

专题 07 电化学及其应用

【2022 年】

1. (2022·广东卷) 以熔融盐为电解液, 以含 Cu、Mg 和 Si 等的铝合金废料为阳极进行电解, 实现 Al 的再生。该过程中

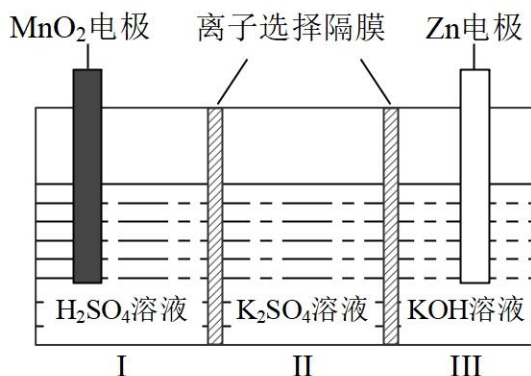
- A. 阴极发生的反应为 $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$ B. 阴极上 Al 被氧化
C. 在电解槽底部产生含 Cu 的阳极泥 D. 阳极和阴极的质量变化相等

【答案】C

【解析】根据电解原理可知, 电解池中阳极发生失电子的氧化反应, 阴极发生得电子的还原反应, 该题中以熔融盐为电解液, 含 Cu、Mg 和 Si 等的铝合金废料为阳极进行电解, 通过控制一定的条件, 从而可使阳极区 Mg 和 Al 发生失电子的氧化反应, 分别生成 Mg^{2+} 和 Al^{3+} , Cu 和 Si 不参与反应, 阴极区 Al^{3+} 得电子生成 Al 单质, 从而实现 Al 的再生, 据此分析解答。

- A. 阴极应该发生得电子的还原反应, 实际上 Mg 在阳极失电子生成 Mg^{2+} , A 错误;
B. Al 在阳极上被氧化生成 Al^{3+} , B 错误;
C. 阳极材料中 Cu 和 Si 不参与氧化反应, 在电解槽底部可形成阳极泥, C 正确;
D. 因为阳极除了铝参与电子转移, 镁也参与了电子转移, 且还会形成阳极泥, 而阴极只有铝离子得电子生成铝单质, 根据电子转移数守恒及元素守恒可知, 阳极与阴极的质量变化不相等, D 错误;
故选 C。

2. (2022·全国甲卷) 一种水性电解液 Zn-MnO₂ 离子选择双隔膜电池如图所示(KOH 溶液中, Zn^{2+} 以 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 存在)。电池放电时, 下列叙述错误的是



- A. II区的 K^+ 通过隔膜向III区迁移

B. I区的 SO_4^{2-} 通过隔膜向II区迁移

C. MnO_2 电极反应: $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

D. 电池总反应: $\text{Zn} + 4\text{OH}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】A

【解析】根据图示的电池结构和题目所给信息可知, III区 Zn 为电池的负极, 电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$, I区 MnO_2 为电池的正极, 电极反应为 $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; 电池在工作过程中, 由于两个离子选择隔膜没有指明的阳离子隔膜还是阴离子隔膜, 故两个离子隔膜均可以通过阴、阳离子, 因此可以得到I区消耗 H^+ , 生成 Mn^{2+} , II区的 K^+ 向I区移动或I区的 SO_4^{2-} 向II区移动, III区消耗 OH^- , 生成 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$, II区的 SO_4^{2-} 向III区移动或III区的 K^+ 向II区移动。据此分析答题。

A. 根据分析, II区的 K^+ 只能向I区移动, A 错误;

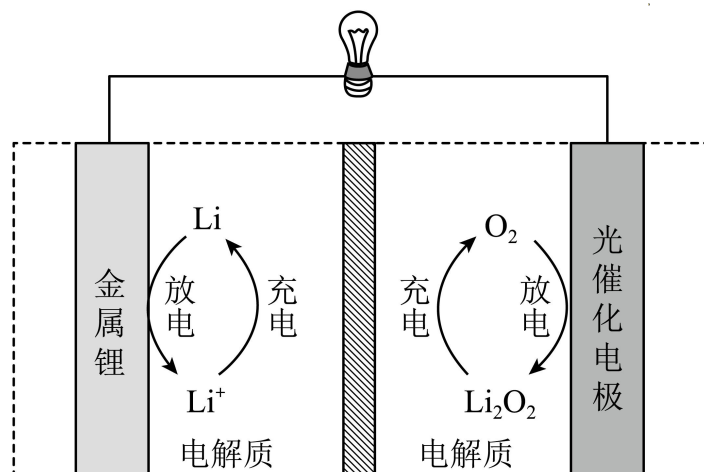
B. 根据分析, I区的 SO_4^{2-} 向II区移动, B 正确;

C. MnO_2 电极的电极反应式为 $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, C 正确;

D. 电池的总反应为 $\text{Zn} + 4\text{OH}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 正确;

故答案选 A。

3. (2022·全国乙卷) $\text{Li}-\text{O}_2$ 电池比能量高, 在汽车、航天等领域具有良好的应用前景。近年来科学家研究了一种光照充电 $\text{Li}-\text{O}_2$ 电池(如图所示)。光照时, 光催化电极产生电子(e^-)和空穴(h^+), 驱动阴极反应($\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$)和阳极反应($\text{Li}_2\text{O}_2 + 2\text{h}^+ = 2\text{Li}^+ + \text{O}_2$)对电池进行充电。下列叙述错误的是



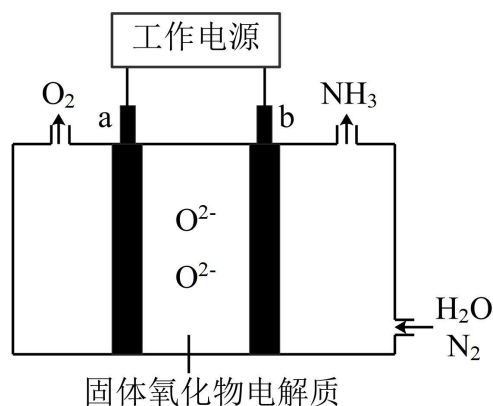
- A. 充电时，电池的总反应 $\text{Li}_2\text{O}_2 = 2\text{Li} + \text{O}_2$
- B. 充电效率与光照产生的电子和空穴量有关
- C. 放电时， Li^+ 从正极穿过离子交换膜向负极迁移
- D. 放电时，正极发生反应 $\text{O}_2 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{O}_2$

【答案】C

【解析】充电时光照光催化电极产生电子和空穴，驱动阴极反应 ($\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$) 和阳极反应 ($\text{Li}_2\text{O}_2 + 2\text{h}^+ = 2\text{Li}^+ + \text{O}_2$)，则充电时总反应为 $\text{Li}_2\text{O}_2 = 2\text{Li} + \text{O}_2$ ，结合图示，充电时金属 Li 电极为阴极，光催化电极为阳极；则放电时金属 Li 电极为负极，光催化电极为正极；据此作答。

- A. 光照时，光催化电极产生电子和空穴，驱动阴极反应和阳极反应对电池进行充电，结合阴极反应和阳极反应，充电时电池的总反应为 $\text{Li}_2\text{O}_2 = 2\text{Li} + \text{O}_2$ ，A 正确；
- B. 充电时，光照光催化电极产生电子和空穴，阴极反应与电子有关，阳极反应与空穴有关，故充电效率与光照产生的电子和空穴量有关，B 正确；
- C. 放电时，金属 Li 电极为负极，光催化电极为正极， Li^+ 从负极穿过离子交换膜向正极迁移，C 错误；
- D. 放电时总反应为 $2\text{Li} + \text{O}_2 = \text{Li}_2\text{O}_2$ ，正极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{O}_2$ ，D 正确；
- 答案选 C。

4. (2022·海南卷) 一种采用 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 为原料制备 $\text{NH}_3(\text{g})$ 的装置示意图如下。



下列有关说法正确的是

- A. 在 b 电极上， N_2 被还原
- B. 金属 Ag 可作为 a 电极的材料
- C. 改变工作电源电压，反应速率不变
- D. 电解过程中，固体氧化物电解质中 O^{2-} 不断减少

【答案】A

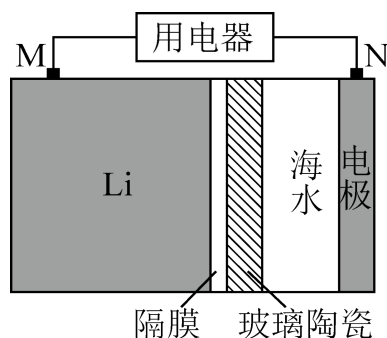
【解析】由装置可知，b 电极的 N_2 转化为 NH_3 ，N 元素的化合价降低，得到电子发生还原反应，因此 b 为阴极，电极反应式为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_3 + 3\text{O}^{2-}$ ，a 为阳极，电极反应式为 $2\text{O}^{2-} + 4\text{e}^- = \text{O}_2$ ，据此分析解答；

- A. 由分析可得，b 电极上 N_2 转化为 NH_3 ，N 元素的化合价降低，得到电子发生还原反应，即 N_2 被还原，A 正确；
- B. a 为阳极，若金属 Ag 作 a 的电极材料，则金属 Ag 优先失去电子，B 错误；
- C. 改变工作电源的电压，反应速率会加快，C 错误；
- D. 电解过程中，阴极电极反应式为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_3 + 3\text{O}^{2-}$ ，阳极电极反应式为 $2\text{O}^{2-} + 4\text{e}^- = \text{O}_2$ ，因此固体氧化物电解质中 O^{2-} 不会改变，D 错误；

答案选 A。

5. （2022·湖南卷）海水电池在海洋能源领域备受关注，一种锂-海水电池构造示意图如下。

下列说法错误的是



- A. 海水起电解质溶液作用
- B. N 极仅发生的电极反应： $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$
- C. 玻璃陶瓷具有传导离子和防水的功能
- D. 该锂-海水电池属于一次电池

