

微专题 多池 多室的电化学装置

目录

考情探究	2
1. 高考真题考点分布	2
2. 命题规律及备考策略	2
培优讲练	2
考点 01 多池串联电化学装置的解题技巧	2
考向 01 考查无外接电源的电池类型	3
考向 02 考查有外接电源的电池类型	4
考向 03 多池串联装置的综合计算	5
考点 02 隔膜多室电化学装置的分析	8
考向 01 隔膜多室电化学装置的分析	10
好题冲关	12
基础过关	12
题型 01 多池串联电化学装置	12
题型 02 隔膜多室电化学装置的分析	15
能力提升	20
真题感知	27

考情探究

1. 高考真题考点分布

考点内容	考点分布
多池串联电化学装置	2025 河北卷, 2025 四川卷, 2025 湖南卷, 2025 广东卷, 2025 河北卷 2024 甘肃卷,
隔膜多室电化学装置的分析	2025 江西卷, 2025 四川卷, 2025 湖南卷, 2025 湖北卷, 2025 广东卷, 2025 山东卷, 2024 广西卷, 2024 福建卷, 2024 海南卷, 2024 江西卷, 2024 广东卷, 2024 北京卷

2. 命题规律及备考策略

【命题规律】

原电池和电解池统称为电池,将多个电池串联在一起,综合考查电化学知识是近年来高考命题的热点,该类题目能够考查学生对解题方法的掌握情况,需要学生具有缜密的思维能力及巧妙的处理数据的能力。

【备考策略】

掌握多池连接的分析应用

【命题预测】

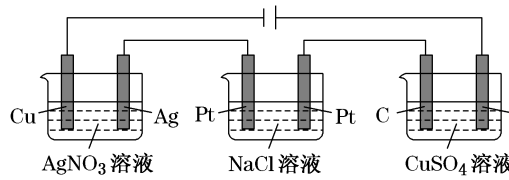
预计高考仍侧重将原电池和电解池结合在一起,综合考查化学反应中的能量变化、氧化还原反应、化学实验和化学计算等知识,

培优讲练

考点 01 多池串联电化学装置的解题技巧

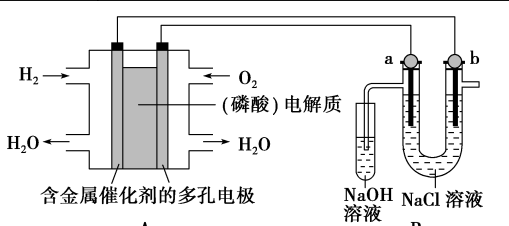
考点梳理

1、有外接电源电池类型的判断方法

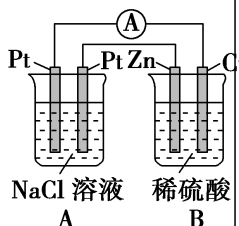
分析思路	有外接电源的各电池均为电解池,若电池阳极材料与电解质溶液中的阳离子相同,则该电池为电镀池
	甲为 电镀池 ,乙、丙均为 电解池

2、无外接电源电池类型的判断方法

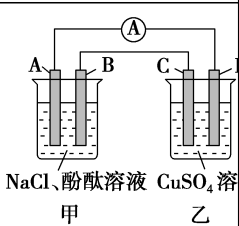
(1) 直观判断

分析思路	题目中若有燃料电池、铅蓄电池等在电路中时则为原电池,则其他装置为电解池
	A 为 原电池 ,B 为 电解池

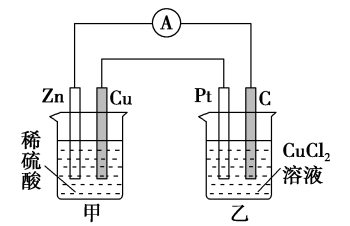
(2) 根据电池中的电极材料和电解质溶液判断

分析思路	原电池的特点:自发进行的氧化还原反应,电极一般不相同 电解池的特点:电极材料可以相同可以不相同,不要求是不是自发反应
 <p>A为电解池, B为原电池</p>	

