右侧电极硝基苯发生还原反应，右侧为阴极、左侧为阳极，所以左侧电极的电势比右侧的高，且发生氧化反应，故 A 正确；

B. 右侧电极硝基苯得到电子生成偶氮化合物，电解质溶液为碱性，根据电子守恒、电荷守恒写出的电极反应式正确，故 B 正确；

C. 电解池中，阴离子移向阳极。该电解池右侧为阴极、左侧为阳极， $OH^-$  从右侧经过阴离子交换膜向左侧移

动，故 C 错误；

D. 阳极反应式为： $RCH_2NH_2-4e^-+4OH^-=RCN+4H_2O$ ，根据得失电子守恒，每当合成得到  $1\text{molRCN}$ ，同时合成  $0.5\text{molR-N=N-R}$ ，故 D 错误；

故选 CD。

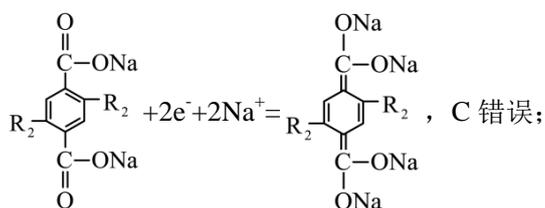
96. CD

【分析】由图可知，放电过程中 b 极物质发生还原反应，为正极，则 a 为负极；

【详解】A. 由分析可知，放电时，b 极为正极，A 正确；

B. 充电时，阳离子向阴极移动，充电时 a 为阴极、b 为阳极，则钠离子由 b 极向 a 极移动，B 正确；

C. 充电时 a 为阴极，阴极得到电子发生还原反应，反应为



D. 若电池充满电时 a、b 两极室质量相等，根据电子转移关系可知钠离子迁移情况为， $e^- \sim \text{Na}^+$ ，则放电过程中转移  $0.3\text{mol}$  电子时，由  $0.3\text{mol}$  的钠离子发生迁移，则两极质量差为  $23\text{g/mol} \times 0.3\text{mol} \times 2 = 13.8\text{g}$ ，D 错误；

故选 CD。

97. AB

【分析】电解池中连接电源正极的是阳极，连接电源负极的是阴极。由图可知，阳极电极方程式为： $2\text{I}^- - 2e^- = \text{I}_2$ ，

阳极  $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_5$  得到 1 个电子生成中间体，然后中间体和  $\text{CO}_2$  反应，最终生成  $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}_2\text{H}$ ，以此解答。

【详解】A. 由图可知，芳香烃通过路径 I 每生成 1 个分子的芳香羧酸共得到 1 个电子，则生成  $1\text{mol}$  芳香羧酸，电路中转移的电子数为  $N_A$ ，A 错误；

B. 由图可知，在转化过程中 I 可以循环使用，电池工作过程中不需要补充 I，B 错误；

C. 由图可知，不同的取代基-R 影响路径 I 或 II 的选择路径，C 正确；

D. 该反应的总方程式为： $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_5 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}_2\text{H}$ ，该反应的反应物是两种，生成物只有一种，因此该反应

是化合反应，原子利用率为 100%，D 正确；

故合理选项是 AB。

98. CD

【分析】由图可知，HMC-3 电极上铁元素、氧元素价态降低得电子，故 HMC-3 电极为阴极，电极反应式分别

为  $O_2 + 2e^- + 2H^+ = H_2O_2$ ,  $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$ , 后发生反应  $Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+ = Fe^{3+} + \square OH + H_2O$ ,  $\square OH$  氧化苯酚, 反应为  $C_6H_5OH + 28\square OH = 6CO_2 \uparrow + 17H_2O$ , Pt 电极为阳极, 电极反应式为  $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$ 。

【详解】A. 由分析可知, HMC-3 电极为阴极, 则 Pt 电极为阳极, 电流流动方向: Pt 电极→电解质→HMC-3 电极, A 正确;

B.  $Fe^{3+}$  转化为亚铁离子, 亚铁离子和过氧化氢生成羟基自由基和铁离子, 铁离子在反应前后没有改变, 是该电芬顿工艺的催化剂, B 正确;

C. 过量的过氧化氢会氧化亚铁离子, 导致生成的羟基自由基减少, 使得降解去除废水中的持久性有机污染物的效率下降, 故据图 b 可判断合适的电流强度范围为 40mA 左右, C 错误;

D. 9.4g 苯酚的物质的量为  $\frac{9.4g}{94g/mol} = 0.1mol$ , 由分析可知, 苯酚转化为二氧化碳和水,

$C_6H_5OH + 28\square OH = 6CO_2 \uparrow + 17H_2O$ ,  $C_6H_5OH \sim 28\square OH$ ; 由图可知, 反应中氧气转化为  $H_2O_2$ ,  $H_2O_2$  转化为  $\square OH$ ,

转化关系为  $O_2 \sim H_2O_2 \sim \square OH$ , 故而  $C_6H_5OH \sim 28O_2$ , 则阴极消耗氧气的物质的量为 2.8mol, 理论上消耗标准状况下氧气的体积为  $2.8mol \times 22.4L/mol = 62.72L$ , D 错误;

故选 CD。

99. AD

【分析】由图可知, Q 极硫元素失去电子发生氧化反应, 为原电池负极, P 极氧气得到电子发生还原反应生成水, 为正极; 由氢离子移动方向可知, N 极为阴极, 连接原电池负极 Q 极, 则 M 为阳极, 连接原电池正极 P 极;

【详解】A. 由分析可知, M 电极接太阳能电池的 P 电极, A 正确;

B. 根据电子守恒, 双极膜产生的氢离子与 N 极消耗的氢离子量相同, 故 V 室内溶液 pH 不会减小, B 错误;

C. 装置可分离废水中的  $Co^{2+}$  和  $Ni^{2+}$ , 由图可知, 镍离子通过 b 膜迁移到 III 室和乙酰丙酮反应而和  $Co^{2+}$  分离, 故 b 为阳离子交换膜; III 室为碱性, 故氢离子不能通过 ab 膜进入 III 室, 故 a 为阴离子交换膜; C 错误;

D. 硫元素化合价由 -1 变为 +6 生成硫酸根离子,  $SO_4^{2-} \sim 7e^-$ , 双极膜上水电离出的氢离子得到电子发生还原反应生成氢气,  $H_2O \sim H^+ \sim e^-$ ; 根据电子守恒可知, 每生成  $1mol SO_4^{2-}$ , 理论上双极膜至少解离  $7mol H_2O$ , D 正确;

故选 AD。

100. AB

【详解】A. 根据题中放电时, 正极的电极反应为  $NaNi^{II} [Fe^{III} (CN)_6] + e^- + Na^+ = NaNi^{II} [Fe^{II} (CN)_6]$ , 则负极是锌, 因此 Zn 极发生氧化反应, 故 A 错误;

B. 放电时, 每溶解  $1mol Zn$ , 负极失去  $2mol$  电子, 正极得到  $2mol$  电子, 故 B 错误;

C. 充电时, 根据“异性相吸”, 则  $Na^+$  从正极上脱出移向阴极 (负极), 故 C 正确;

D. 充电时，阴极区域锌离子得到电子变为锌单质，则阴极上发生反应： $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} = \text{Zn}$ ，故 D 正确。

综上所述，答案为 AB。