【答案】B

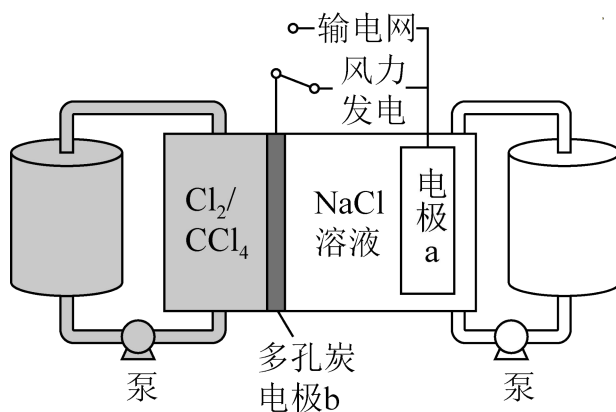
【解析】锂海水电池的总反应为 $2\text{Li}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{LiOH}+\text{H}_2\uparrow$ ，M 极上 Li 失去电子发生氧化反应，则 M 电极为负极，电极反应为 $\text{Li}-\text{e}^-=\text{Li}^+$ ，N 极为正极，电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，同时氧气也可以在 N 极得电子，电极反应为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ 。

- A. 海水中含有丰富的电解质，如氯化钠、氯化镁等，可作为电解质溶液，故 A 正确；
- B. 由上述分析可知，N 为正极，电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，和反应 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ ，故 B 错误；
- C. Li 为活泼金属，易与水反应，玻璃陶瓷的作用是防止水和 Li 反应，并能传导离子，故 C 正确；
- D. 该电池不可充电，属于一次电池，故 D 正确；

答案选 B。

6. (2022·广东卷) 科学家基于 Cl_2 易溶于 CCl_4 的性质，发展了一种无需离子交换膜的新型氯流电池，可作储能设备(如图)。充电时电极 a 的反应为： $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3+2\text{Na}^++2\text{e}^-=\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$ 。

下列说法正确的是



- A. 充电时电极 b 是阴极
 B. 放电时 NaCl 溶液的 pH 减小
 C. 放电时 NaCl 溶液的浓度增大
 D. 每生成 1mol Cl_2 ，电极 a 质量理论上增加 23g

【答案】C

【解析】A. 由充电时电极 a 的反应可知，充电时电极 a 发生还原反应，所以电极 a 是阴极，则电极 b 是阳极，故 A 错误；

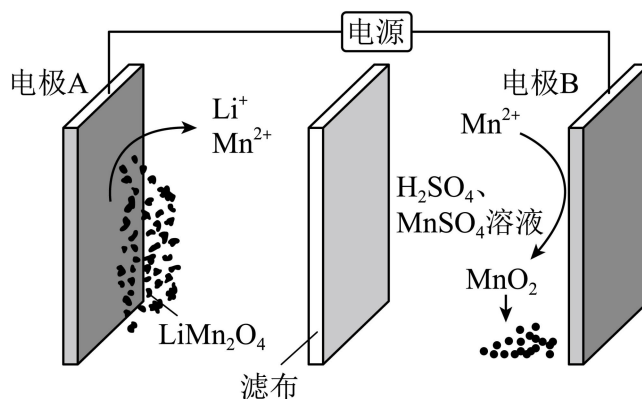
B. 放电时电极反应和充电时相反，则由放电时电极 a 的反应为

$\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$ 可知，NaCl 溶液的 pH 不变，故 B 错误；

C. 放电时负极反应为 $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$ ，正极反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$ ，反应后 Na^+ 和 Cl^- 浓度都增大，则放电时 NaCl 溶液的浓度增大，故 C 正确；

D. 充电时阳极反应为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ，阴极反应为 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$ ，由得失电子守恒可知，每生成 1mol Cl_2 ，电极 a 质量理论上增加 $23\text{g/mol} \times 2\text{mol} = 46\text{g}$ ，故 D 错误；答案选 C。

7. (2022·浙江卷) 通过电解废旧锂电池中的 LiMn_2O_4 可获得难溶性的 Li_2CO_3 和 MnO_2 ，电解示意图如下(其中滤布的作用是阻挡固体颗粒，但离子可自由通过。电解过程中溶液的体积变化忽略不计)。下列说法不正确的是



- A. 电极 A 为阴极，发生还原反应
- B. 电极 B 的电极反应： $2\text{H}_2\text{O} + \text{Mn}^{2+} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$
- C. 电解一段时间后溶液中 Mn^{2+} 浓度保持不变
- D. 电解结束，可通过调节 pH 除去 Mn^{2+} ，再加入 Na_2CO_3 溶液以获得 Li_2CO_3

【答案】C

【解析】A. 由电解示意图可知，电极 B 上 Mn^{2+} 转化为了 MnO_2 ，锰元素化合价升高，失电子，则电极 B 为阳极，电极 A 为阴极，得电子，发生还原反应，A 正确；

B. 由电解示意图可知，电极 B 上 Mn^{2+} 失电子转化为了 MnO_2 ，电极反应式为：

$2\text{H}_2\text{O} + \text{Mn}^{2+} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ ，B 正确；

C. 电极 A 为阴极， LiMn_2O_4 得电子，电极反应式为： $2\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 6\text{e}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Li}^+ + 4\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ ，依据得失电子守恒，电解池总反应为： $2\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 4\text{H}^+ = 2\text{Li}^+ + \text{Mn}^{2+} + 3\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反应生成了 Mn^{2+} ， Mn^{2+} 浓度增大，C 错误；

D. 电解池总反应为： $2\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 4\text{H}^+ = 2\text{Li}^+ + \text{Mn}^{2+} + 3\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，电解结束后，可通过调节溶液 pH 将锰离子转化为沉淀除去，然后再加入碳酸钠溶液，从而获得碳酸锂，D 正确；

答案选 C。

8. （2022·北京卷）利用下图装置进行铁上电镀铜的实验探究。

装置示意图	序号	电解质溶液	实验现象
	①	0.1mol/L CuSO_4 + 少量 H_2SO_4	阴极表面有无色气体，一段时间后阴极表面有红色固体，气体减少。经检验电解液中有 Fe^{2+}

	②	0.1mol/L CuSO ₄ + 过量氨水	阴极表面未观察到气体，一段时间后阴极表面有致密红色固体。 经检验电解液中无 Fe 元素
--	---	-----------------------------------	--

下列说法不正确的是

- A. ①中气体减少，推测是由于溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减少，且 Cu 覆盖铁电极，阻碍 H^+ 与铁接触
- B. ①中检测到 Fe^{2+} ，推测可能发生反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
- C. 随阴极析出 Cu，推测②中溶液 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减少， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡逆移
- D. ②中 Cu^{2+} 生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，使得 $c(\text{Cu}^{2+})$ 比①中溶液的小，Cu 缓慢析出，镀层更致密

【答案】C

【解析】由实验现象可知，实验①时，铁做电镀池的阴极，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应生成亚铁离子、氢气和铜，一段时间后，铜离子在阴极失去电子发生还原反应生成铜；实验②中铜离子与过量氨水反应生成四氨合铜离子，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，在铁表面得到比实验①更致密的镀层。

A. 由分析可知，实验①时，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应，当溶液中氢离子浓度减小，反应和放电生成的铜覆盖铁电极，阻碍氢离子与铁接触，导致产生的气体减少，故 A 正确；

B. 由分析可知，实验①时，铁做电镀池的阴极，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应生成亚铁离子、氢气和铜，可能发生的反应为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ，故 B 正确；

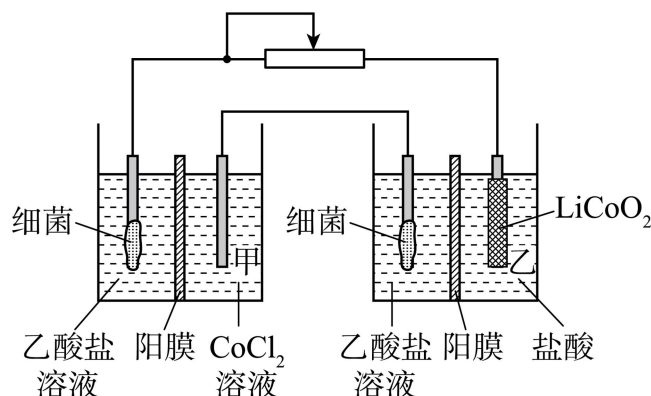
C. 由分析可知，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，随阴极析出铜，四氨合铜离子浓度减小， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡向正反应方向移动，故 C 错误；

D. 由分析可知，实验②中铜离子与过量氨水反应生成四氨合铜离子，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，在铁表面得到比实验①更致密的镀层，故 D 正确；

故选 C。

9. (2022·山东卷) 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_2 ，将废旧锂离子电池的正极材料 $\text{LiCoO}_2(\text{s})$ 转化为 Co^{2+} ，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，乙室应补充盐酸
- C. 乙室电极反应式为 $\text{LiCoO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 4\text{OH}^-$
- D. 若甲室 Co^{2+} 减少 200mg，乙室 Co^{2+} 增加 300mg，则此时已进行过溶液转移

【答案】BD

【解析】由于乙室中两个电极的电势差比甲室大，所以乙室是原电池，甲室是电解池，然后根据原电池、电解池反应原理分析解答。

A. 电池工作时，甲室中细菌上乙酸盐的阴离子失去电子被氧化为 CO_2 气体， Co^{2+} 在另一个电极上得到电子，被还原产生 Co 单质， CH_3COO^- 失去电子后， Na^+ 通过阳膜进入阴极室，溶液变为 NaCl 溶液，溶液由碱性变为中性，溶液 pH 减小，A 错误；

B. 对于乙室，正极上 LiCoO_2 得到电子，被还原为 Co^{2+} ，同时得到 Li^+ ，其中的 O 与溶液中的 H^+ 结合 H_2O ，因此电池工作一段时间后应该补充盐酸，B 正确；

C. 电解质溶液为酸性，不可能大量存在 OH^- ，乙室电极反应式为：

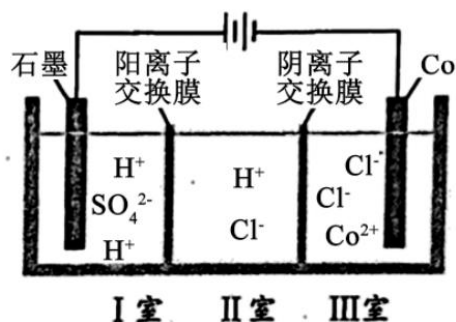
$\text{LiCoO}_2 + \text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；