(3) 根据电极反应现象判断

分析思路	在某些装置中根据电极反应现象可判断电极,并由此判断电池类型
 <p>如图:若 C 极溶解, D 极上析出 Cu, B 极附近溶液变红, A 极上放出黄绿色气体,则可知乙是原电池, D 是正极, C 是负极,甲是电解池, A 是阳极, B 是阴极。B、D 极发生还原反应, A、C 极发生氧化反应</p>	

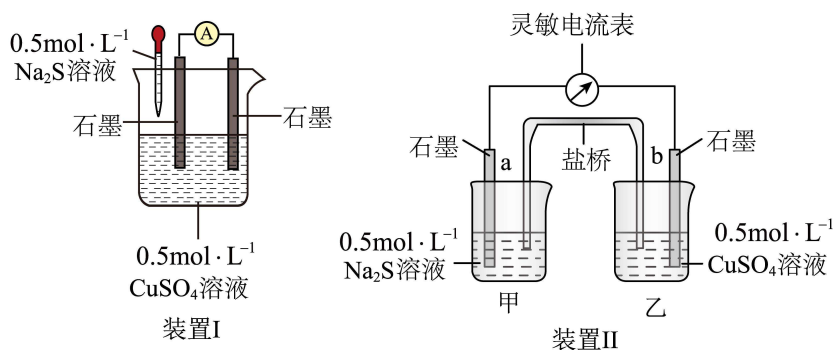
3、多池串联装置的解题策略

有关概念的分析判断	在确定了原电池和电解池后,电极的判断、电极反应式的书写、实验现象的描述、溶液中离子的移动、 <i>pH</i> 的变化及电解质溶液的恢复等,只要按照各自的规律分析就可以了
综合装置中的有关计算	原电池和电解池综合装置的有关计算的根本依据就是电子转移的守恒,分析时要注意两点:①串联电路中各支路电流相等;②并联电路中总电流等于各支路电流之和
	 <p>分析:图中装置甲是原电池,乙是电解池,若电路中有 0.2 mol 电子转移,则 Zn 极溶解 6.5 g, Cu 极上析出 H_2 2.24 L (标准状况), Pt 极上析出 Cl_2 0.1 mol, C 极上析出 Cu 6.4 g。甲池中 H^+ 被还原,生成 $ZnSO_4$, 溶液 <i>pH</i> 变大;乙池中是电解 $CuCl_2$, 由于 Cu^{2+} 浓度的减小使溶液 <i>pH</i> 微弱增大,电解后再加入适量 $CuCl_2$ 固体可使溶液复原</p>

典例引领

考向 01 考查无外接电源的电池类型

- (2025·广东·模拟预测) 某兴趣小组设计了如下两套装置探究铜离子与硫离子的反应,装置 II 的盐桥中装有含饱和 K_2SO_4 溶液的琼胶。实验过程中,装置 I 中产生黑色沉淀,电流表指针无明显偏转;装置 II 中甲烧杯中溶液变黄,乙烧杯中石墨电极上出现红色固体,电流表指针偏转。已知存在反应: $S^{2-} + (x-1)S = S_x^{2-}$ (黄色), 下列说法错误的是



- A. 装置 I 中产生黑色沉淀的离子反应为 $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS \downarrow$
- B. 甲烧杯中发生的电极反应为 $x S^{2-} - 2(x-1)e^{-} = S_x^{2-}$
- C. 实验过程中, 乙烧杯中的溶液 pH 会减小
- D. 实验说明 Na_2S 与 $CuSO_4$ 能发生复分解反应和氧化还原反应

【答案】C

【详解】A. 装置 I 中 Na_2S 溶液和 $CuSO_4$ 溶液直接混合, 发生复分解反应生成黑色 CuS 沉淀, 离子方程式为 $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS \downarrow$, A 正确;

B. 装置 II 为原电池, 甲烧杯为负极, S^{2-} 被氧化为 S_x^{2-} (黄色), S^{2-} 中 S 为 -2 价, S_x^{2-} 中 S 平均价态为 $-\frac{2}{x}$, 每个 S 原子失电子数为 $\frac{2(x-1)}{x}$, x 个 S 原子共失 $2(x-1)$ 电子, 电极反应式为 $xS^{2-} - 2(x-1)e^{-} = S_x^{2-}$, B 正确;

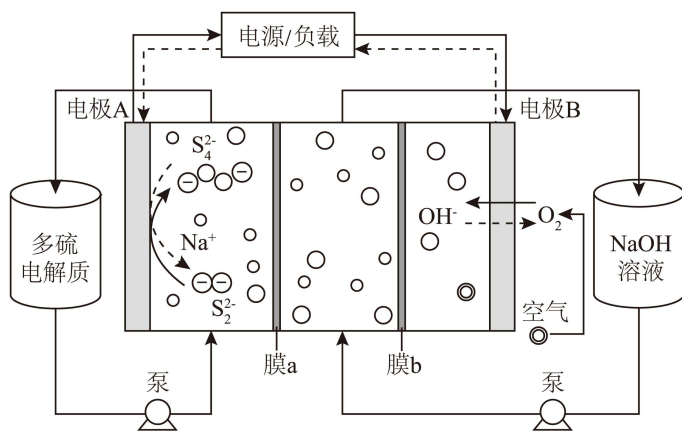
C. 装置 II 乙烧杯为正极区, 发生反应 $Cu^{2+} + 2e^{-} = Cu$, Cu^{2+} 水解使溶液显酸性 ($Cu^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + 2H^{+}$), 随着 Cu^{2+} 被还原, 水解平衡逆向移动, H^{+} 浓度减小, pH 增大, C 错误;

D. 装置 I 中 Cu^{2+} 与 S^{2-} 直接结合生成 CuS , 为复分解反应; 装置 II 中形成原电池, Cu^{2+} 被还原为 Cu , S^{2-} 被氧化为 S_x^{2-} , 存在电子转移, 为氧化还原反应, D 正确;

故选 C。

考向 02 考查有外接电源的电池类型

2. (2025·四川达州·模拟预测) 全碱性多硫化物-空气液流二次电池可用于再生能源储能系统和智能电网的备用电源等, 其工作原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 放电时, Na^{+} 从右往左穿过膜 a 进入电极 A 区域
- B. 放电时, 负极区的电极反应式为 $S_4^{2-} + 2e^{-} = 2S_2^{2-}$

C. 充电时, 电池总反应方程式为 $2S_4^{2-} + 4OH^- \xrightarrow{\text{通电}} 4S_2^{2-} + O_2 \uparrow + 2H_2O$

D. 充电时, 阴极每消耗 $261g Na_2S_4$ 电路中理论上转移电子数目为 $6N_A$

【答案】C

【详解】A. 放电时为原电池, 阳离子 (Na^+) 向正极移动。电极 A 为负极, 电极 B 为正极, Na^+ 应从左 (电极 A 区域) 向右 (电极 B 区域) 穿过膜 b, A 错误;