D. 若甲室 Co^{2+} 减少 200 mg，电子转移物质的量为 $n(\text{e}^-) = \frac{0.2\text{g}}{59\text{g/mol}} \times 2 = 0.0068\text{mol}$ ，乙室 Co^{2+} 增加 300 mg，转移电子的物质的量为 $n(\text{e}^-) = \frac{0.3\text{g}}{59\text{g/mol}} \times 1 = 0.0051\text{mol}$ ，说明此时已进行过溶液转移，D 正确；

故合理选项是 BD。

【2021 年】

1. (2021·广东) 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示意图。下列说法正确的是



- A. 工作时, I室和II室溶液的 pH 均增大
- B. 生成 1 mol Co, I室溶液质量理论上减少 16 g
- C. 移除两交换膜后, 石墨电极上发生的反应不变
- D. 电解总反应: $2\text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Co} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

【答案】D

【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, 放电生成的氢离子通过阳离子交换膜由I室向II室移动, 使II室中氢离子浓度增大, 溶液 pH 减小, 故 A 错误;
 - B. 由分析可知, 阴极生成 1mol 钴, 阳极有 1mol 水放电, 则I室溶液质量减少 18g, 故 B 错误;
 - C. 若移除离子交换膜, 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, 则移除离子交换膜, 石墨电极的电极反应会发生变化, 故 C 错误;
 - 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 D。

2. (2021·山东) 以 KOH 溶液为离子导体, 分别组成 $\text{CH}_3\text{OH}-\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2\text{H}_4-\text{O}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2-\text{O}_2$ 清洁燃料电池, 下列说法正确的是

- A. 放电过程中, K^+ 均向负极移动
- B. 放电过程中, KOH 物质的量均减小
- C. 消耗等质量燃料, $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2-\text{O}_2$ 燃料电池的理论放电量最大
- D. 消耗 1mol O_2 时, 理论上 $\text{N}_2\text{H}_4-\text{O}_2$ 燃料电池气体产物的体积在标准状况下为 11.2L

【答案】C

【分析】

碱性环境下, 甲醇燃料电池总反应为: $2\text{CH}_3\text{OH}+3\text{O}_2+4\text{KOH}=2\text{K}_2\text{CO}_3+6\text{H}_2\text{O}$; $\text{N}_2\text{H}_4-\text{O}_2$ 清洁燃料电池总反应为: $\text{N}_2\text{H}_4+\text{O}_2=\text{N}_2+2\text{H}_2\text{O}$; 偏二甲肼 $[(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2]$ 中 C 和 N 的化合价均为 -2 价, H 元素化合价为 +1 价, 所以根据氧化还原反应原理可推知其燃料电池的总反应为: $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2+4\text{O}_2+4\text{KOH}=2\text{K}_2\text{CO}_3+\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}$, 据此结合原电池的工作原理分析解答。

【详解】

- A. 放电过程为原电池工作原理, 所以钾离子均向正极移动, A 错误;
- B. 根据上述分析可知, $\text{N}_2\text{H}_4-\text{O}_2$ 清洁燃料电池的产物为氮气和水, 其总反应中未消耗 KOH, 所以 KOH 的物质的量不变, 其他两种燃料电池根据总反应可知, KOH 的物质的量减小, B 错误;
- C. 理论放电量与燃料的物质的量和转移电子数有关, 设消耗燃料的质量均为 mg , 则甲醇、 N_2H_4 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 放电量 (物质的量表达式) 分别是: $\frac{\text{mg}}{32\text{g/mol}} \times 6$ 、 $\frac{\text{mg}}{32\text{g/mol}} \times 4$ 、 $\frac{\text{mg}}{60\text{g/mol}} \times 16$, 通过比较可知 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 理论放电量最大, C 正确;
- D. 根据转移电子数守恒和总反应式可知, 消耗 1mol O_2 生成的氮气的物质的量为 1mol , 在标准状况下为 22.4L , D 错误;

故选 C。

3. (2021·浙江) 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^+ 得电子成为 Li 嵌入该薄膜材料中; 电极 B 为 LiCoO_2 薄膜; 集流体起导电作用。下列说法不正确的是



- A. 充电时，集流体 A 与外接电源的负极相连
- B. 放电时，外电路通过 $a \text{ mol}$ 电子时，LiPON 薄膜电解质损失 $a \text{ mol Li}^+$
- C. 放电时，电极 B 为正极，反应可表示为 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- = \text{LiCoO}_2$
- D. 电池总反应可表示为 $\text{Li}_x\text{Si} + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Si} + \text{LiCoO}_2$

【答案】B

【分析】

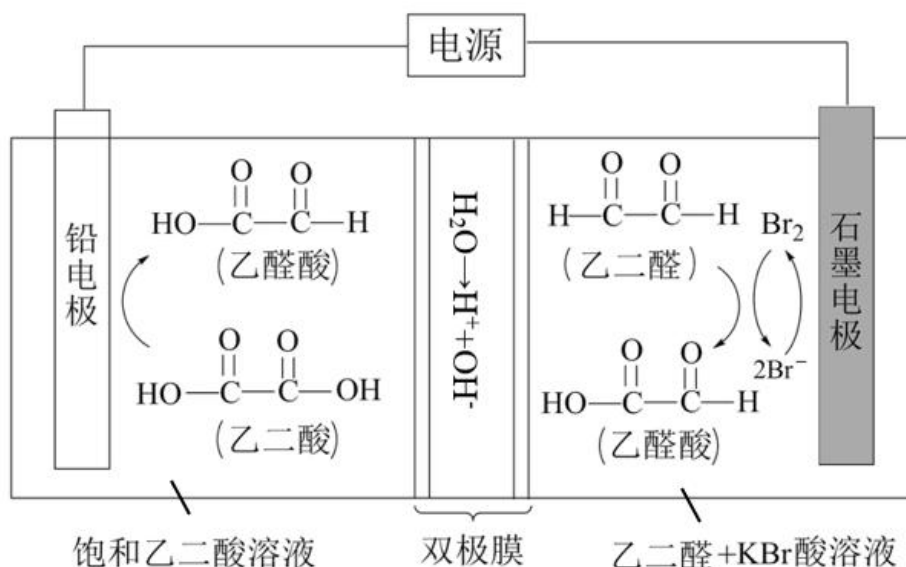
由题中信息可知，该电池充电时 Li^+ 得电子成为 Li 嵌入电极 A 中，可知电极 A 在充电时作阴极，故其在放电时作电池的负极，而电极 B 是电池的正极。

【详解】

- A. 由图可知，集流体 A 与电极 A 相连，充电时电极 A 作阴极，故充电时集流体 A 与外接电源的负极相连，A 说法正确；
- B. 放电时，外电路通过 $a \text{ mol}$ 电子时，内电路中有 $a \text{ mol Li}^+$ 通过 LiPON 薄膜电解质从负极迁移到正极，但是 LiPON 薄膜电解质没有损失 Li^+ ，B 说法不正确；
- C. 放电时，电极 B 为正极，发生还原反应，反应可表示为 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- = \text{LiCoO}_2$ ，C 说法正确；
- D. 电池放电时，嵌入在非晶硅薄膜中的锂失去电子变成 Li^+ ，正极上 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ 得到电子和 Li^+ 变为 LiCoO_2 ，故电池总反应可表示为 $\text{Li}_x\text{Si} + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 \xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{充电}} \text{Si} + \text{LiCoO}_2$ ，D 说法正确。

综上所述，相关说法不正确的是 B，本题选 B。

4. （2021·全国甲）乙醛酸是一种重要的化工中间体，可果用如下图所示的电化学装置合成。图中的双极膜中间层中的 H_2O 解离为 H^+ 和 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. KBr 在上述电化学合成过程中只起电解质的作用

B. 阳极上的反应式为： $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{H}_2\text{O}$

C. 制得 2mol 乙醛酸，理论上外电路中迁移了 1mol 电子

D. 双极膜中间层中的 H^+ 在外电场作用下向铅电极方向迁移

【答案】D

【分析】

该装置通电时，乙二酸被还原为乙醛酸，因此铅电极为电解池阴极，石墨电极为电解池阳极，阳极上 Br^- 被氧化为 Br_2 ， Br_2 将乙二醛氧化为乙醛酸，双极膜中间层的 H^+ 在直流电场作用下移向阴极， OH^- 移向阳极。

【详解】

A. KBr 在上述电化学合成过程中除作电解质外，同时还是电解过程中阳极的反应物，生成的 Br_2 为乙二醛制备乙醛酸的中间产物，故 A 错误；

B. 阳极上为 Br^- 失去电子生成 Br_2 ， Br_2 将乙二醛氧化为乙醛酸，故 B 错误；

C. 电解过程中阴阳极均生成乙醛酸，1mol 乙二酸生成 1mol 乙醛酸转移电子为 2mol，1mol 乙二醛生成 1mol 乙醛酸转移电子为 2mol，根据转移电子守恒可知每生成 1mol 乙醛酸转移电子为 1mol，因此制得 2mol 乙醛酸时，理论上外电路中迁移了 2mol 电子，故 C 错误；

D. 由上述分析可知，双极膜中间层的 H^+ 在外电场作用下移向阴极，即 H^+ 移向铅电极，故 D 正确；

综上所述，说法正确的是 D 项，故答案为 D。

5. (2021·广东) 火星大气中含有大量 CO_2 ，一种有 CO_2 参加反应的新型全固态电池有望为火星探测器供电。该电池以金属钠为负极，碳纳米管为正极，放电时

- A. 负极上发生还原反应
- B. CO_2 在正极上得电子
- C. 阳离子由正极移向负极
- D. 将电能转化为化学能

【答案】B

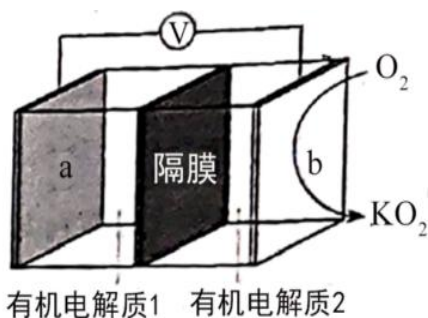
【详解】

根据题干信息可知，放电时总反应为 $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ 。

- A. 放电时负极上 Na 发生氧化反应失去电子生成 Na^+ ，故 A 错误；
- B. 放电时正极为 CO_2 得到电子生成 C，故 B 正确；
- C. 放电时阳离子移向还原电极，即阳离子由负极移向正极，故 C 错误；
- D. 放电时装置为原电池，能量转化关系为化学能转化为电能和化学能等，故 D 正确；