B. 放电时负极发生氧化反应, 应失去电子, 电极方程式为: $2S_2^{2-} - 2e^- = S_4^{2-}$, B 错误;

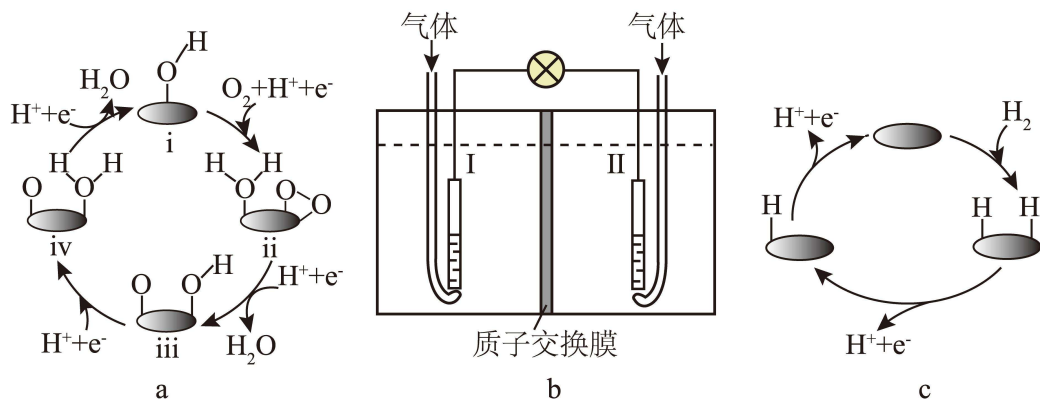
C. 放电时, 正极发生还原反应, 反应为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$; 负极发生氧化反应, 反应为 $2S_2^{2-} - 2e^- = S_4^{2-}$; 放电总反应为 $4S_2^{2-} + O_2 + 2H_2O = 2S_4^{2-} + 4OH^-$, 充电时总反应为放电的逆反应, 即 $2S_4^{2-} + 4OH^- \xrightarrow{\text{通电}} 4S_2^{2-} + O_2 \uparrow + 2H_2O$, C 正确;

D. 充电时阴极反应为 $S_4^{2-} + 2e^- = 2S_2^{2-}$, Na_2S_4 摩尔质量为 $174g/mol$, $261g Na_2S_4$ 的物质的量为 $\frac{261g}{174g/mol} = 1.5mol$, 转移电子为 $1.5mol \times 2 = 3N_A$, D 错误;

故选 C。

考向 03 多池串联装置的综合计算

3. (2025·山东·一模) 某理论研究认为: 燃料电池 (图 b) 的电极 I 和 II 上所发生反应的催化机理示意图分别如图 a 和图 c, 其中 O_2 获得第一个电子的过程最慢。由此可知, 理论上说肯定错误的是



A. 正极反应的催化剂是 i

B. 图 a 中, i 到 ii 过程的活化能一定最高

C. 燃料电池工作过程中, 两极区溶液 pH 均保持不变

D. 电池工作过程中, 当转移 $4mol e^-$, 正极室的溶液质量增加 $36g$

【答案】C

【详解】A. 燃料电池中, 正极发生还原反应 (O_2 得电子), 图 a 为电极 I 的机理, 涉及 O_2 的还原过程。催化剂在反应前后不变, 图 a 中 i 参与反应循环且最终再生, 故 i 是正极反应的催化剂, A 正确;

B. 已知 O_2 获得第一个电子的过程最慢 (决速步), 活化能越高反应越慢。图 a 中 i \rightarrow ii 为 O_2 结合 H^+ 和第一个电子生成中间产物的过程, 即 O_2 得第一个电子的步骤, 故该过程活化能最高, B 正确;

C. 负极 (图 c) 反应为 $H_2 - 2e^- = 2H^+$, 为保持电中性, H^+ 通过质子交换膜移向正极, 负极区 H^+ 浓度可能不变; 正极反应为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$, 生成 H_2O 使溶液体积增大, H^+ 浓度降低, pH 增大, 两极区 pH 并非均不变, C 错误;

D. 当转移 $4mol e^-$ 时, 正极消耗 $1mol O_2$ (质量 $32g$), 同时有 $4mol H^+$ (质量 $4g$) 从负极迁移进入正极室参与反应, 因此正极室溶液质量增加量为进入物质的总质量, 即 $32g + 4g = 36g$, D 正确;

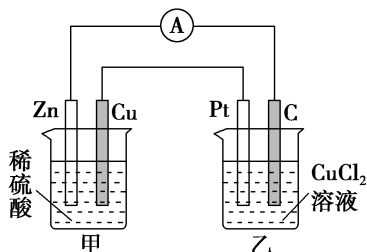
综上所述,答案选C。

【思维建模】

原电池和电解池综合装置的有关计算的根本依据就是电子转移的守恒,分析时要注意两点:

- ①串联电路中各支路电流相等;
②并联电路中总电流等于各支路电流之和。

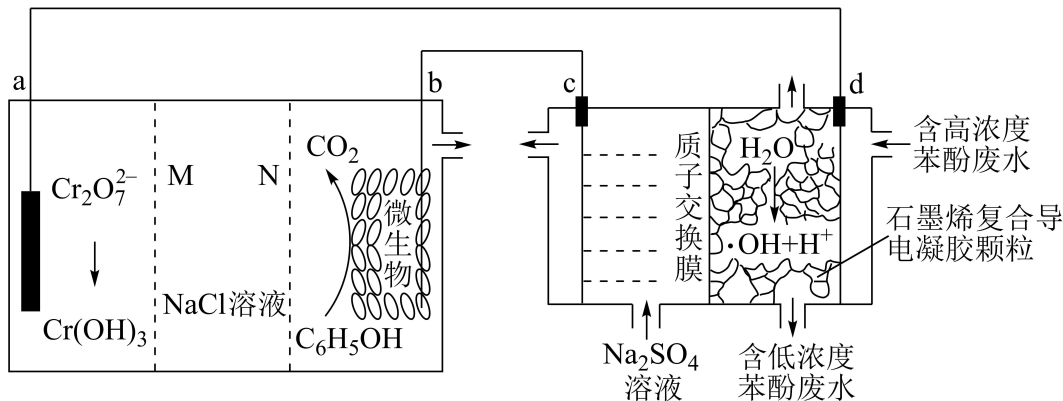
在此基础上分析处理其他各种数据。



图中装置甲是原电池,乙是电解池,若电路中有 0.2 mol 电子转移,则 Zn 极溶解 6.5 g , Cu 极上析出 H_2 2.24 L (标准状况), Pt 极上析出 Cl_2 0.1 mol , C 极上析出 Cu 6.4 g 。甲池中 H^+ 被还原,生成 ZnSO_4 ,溶液 pH 变大;乙池中是电解 CuCl_2 ,由于 Cu^{2+} 浓度的减小使溶液 pH 微弱增大,电解后再加入适量 CuCl_2 固体可使溶液复原。

对点提升

【对点1】(2025·山西晋城·模拟预测)科学家设计了一种能产生羟基自由基($\cdot\text{OH}$)的原电池—电解池组合装置, $\cdot\text{OH}$ 能将苯酚氧化为 CO_2 和 H_2O ,实现发电、环保二位一体,其工作原理如图所示(微生物在强酸性条件下,活性会减弱)。下列说法正确的是



- A. a 极为阳极
B. a 极区每产生 $1 \text{ mol } \text{Cr}(\text{OH})_3$, c 极区溶液质量减轻 3 g
C. b 极区消耗 $1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$,理论上外电路转移 24 mol 电子
D. N 为阴离子交换膜,可防止阴极区酸性增强

【答案】D

【详解】A. a 极区 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$, Cr 元素化合价从 $+6$ 降低到 $+3$,发生还原反应,故 a 电极为正极, A 错误;

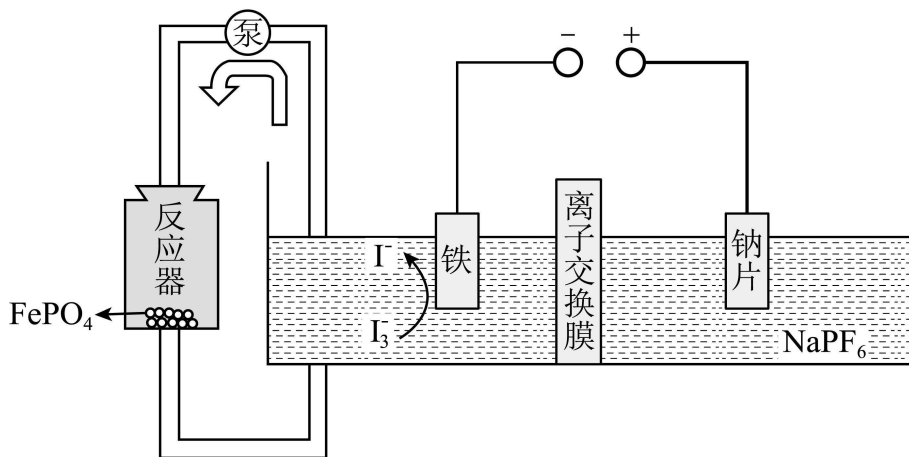
B. 正极反应式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 7\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 8\text{OH}^-$, a 极区每产生 $1 \text{ mol } \text{Cr}(\text{OH})_3$ 时转移 3 mol 电子,通过质子交换膜移向阴极的 $n(\text{H}^+) = 3 \text{ mol}$,阴极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, $n(\text{H}_2) = 1.5 \text{ mol}$, $m(\text{H}_2) = 1.5 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3 \text{ g}$,即 c 极区溶液质量不变, B 错误;