综上所述，符合题意的为 B 项，故答案为 B。

6. (2021·河北) K— O_2 电池结构如图，a 和 b 为两个电极，其中之一为单质钾片。关于该电池，下列说法错误的是



- A. 隔膜允许 K^+ 通过，不允许 O_2 通过
- B. 放电时，电流由 b 电极沿导线流向 a 电极；充电时，b 电极为阳极
- C. 产生 1Ah 电量时，生成 KO_2 的质量与消耗 O_2 的质量比值约为 2.22
- D. 用此电池为铅酸蓄电池充电，消耗 3.9g 钾时，铅酸蓄电池消耗 0.9g 水

【答案】D

【分析】

由图可知，a 电极为原电池的负极，单质钾片失去电子发生氧化反应生成钾离子，电极反应式为 $K - e^- = K^+$ ，b 电极为正极，在钾离子作用下，氧气在正极得到电子发生还原反应生成超氧化钾；据以上分析解答。

【详解】

A. 金属性强的金属钾易与氧气反应，为防止钾与氧气反应，电池所选择隔膜应允许 K^+ 通过，不允许 O_2 通过，故 A 正确；

B. 由分析可知，放电时，a 为负极，b 为正极，电流由 b 电极沿导线流向 a 电极，充电时，b 电极应与直流电源的正极相连，做电解池的为阳极，故 B 正确；

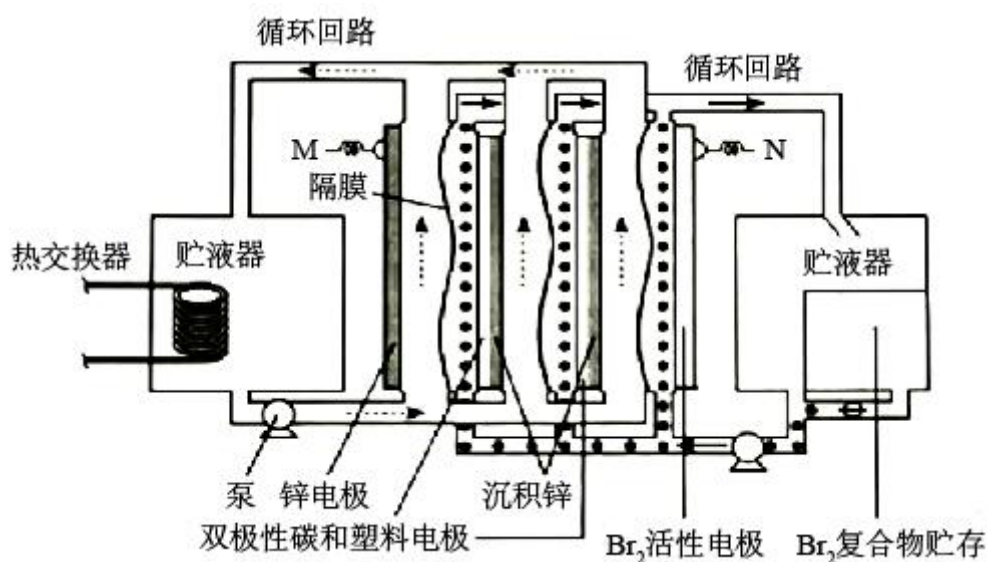
C. 由分析可知，生成 1mol 超氧化钾时，消耗 1mol 氧气，两者的质量比值为 $1\text{mol} \times 71\text{g/mol} : 1\text{mol} \times 32\text{g/mol} \approx 2.22 : 1$ ，故 C 正确；

D. 铅酸蓄电池充电时的总反应方程式为 $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ，反应消耗 2mol 水，转移 2mol 电子，由得失电子数目守恒可知，耗 3.9g 钾时，铅酸蓄电池消耗水的质量为

$$\frac{3.9\text{g}}{39\text{g/mol}} \times 18\text{g/mol} = 1.8\text{g}, \text{ 故 D 错误;}$$

故选 D。

7. (2021·湖南) 锌溴液流电池是一种先进的水溶液电解质电池，广泛应用于再生能源储能和智能电网的备用电源等。三单体串联锌溴液流电池工作原理如图所：



下列说法错误的是

A. 放电时，N 极为正极

- B. 放电时，左侧贮液器中 ZnBr_2 的浓度不断减小
- C. 充电时，M 极的电极反应式为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$
- D. 隔膜允许阳离子通过，也允许阴离子通过

【答案】B

【分析】

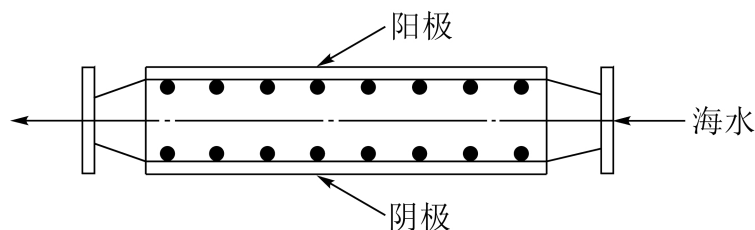
由图可知，放电时，N 电极为电池的正极，溴在正极上得到电子发生还原反应生成溴离子，电极反应式为 $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Br}^-$ ，M 电极为负极，锌失去电子发生氧化反应生成锌离子，电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ，正极放电生成的溴离子通过离子交换膜进入左侧，同时锌离子通过交换膜进入右侧，维持两侧溴化锌溶液的浓度保持不变；充电时，M 电极与直流电源的负极相连，做电解池的阴极，N 电极与直流电源的正极相连，做阳极。

【详解】

- A. 由分析可知，放电时，N 电极为电池的正极，故 A 正确；
- B. 由分析可知，放电或充电时，左侧储液器和右侧储液器中溴化锌的浓度维持不变，故 B 错误；
- C. 由分析可知，充电时，M 电极与直流电源的负极相连，做电解池的阴极，锌离子在阴极上得到电子发生还原反应生成锌，电极反应式为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$ ，故 C 正确；
- D. 由分析可知，放电或充电时，交换膜允许锌离子和溴离子通过，维持两侧溴化锌溶液的浓度保持不变，故 D 正确；

故选 B。

8. (2021·全国乙) 沿海电厂采用海水为冷却水，但在排水管中生物的附着和滋生会阻碍冷却水排放并降低冷却效率，为解决这一问题，通常在管道口设置一对惰性电极(如图所示)，通入一定的电流。



下列叙述错误的是

- A. 阳极发生将海水中的 Cl^- 氧化生成 Cl_2 的反应

- B. 管道中可以生成氧化灭杀附着生物的 NaClO
- C. 阴极生成的 H_2 应及时通风稀释安全地排入大气
- D. 阳极表面形成的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等积垢需要定期清理

【答案】D

【分析】

海水中除了水，还含有大量的 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 等，根据题干信息可知，装置的原理是利用惰性电极电解海水，阳极区溶液中的 Cl^- 会优先失电子生成 Cl_2 ，阴极区 H_2O 优先得电子生成 H_2 和 OH^- ，结合海水成分及电解产物分析解答。

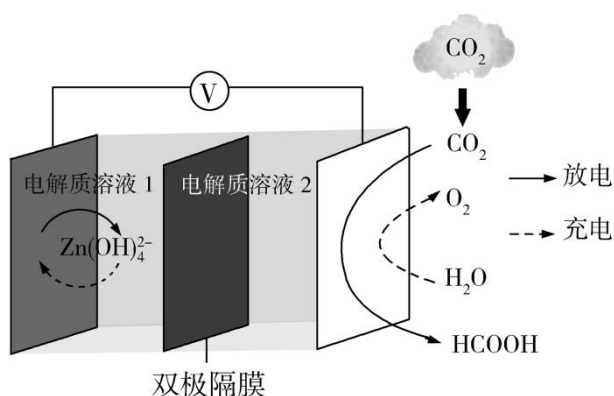
【详解】

- A. 根据分析可知，阳极区海水中的 Cl^- 会优先失去电子生成 Cl_2 ，发生氧化反应，A 正确；
- B. 设置的装置为电解池原理，根据分析知，阳极区生成的 Cl_2 与阴极区生成的 OH^- 在管道中会发生反应生成 NaCl 、 NaClO 和 H_2O ，其中 NaClO 具有强氧化性，可氧化灭杀附着的生物，B 正确；
- C. 因为 H_2 是易燃性气体，所以阳极区生成的 H_2 需及时通风稀释，安全地排入大气，以排除安全隐患，C 正确；
- D. 阴极的电极反应式为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ，会使海水中的 Mg^{2+} 沉淀积垢，所以阴极表面会形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等积垢需定期清理，D 错误。

故选 D。

【2020 年】

1. (2020·新课标I) 科学家近年发明了一种新型 $\text{Zn}-\text{CO}_2$ 水介质电池。电池示意图如图，电极为金属锌和选择性催化材料，放电时，温室气体 CO_2 被转化为储氢物质甲酸等，为解决环境和能源问题提供了一种新途径。



下列说法错误的是

- A. 放电时，负极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$
- B. 放电时，1 mol CO_2 转化为 HCOOH ，转移的电子数为 2 mol
- C. 充电时，电池总反应为 $2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} = 2\text{Zn} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 充电时，正极溶液中 OH^- 浓度升高

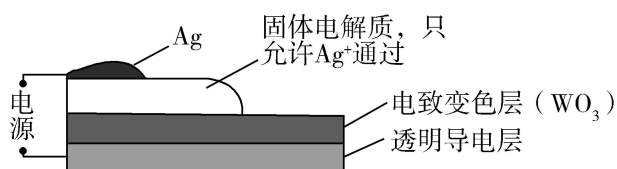
【答案】D

【解析】由题可知，放电时， CO_2 转化为 HCOOH ，即 CO_2 发生还原反应，故放电时右侧电极为正极，左侧电极为负极， Zn 发生氧化反应生成 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ；充电时，右侧为阳极， H_2O 发生氧化反应生成 O_2 ，左侧为阴极， $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 发生还原反应生成 Zn ，以此分析解答。放电时，负极上 Zn 发生氧化反应，电极反应式为： $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ，故 A 正确；放电时， CO_2 转化为 HCOOH ，C 元素化合价降低 2，则 1 mol CO_2 转化为 HCOOH 时，转移电子数为 2 mol，故 B 正确；充电时，阳极上 H_2O 转化为 O_2 ，负极上 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 转化为 Zn ，电池总反应为：