C. b 电极为负极, 负极反应式为 $C_6H_5OH - 28e^- + 11H_2O = 6CO_2\uparrow + 28H^+$, 消耗 $1mol C_6H_5OH$, 理论上外电路转移 $28mol$ 电子, C 错误;

D. 由 b 极区反应式知, 随着反应进行, $c(H^+)$ 增大, OH^- 通过 N 膜进入 b 极区, 可防止溶液酸性增强, 故 N 膜为阴离子交换膜, D 正确;

故答案选 D。

【对点 2】(2025·吉林松原·模拟预测) $NaFePO_4$ 是一种难溶于水, 具有良好电化学性能的钠离子电池正极材料, 我国科研人员利用电解法生成 I^- 还原 $FePO_4$ 同时结合 Na^+ 合成 $NaFePO_4$, 取得了显著的进展, 其工作原理如图, 下列说法正确的是



已知: 电解中转移 $1mol$ 电子所消耗的电量为 96500 库仑。

A. 阳极区钠片失电子被氧化, $NaPF_6$ 水溶液的作用是增强导电性

B. 阳极区电解质溶液不需要更换, 阴极区电解质溶液需要定期更换

C. $FePO_4$ 发生的反应为 $2FePO_4 + 3I^- + 2Na^+ = 2NaFePO_4 + I_3^-$

D. 电解消耗的电量为 Q 库仑, 理论上合成 $NaFePO_4$ 的物质的量为 $\frac{2Q}{96500} mol$

【答案】C

【详解】A. 阳极区钠片作为阳极失电子被氧化为 Na^+ , 但钠是活泼金属, 若 $NaPF_6$ 为水溶液, 钠会直接与水反应生成 $NaOH$ 和 H_2 , 无法实现电解目的, 因此 $NaPF_6$ 不可能是水溶液, A 错误;

B. 阳极区钠片失电子生成 Na^+ , Na^+ 通过离子交换膜向阴极区移动, 阳极区 $NaPF_6$ 溶液中 Na^+ 由钠片补充, 浓度可维持; 阴极区 I^- 还原 $FePO_4$ 后可能生成 I_3^- 或 I_2 , I_2 可循环到阴极被还原为 I^- , 形成循环, 电解质溶液无需定期更换, B 错误;

C. $FePO_4$ 中 Fe^{3+} 被还原为 $NaFePO_4$ 中的 Fe^{2+} (每个 Fe^{3+} 得 $1e^-$), I^- 被氧化为 I_3^- ($3I^- \rightarrow I_3^-$ 失去 $2e^-$)。根据电子守恒, 2 个 Fe^{3+} 得 $2e^-$, 3 个 I^- 失 $2e^-$, 结合 Na^+ 生成 $NaFePO_4$, 反应式为 $2FePO_4 + 3I^- + 2Na^+ = 2NaFePO_4 + I_3^-$, C 正确;

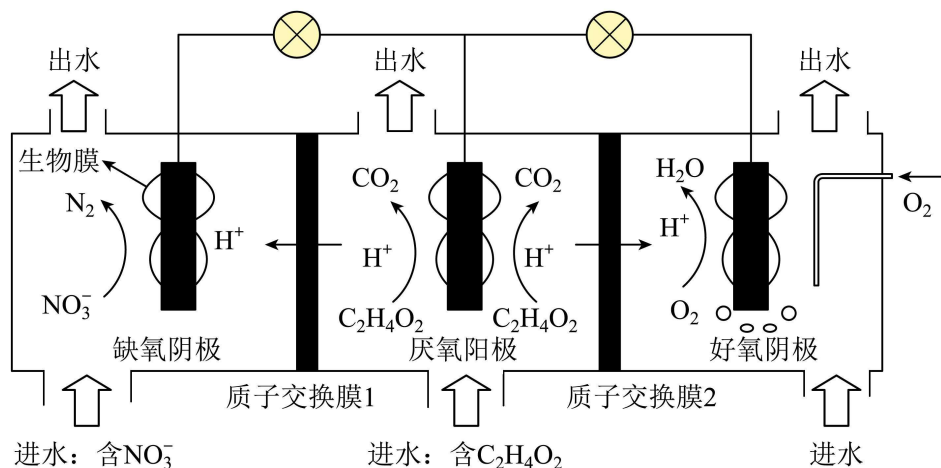
D. 电解消耗电量为 Q 库仑时, 转移电子物质的量 $n(e^-) = \frac{Q}{96500} mol$ 。每个 $NaFePO_4$ 对应 1 个 Fe^{3+}

得 $1e^-$, 故生成 $NaFePO_4$ 的物质的量为 $\frac{Q}{96500} mol$, D 错误;

故答案选 C。

【对点 3】(2025·宁夏银川·一模) 一种双阴极微生物燃料电池的工作原理如图所示 (燃料为 $C_2H_4O_2$)。下

列说法正确的是



- A. 放电时, 缺氧阴极和好氧阴极相当于原电池的负极
 B. 若“厌氧阳极”转移 1 mol 电子, 则理论上消耗 $C_2H_4O_2$ 为 7.5 g
 C. “缺氧阴极”的电极反应式为: $2NO_3^- + 10e^- + 6H_2O = N_2 + 12OH^-$
 D. 放电时, “缺氧阴极”区域质量增加, “好氧阴极”区域质量减轻

【答案】B

【详解】A. 原电池中, 阴极发生还原反应(得电子), 为正极; 负极发生氧化反应(失电子)。缺氧阴极和好氧阴极均为得电子的正极, A 错误;

B. 厌氧阳极中 $C_2H_4O_2$ (摩尔质量 60 g/mol) 氧化为 CO_2 , C 元素从 0 价升至 +4 价, 1 分子 $C_2H_4O_2$ 含 2 个 C, 共失 $8e^-$ 。转移 1 mol 电子时, 消耗 $C_2H_4O_2$ 的物质的量为 $\frac{1}{8}$ mol, 质量为 $\frac{1}{8}$ mol \times 60 g/mol = 7.5 g, B 正确;

C. 缺氧阴极 NO_3^- 还原为 N_2 , N 从 +5 价降为 0 价, 2 个 N 得 $10e^-$, 结合质子交换膜 (H^+ 移动), 反应式应为 $2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ = N_2 \uparrow + 6H_2O$, 而非生成 OH^- (碱性条件), C 错误;

D. 缺氧阴极: 反应式应为 $2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ = N_2 \uparrow + 6H_2O$, 即 $12\text{mol } H^+$ (12g) 进入, 逸出 $1\text{mol } N_2$ (28g) 气体, 质量减轻; 好氧阴极: O_2 和 H^+ 结合生成 H_2O , 质量增加, D 错误;

故答案选 B。

考点 02 隔膜多室电化学装置的分析

考点梳理

多室电解池是利用离子交换膜的选择透过性, 即允许带某种电荷的离子通过而限制带相反电荷的离子通过, 将电解池分为两室、三室、多室等, 以达到物质制备、浓缩、净化、提纯的目的。