$2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} = 2\text{Zn} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；充电时，正极即为阳极，电极反应式为：

$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ ，溶液中 H^+ 浓度增大，溶液中 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = K_w$ ，温度不变时， K_w 不变，因此溶液中 OH^- 浓度降低，故 D 错误。

2. (2020·新课标II) 电致变色器件可智能调控太阳光透过率，从而实现节能。下图是某电致变色器件的示意图。当通电时， Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中，生成 Ag_xWO_3 ，器件呈现蓝色，对于该变化过程，下列叙述错误的是



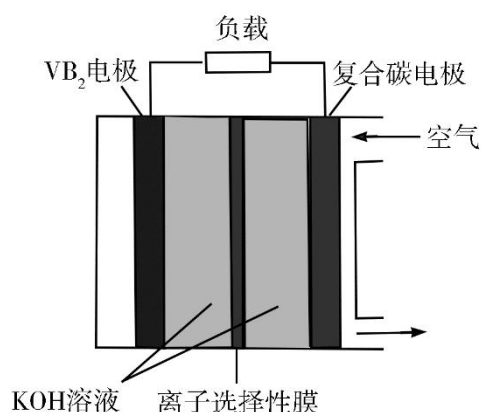
- A. Ag 为阳极
- B. Ag^+ 由银电极向变色层迁移
- C. W 元素的化合价升高
- D. 总反应为： $\text{WO}_3 + x\text{Ag} = \text{Ag}_x\text{WO}_3$

【答案】C

【解析】通电时，Ag 电极有 Ag^+ 生成，故 Ag 电极为阳极，故 A 项正确；通电时电致变色层变蓝色，说明有 Ag^+ 从 Ag 电极经固体电解质进入电致变色层，故 B 项正确；过程中，W 由

WO_3 的+6价降低到 Ag_xWO_3 中的+(6-x)价，故 C 项错误；该电解池中阳极即 Ag 电极上发生的电极反应为： $x\text{Ag}-x\text{e}^-=x\text{Ag}^+$ ，而另一极阴极上发生的电极反应为： $\text{WO}_3+x\text{Ag}^++x\text{e}^-=\text{Ag}_x\text{WO}_3$ ，故发生的总反应式为： $x\text{Ag}+\text{WO}_3=\text{Ag}_x\text{WO}_3$ ，故 D 项正确；答案选 C。

3. (2020·新课标III) 一种高性能的碱性硼化钒(VB_2)—空气电池如下图所示，其中在 VB_2 电极发生反应： $\text{VB}_2+16\text{OH}^--11\text{e}^-=\text{VO}_4^{3-}+2\text{B}(\text{OH})_4^-+4\text{H}_2\text{O}$ 该电池工作时，下列说法错误的是

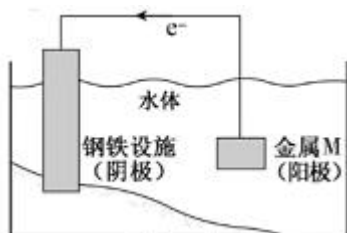


- A. 负载通过 0.04 mol 电子时，有 0.224 L(标准状况) O_2 参与反应
- B. 正极区溶液的 pH 降低、负极区溶液的 pH 升高
- C. 电池总反应为 $4\text{VB}_2+11\text{O}_2+20\text{OH}^-+6\text{H}_2\text{O}=8\text{B}(\text{OH})_4^-+4\text{VO}_4^{3-}$
- D. 电流由复合碳电极经负载、 VB_2 电极、KOH 溶液回到复合碳电极

【答案】B

【解析】根据图示的电池结构，左侧 VB_2 发生失电子的反应生成 VO_4^{3-} 和 $\text{B}(\text{OH})_4^-$ ，反应的电极方程式如题干所示，右侧空气中的氧气发生得电子的反应生成 OH^- ，反应的电极方程式为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ ，电池的总反应方程式为 $4\text{VB}_2+11\text{O}_2+20\text{OH}^-+6\text{H}_2\text{O}=8\text{B}(\text{OH})_4^-+4\text{VO}_4^{3-}$ ，据此分析。当负极通过 0.04mol 电子时，正极也通过 0.04mol 电子，根据正极的电极方程式，通过 0.04mol 电子消耗 0.01mol 氧气，在标况下为 0.224L，A 正确；反应过程中正极生成大量的 OH^- 使正极区 pH 升高，负极消耗 OH^- 使负极区 OH^- 浓度减小 pH 降低，B 错误；根据分析，电池的总反应为 $4\text{VB}_2+11\text{O}_2+20\text{OH}^-+6\text{H}_2\text{O}=8\text{B}(\text{OH})_4^-+4\text{VO}_4^{3-}$ ，C 正确；电池中，电子由 VB_2 电极经负载流向复合碳电极，电流流向与电子流向相反，则电流流向为复合碳电极→负载→ VB_2 电极→KOH 溶液→复合碳电极，D 正确。

4. (2020·江苏卷) 将金属 M 连接在钢铁设施表面，可减缓水体中钢铁设施的腐蚀。在题图所示的情境中，下列有关说法正确的是

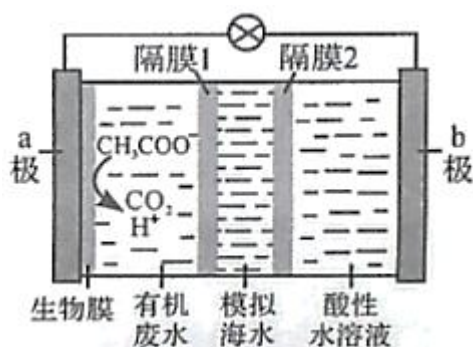


- A. 阴极的电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
- B. 金属 M 的活动性比 Fe 的活动性弱
- C. 钢铁设施表面因积累大量电子而被保护
- D. 钢铁设施在河水中的腐蚀速率比在海水中的快

【答案】C

【解析】该装置为原电池原理的金属防护措施，为牺牲阳极的阴极保护法，金属 M 作负极，钢铁设备作正极，据此分析解答。阴极的钢铁设施实际作原电池的正极，正极金属被保护不失电子，故 A 错误；阳极金属 M 实际为原电池装置的负极，电子流出，原电池中负极金属比正极活泼，因此 M 活动性比 Fe 的活动性强，故 B 错误；金属 M 失电子，电子经导线流入钢铁设备，从而使钢铁设施表面积累大量电子，自身金属不再失电子从而被保护，故 C 正确；海水中的离子浓度大于河水中的离子浓度，离子浓度越大，溶液的导电性越强，因此钢铁设施在海水中的腐蚀速率比在河水中快，故 D 错误；故选 C。

5. (2020·山东卷) 微生物脱盐电池是一种高效、经济的能源装置，利用微生物处理有机废水获得电能，同时可实现海水淡化。现以 NaCl 溶液模拟海水，采用惰性电极，用下图装置处理有机废水(以含 CH_3COO^- 的溶液为例)。下列说法错误的是



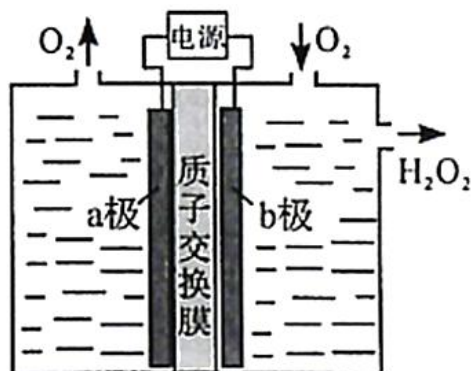
- A. 负极反应为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2 + 7\text{H}^+$
- B. 隔膜 1 为阳离子交换膜，隔膜 2 为阴离子交换膜
- C. 当电路中转移 1mol 电子时，模拟海水理论上除盐 58.5g
- D. 电池工作一段时间后，正、负极产生气体的物质的量之比为 2:1

【答案】B

【解析】据图可知 a 极上 CH_3COO^- 转化为 CO_2 和 H^+ ，C 元素被氧化，所以 a 极为该原电池的负极，则 b 极为正极。a 极为负极， CH_3COO^- 失电子被氧化成 CO_2 和 H^+ ，结合电荷守恒可得电极反应式为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + 7\text{H}^+$ ，故 A 正确；为了实现海水的淡化，模拟海水中的氯离子需要移向负极，即 a 极，则隔膜 1 为阴离子交换膜，钠离子需要移向正极，即 b 极，则隔膜 2 为阳离子交换膜，故 B 错误；

当电路转移 1mol 电子时，根据电荷守恒可知，海水中会有 1mol Cl^- 移向负极，同时有 1mol Na^+ 移向正极，即除去 1mol NaCl ，质量为 58.5g ，故 C 正确；b 极为正极，水溶液为酸性，所以氢离子得电子产生氢气，电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ ，所以当转移 8mol 电子时，正极产生 4mol 气体，根据负极反应式可知负极产生 2mol 气体，物质的量之比为 $4:2=2:1$ ，故 D 正确；故答案为 B。

6. (2020·山东卷) 采用惰性电极，以去离子水和氧气为原料通过电解法制备双氧水的装置如下图所示。忽略温度变化的影响，下列说法错误的是



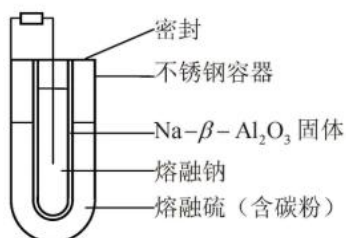
- A. 阳极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2\uparrow$
- B. 电解一段时间后，阳极室的 pH 未变
- C. 电解过程中， H^+ 由 a 极区向 b 极区迁移
- D. 电解一段时间后，a 极生成的 O_2 与 b 极反应的 O_2 等量

【答案】D

【解析】a 极析出氧气，氧元素的化合价升高，做电解池的阳极，b 极通入氧气，生成过氧化氢，氧元素的化合价降低，被还原，做电解池的阴极。依据分析 a 极是阳极，属于放氧生酸性型的电解，所以阳极的反应式是 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2\uparrow$ ，故 A 正确；电解时阳极产生氢离子，氢离子是阳离子，通过质子交换膜移向阴极，所以电解一段时间后，阳极室的 pH 值不变，故 BC 正确；电解时，阳极的反应为： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2\uparrow$ ，阴极的反应为： $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}_2$ ，

总反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{O}_2$ ，要消耗氧气，即是 a 极生成的氧气小于 b 极消耗的氧气，故 D 错误。

7. (2020·天津卷) 熔融钠-硫电池性能优良，是具有应用前景的储能电池。下图中的电池反应为 $2\text{Na} + \text{xS} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Na}_2\text{S}_\text{x}$ ($\text{x}=5\sim 3$ ，难溶于熔融硫)，下列说法错误的是



- A. Na_2S_4 的电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:]^{2-}\text{Na}^+$
- B. 放电时正极反应为 $\text{xS} + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{S}_\text{x}$
- C. Na 和 $\text{Na}_2\text{S}_\text{x}$ 分别为电池的负极和正极
- D. 该电池是以 $\text{Na}-\beta-\text{Al}_2\text{O}_3$ 为隔膜的二次电池

【答案】C

【解析】根据电池反应： $2\text{Na} + \text{xS} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Na}_2\text{S}_\text{x}$ 可知，放电时，钠作负极，发生氧化反应，电极反应为： $\text{Na} - \text{e}^- = \text{Na}^+$ ，硫作正极，发生还原反应，电极反应为 $\text{xS} + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{S}_\text{x}$ ，据此分析。 Na_2S_4 属于离子化合物，4 个硫原子间形成三对共用电子对，电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:]^{2-}\text{Na}^+$ ，故 A 正确；放电时发生的是原电池反应，正极发生还原反应，电极反应为： $\text{xS} + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{S}_\text{x}$ ，故 B 正确；放电时，Na 为电池的负极，正极为硫单质，故 C 错误；放电时，该电池是以钠作负极，硫作正极的原电池，充电时，是电解池， $\text{Na}-\beta-\text{Al}_2\text{O}_3$ 为隔膜，起到电解质溶液的作用，该电池为二次电池，故 D 正确；答案选 C。

8. (2020·浙江卷) 电解高浓度 RCOONa (羧酸钠) 的 NaOH 溶液，在阳极 RCOO^- 放电可得到 $\text{R}-\text{R}$ (烷烃)。下列说法不正确的是()

- A. 电解总反应方程式： $2\text{RCOONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{R}-\text{R} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NaOH}$
- B. RCOO^- 在阳极放电，发生氧化反应

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

D. 电解 CH_3COONa 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ 和 NaOH 混合溶液可得到乙烷、丙烷和丁烷

【答案】A

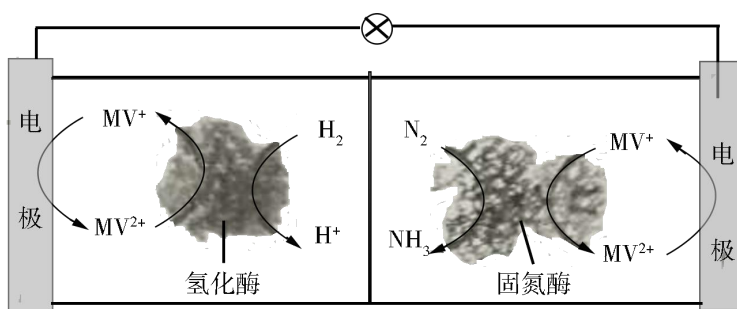
【解析】因为阳极 RCOO^- 放电可得到 R-R (烷烃) 和产生 CO_2 ，在强碱性环境中， CO_2 会与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O ，故阳极的电极反应式为 $2\text{RCOO}^- - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{R-R} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，阴极上 H_2O 电离产生的 H^+ 放电生成 H_2 ，同时生成 OH^- ，阴极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ，因而电解总反应方程式为 $2\text{RCOONa} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{通电}} \text{R-R} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ ，故 A 错误； RCOO^- 在阳极放电，电极反应式为 $2\text{RCOO}^- - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{R-R} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $-\text{COO}^-$ 中碳元素的化合价由 +3 价升高为 +4 价，发生氧化反应，烃基 -R 中元素的化合价没有发生变化，故 B 正确；阴极上 H_2O 电离产生的 H^+ 放电生成 H_2 ，同时生成 OH^- ，阴极的电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ，故 C 正确；根据题中信息，由上述电解总反应方程式可以确定下列反应能够发生：



$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{通电}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ 。因此，电解 CH_3COONa 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ 和 NaOH 的混合溶液可得到乙烷、丙烷和丁烷，D 正确。

【2019 年】

1. [2019·新课标I卷]利用生物燃料电池原理研究室温下氨的合成，电池工作时 $\text{MV}^{2+}/\text{MV}^+$ 在电极与酶之间传递电子，示意图如下所示。下列说法错误的是



- A. 相比现有工业合成氨，该方法条件温和，同时还可提供电能
- B. 阴极区，在氢化酶作用下发生反应 $\text{H}_2 + 2\text{MV}^{2+} = 2\text{H}^+ + 2\text{MV}^+$
- C. 正极区，固氮酶为催化剂， N_2 发生还原反应生成 NH_3
- D. 电池工作时质子通过交换膜由负极区向正极区移动

【答案】B

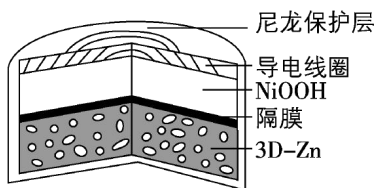
【解析】相比现有工业合成氨，该方法选用酶作催化剂，条件温和，同时利用 MV^+ 和 MV^{2+} 的相互转化，化学能转化为电能，故可提供电能，故 A 正确；左室为负极区， MV^+ 在负极失电子发生氧化反应生成 MV^{2+} ，电极反应式为 $MV^+ - e^- = MV^{2+}$ ，放电生成的 MV^{2+} 在氢化酶的作用下与 H_2 反应生成 H^+ 和 MV^+ ，反应的方程式为 $H_2 + 2MV^{2+} = 2H^+ + 2MV^+$ ，故 B 错误；右室为正极区， MV^{2+} 在正极得电子发生还原反应生成 MV^+ ，电极反应式为 $MV^{2+} + e^- = MV^+$ ，放电生成的 MV^+ 与 N_2 在固氮酶的作用下反应生成 NH_3 和 MV^{2+} ，故 C 正确；电池工作时，氢离子（即质子）通过交换膜由负极向正极移动，故 D 正确。

2. [2019·新课标Ⅲ卷]为提升电池循环效率和稳定性，科学家近期利用三维多孔海绵状 Zn

（3D-Zn）可以高效沉积 ZnO 的特点，设计了采用强碱性电解质的 3D-Zn—NiOOH 二次电池，

结构如下图所示。电池反应为 $Zn(s) + 2NiOOH(s) + H_2O(l) \xrightleftharpoons[充电]{放电} ZnO(s) + 2Ni(OH)_2(s)$ 。

下列说法错误的是



A. 三维多孔海绵状 Zn 具有较高的表面积，所沉积的 ZnO 分散度高

B. 充电时阳极反应为 $Ni(OH)_2(s) + OH^-(aq) - e^- = NiOOH(s) + H_2O(l)$

C. 放电时负极反应为 $Zn(s) + 2OH^-(aq) - 2e^- = ZnO(s) + H_2O(l)$

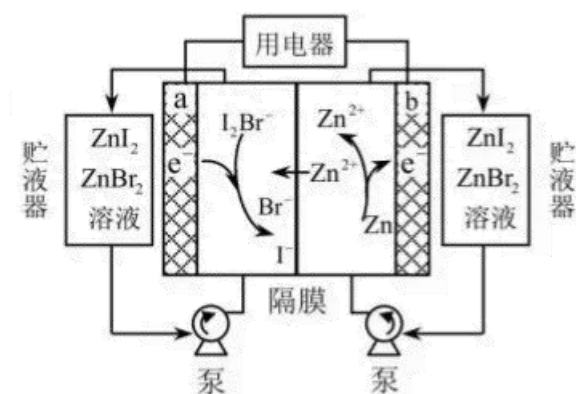
D. 放电过程中 OH^- 通过隔膜从负极区移向正极区

【答案】D

【解析】三维多孔海绵状 Zn 具有较高的表面积，吸附能力强，所沉积的 ZnO 分散度高，A 正确；充电相当于是电解池，阳极发生失去电子的氧化反应，根据总反应式可知阳极是 $Ni(OH)_2$ 失去电子转化为 $NiOOH$ ，电极反应式为 $Ni(OH)_2(s) + OH^-(aq) - e^- = NiOOH(s) + H_2O(l)$ ，B 正确；放电时相当于是原电池，负极发生失去电子的氧化反应，根据总反应式可知负极反应式为 $Zn(s) + 2OH^-(aq) - 2e^- = ZnO(s) + H_2O(l)$ ，C 正确；

原电池中阳离子向正极移动，阴离子向负极移动，则放电过程中 OH^- 通过隔膜从正极区移向负极区，D 错误。

3. [2019·天津卷]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 ()

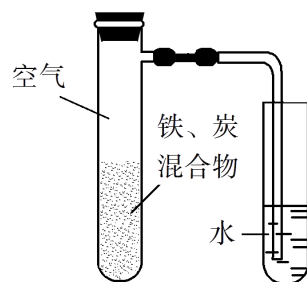
- A. 放电时，a 电极反应为 $I_2Br^- + 2e^- = 2I^- + Br^-$
- B. 放电时，溶液中离子的数目增大
- C. 充电时，b 电极每增重 0.65g，溶液中有 0.02mol I^- 被氧化
- D. 充电时，a 电极接外电源负极

【答案】D

【解析】放电时，a 电极为正极，碘得电子变成碘离子，正极反应式为 $I_2Br^- + 2e^- = 2I^- + Br^-$ ，故 A 正确；

放电时，正极反应式为 $I_2Br^- + 2e^- = 2I^- + Br^-$ ，溶液中离子数目增大，故 B 正确；充电时，b 电极反应式为 $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$ ，每增加 0.65g，转移 0.02mol 电子，阳极反应式为 $Br^- + 2I^- - 2e^- = I_2Br^-$ ，有 0.02mol I^- 失电子被氧化，故 C 正确；充电时，a 是阳极，应与外电源的正极相连，故 D 错误。

4. [2019·江苏卷]将铁粉和活性炭的混合物用 NaCl 溶液湿润后，置于如图所示装置中，进行铁的电化学腐蚀实验。下列有关该实验的说法正确的是

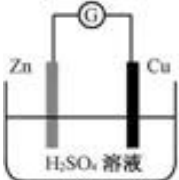


- A. 铁被氧化的电极反应式为 $\text{Fe}-3\text{e}^-=\text{Fe}^{3+}$
- B. 铁腐蚀过程中化学能全部转化为电能
- C. 活性炭的存在会加速铁的腐蚀
- D. 以水代替 NaCl 溶液，铁不能发生吸氧腐蚀

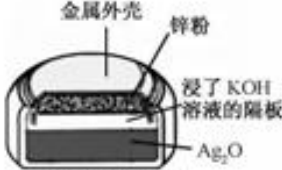
【答案】C

【解析】在铁的电化学腐蚀中，铁单质失去电子转化为二价铁离子，即负极反应为： $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ ，故 A 错误；铁的腐蚀过程中化学能除了转化为电能，还有一部分转化为热能，故 B 错误；活性炭与铁混合，在氯化钠溶液中构成了许多微小的原电池，加速了铁的腐蚀，故 C 正确；以水代替氯化钠溶液，水也呈中性，铁在中性或碱性条件下易发生吸氧腐蚀，故 D 错误。

5. [2019·浙江卷]化学电源在日常生活和高科技领域中都有广泛应用。下列说法不正确的是

A.  Zn^{2+} 向 Cu 电极方向移动，Cu 电极附近溶液中 H^+ 浓度增加

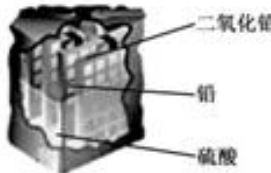
原电池示意图

B.  正极的电极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O}+2\text{e}^-+\text{H}_2\text{O}=2\text{Ag}+2\text{OH}^-$

钮扣式银锌电池

C.  锌筒作负极，发生氧化反应，锌筒会变薄

锌锰干电池

D.  使用一段时间后，电解质溶液的酸性减弱，导电能力下降

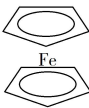
铅蓄电池

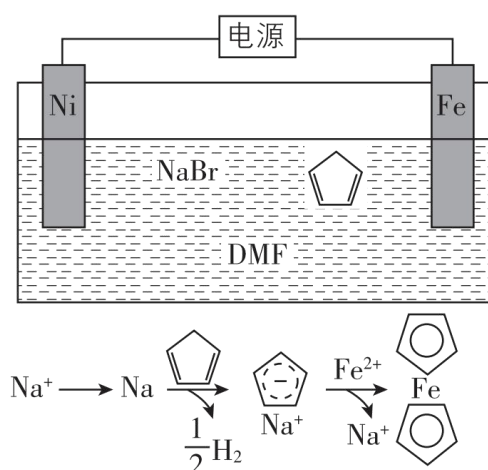
【答案】A

【解析】Zn 较 Cu 活泼，做负极，Zn 失电子变 Zn^{2+} ，电子经导线转移到铜电极，铜电极负电荷变多，吸引了溶液中的阳离子，因而 Zn^{2+} 和 H^+ 迁移至铜电极， H^+ 氧化性较强，得电子变 H_2 ，

因而 $c(\text{H}^+)$ 减小, A 项错误; Ag_2O 作正极, 得到来自 Zn 失去的电子, 被还原成 Ag, 结合 KOH 作电解液, 故电极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$, B 项正确; Zn 为较活泼电极, 做负极, 发生氧化反应, 电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, 锌溶解, 因而锌筒会变薄, C 项正确; 铅蓄电池总反应式为 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可知放电一段时间后, H_2SO_4 不断被消耗, 因而电解质溶液的酸性减弱, 导电能力下降, D 项正确。

6. [2019·新课标II卷节选]环戊二烯 () 是重要的有机化工原料, 广泛用于农药、橡胶、塑料等生产。回答下列问题:

(4) 环戊二烯可用于制备二茂铁 ($\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$, 结构简式为 ) , 后者广泛应用于航天、化工等领域中。二茂铁的电化学制备原理如下图所示, 其中电解液为溶解有溴化钠 (电解质) 和环戊二烯的 DMF 溶液 (DMF 为惰性有机溶剂)。



该电解池的阳极为_____ , 总反应为_____。电解制备需要在无水条件下进行, 原因为_____。

【答案】 (4) Fe 电极 $\text{Fe} + 2 \text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ($\text{Fe} + 2\text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2 + \text{H}_2 \uparrow$)

水会阻碍中间物 Na 的生成; 水会电解生成 OH^- , 进一步与 Fe^{2+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

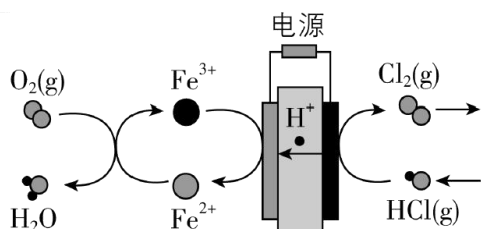
【解析】 (4) 根据阳极升失氧可知 Fe 为阳极; 根据题干信息 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 电解液中钠离子起到催化剂的作用使得环戊二烯得电子生成氢气, 同时与亚铁离子结合生成二茂铁, 故电极反

应式为 $\text{Fe} + 2 \text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2\uparrow$ ；电解必须在无水条件下进行，因为中间产物 Na 会与水反应生成氢氧化钠和氢气，亚铁离子会和氢氧根离子结合生成沉淀；

答案：Fe 电极； $\text{Fe} + 2 \text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2\uparrow$ （ $\text{Fe} + 2\text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2\uparrow$ ）；水会阻碍中间物 Na 的生成；水会电解生成 OH^- ，进一步与 Fe^{2+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

7. [2019·新课标Ⅲ卷节选]近年来，随着聚酯工业的快速发展，氯气的需求量和氯化氢的产出量也随之迅速增长。因此，将氯化氢转化为氯气的技术成为科学研究的热点。回答下列问题：

（4）在传统的电解氯化氢回收氯气技术的基础上，科学家最近采用碳基电极材料设计了一种新的工艺方案，主要包括电化学过程和化学过程，如下图所示：



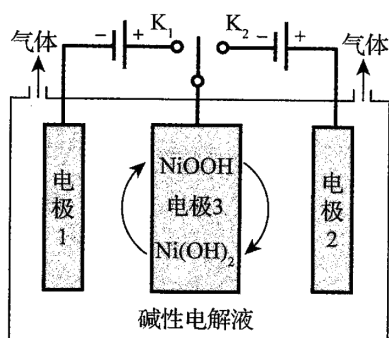
负极区发生的反应有_____（写反应方程式）。电路中转移 1 mol 电子，需消耗氧气_____L（标准状况）。

【答案】（4） $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ， $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 5.6

【解析】（4）电解过程中，负极区即阴极上发生的是得电子反应，元素化合价降低，属于还原反应，则图中左侧为负极反应，根据图示信息知电极反应为： $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 和 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；电路中转移 1 mol 电子，根据电子得失守恒可知需消耗氧气的物质的量是 $1\text{mol} \div 4 = 0.25\text{mol}$ ，在标准状况下的体积为 $0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$ 。

8. [2019·北京卷节选]氢能源是最具应用前景的能源之一，高纯氢的制备是目前的研究热点。

（2）可利用太阳能光伏电池电解水制高纯氢，工作示意图如下。通过控制开关连接 K_1 或 K_2 ，可交替得到 H_2 和 O_2 。



①制 H_2 时，连接_____。产生 H_2 的电极反应式是_____。

②改变开关连接方式，可得 O_2 。

③结合①和②中电极 3 的电极反应式，说明电极 3 的作用：_____。

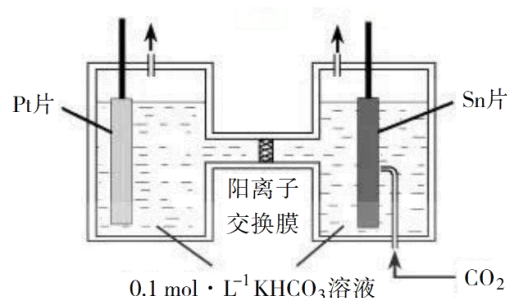
【答案】 (2) K_1 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ 连接 K_1 或 K_2 时，电极 3 分别作为阳极材料和阴极材料，并且 NiOOH 和 Ni(OH)_2 相互转化提供电子转移

【解析】 (2) ①电极生成 H_2 时，根据电极放电规律可知 H^+ 得到电子变为氢气，因而电极须连接负极，因而制 H_2 时，连接 K_1 ，该电池在碱性溶液中，由 H_2O 提供 H^+ ，电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ；

③电极 3 上 NiOOH 和 Ni(OH)_2 相互转化，其反应式为 $\text{NiOOH} + \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ni(OH)}_2 + \text{OH}^-$ ，当连接 K_1 时， Ni(OH)_2 失去电子变为 NiOOH ，当连接 K_2 时， NiOOH 得到电子变为 Ni(OH)_2 ，因而作用是连接 K_1 或 K_2 时，电极 3 分别作为阳极材料和阴极材料，并且 NiOOH 和 Ni(OH)_2 相互转化提供电子转移。

9. [2019·江苏卷节选] CO_2 的资源化利用能有效减少 CO_2 排放，充分利用碳资源。

(2) 电解法转化 CO_2 可实现 CO_2 资源化利用。电解 CO_2 制 HCOOH 的原理示意图如下。



①写出阴极 CO_2 还原为 HCOO^- 的电极反应式：_____▲_____。

②电解一段时间后，阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低，其原因是_____▲_____。

【答案】 (2) ① $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ 或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ ②阳极产生 O_2 ，pH 减小， HCO_3^- 浓度降低； K^+ 部分迁移至阴极区

【解析】(2) ①根据电解原理，阴极上得到电子，化合价降低， $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ ，或 $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ ；②阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ ，阳极附近 pH 减小， H^+ 与 HCO_3^- 反应，同时部分 K^+ 迁移至阴极区，所以电解一段时间后，阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低。

10. [2019 浙江选考节选]水是“生命之基质”，是“永远值得探究的物质”。

(4) 以铂阳极和石墨阴极设计电解池，通过电解 NH_4HSO_4 溶液产生 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，再与水反应得到 H_2O_2 ，其中生成的 NH_4HSO_4 可以循环使用。

①阳极的电极反应式是_____。

②制备 H_2O_2 的总反应方程式是_____。

【答案】(4) ① $2\text{HSO}_4^- - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{H}^+$ 或 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$

② $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\uparrow$

【解析】(4) ①电解池使用惰性电极，阳极本身不参与反应，阳极吸引 HSO_4^- (或 SO_4^{2-}) 离子，并放电生成 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，因而电极反应式为 $2\text{HSO}_4^- - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{H}^+$ 或 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 。

②通过电解 NH_4HSO_4 溶液产生 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 和 H_2 。由题中信息可知，生成的 NH_4HSO_4 可以循环使用，说明 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与水反应除了生成 H_2O_2 ，还有 NH_4HSO_4 生成，因而总反应中只有水作反应物，产物为 H_2O_2 和 H_2 ，故总反应方程式为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\uparrow$ 。

【2018 年】

1. (2018·全国卷I卷) 硫酸亚铁锂 (LiFePO_4) 电池是新能源汽车的动力电池之一。采用湿法冶金工艺回收废旧硫酸亚铁锂电池正极片中的金属，其流程如下：



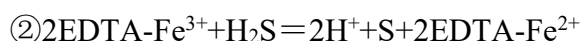
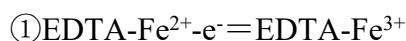
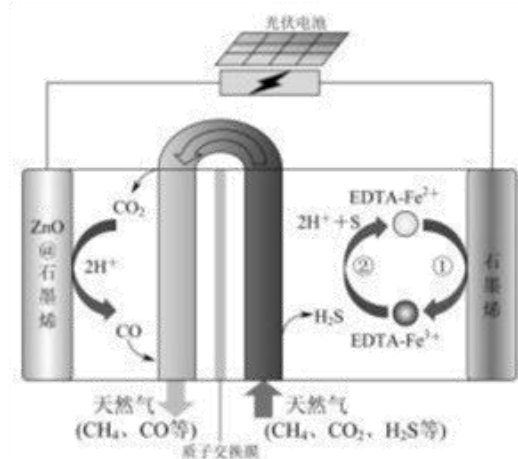
下列叙述错误的是

- A. 合理处理废旧电池有利于保护环境和资源再利用
- B. 从“正极片”中可回收的金属元素有 Al、Fe、Li
- C. “沉淀”反应的金属离子为 Fe^{3+}
- D. 上述流程中可用硫酸钠代替碳酸钠

【答案】D

【解析】正极片碱溶时铝转化为偏铝酸钠，滤渣中含有磷酸亚铁锂，加入硫酸和硝酸酸溶，过滤后滤渣是炭黑，得到含 Li、P、Fe 的滤液，加入碱液生成氢氧化铁沉淀，滤液中加入碳酸钠生成含锂的沉淀，据此解答。废旧电池中含有重金属，随意排放容易污染环境，因此合理处理废旧电池有利于保护环境和资源再利用，A 正确；根据流程的转化可知从正极片中可回收的金属元素有 Al、Fe、Li，B 正确；得到含 Li、P、Fe 的滤液，加入碱液生成氢氧化铁沉淀，因此“沉淀”反应的金属离子是 Fe^{3+} ，C 正确；硫酸锂能溶于水，因此上述流程中不能用硫酸钠代替碳酸钠，D 错误。

2. (2018·全国卷I卷) 最近我国科学家设计了一种 $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{S}$ 协同转化装置，实现对天然气中 CO_2 和 H_2S 的高效去除。示意图如图所示，其中电极分别为 $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ (石墨烯包裹的 ZnO) 和石墨烯，石墨烯电极区发生反应为：



该装置工作时，下列叙述错误的是

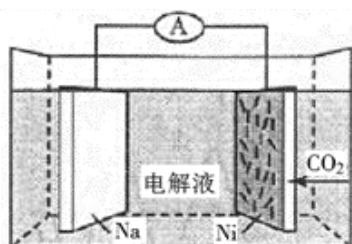
- A. 阴极的电极反应： $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- B. 协同转化总反应： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$
- C. 石墨烯上的电势比 $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ 上的低
- D. 若采用 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 取代 $\text{EDTA-Fe}^{3+}/\text{EDTA-Fe}^{2+}$ ，溶液需为酸性

【答案】C

【解析】该装置属于电解池， CO_2 在 $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ 电极上转化为 CO ，发生得到电子的还原反应，为阴极，石墨烯电极为阳极，发生失去电子的氧化反应，据此解答。 CO_2 在 $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ 电极上转化为 CO ，发生得到电子的还原反应，为阴极，电极反应式为 $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ，A 正确；根据石墨烯电极上发生的电极反应可知①+②即得到 $\text{H}_2\text{S} - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+ + \text{S}$ ，因此总反应

式为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ ，B 正确；石墨烯电极为阳极，与电源的正极相连，因此石墨烯上的电势比 $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ 电极上的高，C 错误；由于铁离子、亚铁离子均易水解，所以如果采用 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 取代 $\text{EDTA-Fe}^{3+}/\text{EDTA-Fe}^{2+}$ ，溶液需要酸性，D 正确。

3. (2018·全国卷 II) 我国科学家研发了一种室温下“可呼吸”的 $\text{Na}-\text{CO}_2$ 二次电池。将 NaClO_4 溶于有机溶剂作为电解液，钠和负载碳纳米管的镍网分别作为电极材料，电池的总反应为： $3\text{CO}_2 + 4\text{Na} \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ 。下列说法错误的是



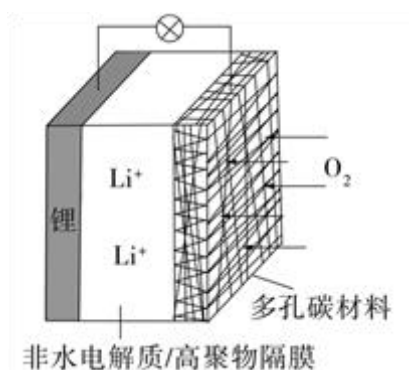
- A. 放电时， ClO_4^- 向负极移动
- B. 充电时释放 CO_2 ，放电时吸收 CO_2
- C. 放电时，正极反应为： $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + \text{C}$
- D. 充电时，正极反应为： $\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$

【答案】D

【解析】原电池中负极发生失去电子的氧化反应，正极发生得到电子的还原反应，阳离子向正极移动，阴离子向负极移动，充电可以看作是放电的逆反应，据此解答。放电时是原电池，阴离子 ClO_4^- 向负极移动，A 正确；电池的总反应为 $3\text{CO}_2 + 4\text{Na} \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ ，因此充电时释放 CO_2 ，放电时吸收 CO_2 ，B 正确；

放电时是原电池，正极是二氧化碳得到电子转化为碳，反应为： $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + \text{C}$ ，C 正确；充电时是电解，正极与电源的正极相连，作阳极，发生失去电子的氧化反应，反应为 $2\text{CO}_3^{2-} + \text{C} - 4\text{e}^- = 3\text{CO}_2$ ，D 错误。

4. (2018·全国卷 III) 一种可充电锂-空气电池如图所示。当电池放电时， O_2 与 Li^+ 在多孔碳材料电极处生成 $\text{Li}_2\text{O}_{2-x}$ ($x=0$ 或 1)。下列说法正确的是



- A. 放电时，多孔碳材料电极为负极
- B. 放电时，外电路电子由多孔碳材料电极流向锂电极
- C. 充电时，电解质溶液中 Li^+ 向多孔碳材料区迁移
- D. 充电时，电池总反应为 $\text{Li}_2\text{O}_{2-x} = 2\text{Li} + (1 - \frac{x}{2}) \text{O}_2$

【答案】D

【解析】放电时， O_2 与 Li^+ 在多孔碳电极处反应，说明电池内， Li^+ 向多孔碳电极移动，因为阳离子移向正极，所以多孔碳电极为正极，A 错误。因为多孔碳电极为正极，外电路电子应该由锂电极流向多孔碳电极（由负极流向正极），B 错误。充电和放电时电池中离子的移动方向应该相反，放电时， Li^+ 向多孔碳电极移动，充电时向锂电极移动，C 错误。根据图示和上述分析，电池的正极反应应该是 O_2 与 Li^+ 得电子转化为 $\text{Li}_2\text{O}_{2-x}$ ，电池的负极反应应该是单质 Li 失电子转化为 Li^+ ，所以总反应为： $2\text{Li} + (1 - \frac{x}{2}) \text{O}_2 = \text{Li}_2\text{O}_{2-x}$ ，充电的反应与放电的反应相反，所以为 $\text{Li}_2\text{O}_{2-x} = 2\text{Li} + (1 - \frac{x}{2}) \text{O}_2$ ，D 正确。

5. （2018·北京卷）验证牺牲阳极的阴极保护法，实验如下（烧杯内均为经过酸化的 3%NaCl 溶液）。

①	②	③
在 Fe 表面生成蓝色沉淀	试管内无明显变化	试管内生成蓝色沉淀

下列说法不正确的是

- A. 对比②③，可以判定 Zn 保护了 Fe
- B. 对比①②， $K_3[Fe(CN)_6]$ 可能将 Fe 氧化
- C. 验证 Zn 保护 Fe 时不能用①的方法
- D. 将 Zn 换成 Cu，用①的方法可判断 Fe 比 Cu 活泼

【答案】D

【解析】对比②③，②Fe 附近的溶液中加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 无明显变化，②Fe 附近的溶液中不含 Fe^{2+} ，③Fe 附近的溶液中加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 产生蓝色沉淀，③Fe 附近的溶液中含 Fe^{2+} ，②中 Fe 被保护，A 正确；①加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 在 Fe 表面产生蓝色沉淀，Fe 表面产生了 Fe^{2+} ，对比①②的异同，①可能是 $K_3[Fe(CN)_6]$ 将 Fe 氧化成 Fe^{2+} ，B 正确；对比①②，①加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 在 Fe 表面产生蓝色沉淀，①也能检验出 Fe^{2+} ，不能用①的方法验证 Zn 保护 Fe，C 正确；由实验可知 $K_3[Fe(CN)_6]$ 可能将 Fe 氧化成 Fe^{2+} ，将 Zn 换成 Cu 不能用①的方法证明 Fe 比 Cu 活泼，D 错误。