“隔膜”电解池的解题步骤:

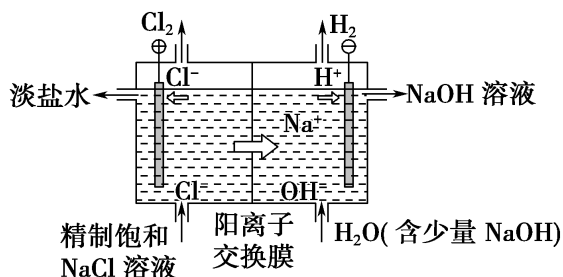
第一步: 分清隔膜类型。即交换膜属于阳膜、阴膜或质子膜中的哪一种, 判断允许哪种离子通过隔膜。

第二步: 写出电极反应式, 判断交换膜两侧离子变化, 推断电荷变化, 根据电荷平衡判断离子迁移方向。

第三步: 分析隔膜作用。在产品制备中, 隔膜作用主要是提高产品纯度, 避免产物之间发生反应, 或避免产物因发生反应而造成危险。

1、两室电解池:

例如, 工业上利用如图两室电解装置制备烧碱:



阳极室中电极反应： $2Cl^- - 2e^- === Cl_2 \uparrow$ ，

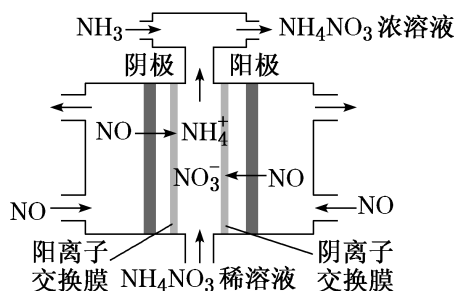
阴极室中的电极反应： $2H_2O + 2e^- === H_2 \uparrow + 2OH^-$ ，

阴极区 H^+ 放电，破坏了水的电离平衡，使 OH^- 浓度增大，阳极区 Cl^- 放电，使溶液中的 $c(Cl^-)$ 减小，为保持电荷守恒，阳极室中的 Na^+ 通过阳离子交换膜与阴极室中生成的 OH^- 结合，得到浓的 $NaOH$ 溶液。利用这种方法制备物质，纯度较高，基本没有杂质。

阳离子交换膜的作用：只允许 Na^+ 通过，而阻止阴离子 (Cl^-) 和气体 (Cl_2) 通过。这样既防止了两极产生的 H_2 和 Cl_2 混合爆炸，又避免了 Cl_2 和阴极产生的 $NaOH$ 反应生成 $NaClO$ 而影响烧碱的质量。

2、三室电解池

例如，利用三室电解装置制备 NH_4NO_3 ，其工作原理如图所示。



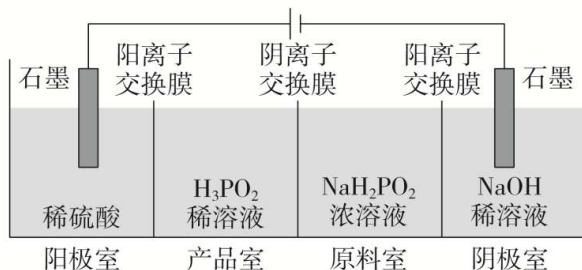
阴极的 NO 被还原为 NH_4^+ ： $NO + 5e^- + 6H^+ === NH_4^+ + H_2O$ ， NH_4^+ 通过阳离子交换膜进入中间室；

阳极的 NO 被氧化为 NO_3^- ： $NO - 3e^- + 2H_2O === NO_3^- + 4H^+$ ， NO_3^- 通过阴离子交换膜进入中间室。

根据电路中转移电子数相等可得电解总反应： $8NO + 7H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 3NH_4NO_3 + 2HNO_3$ ，为使电解产物全部转化为 NH_4NO_3 ，补充适量 NH_3 可以使电解产生的 HNO_3 转化为 NH_4NO_3 。

3、多室电解池

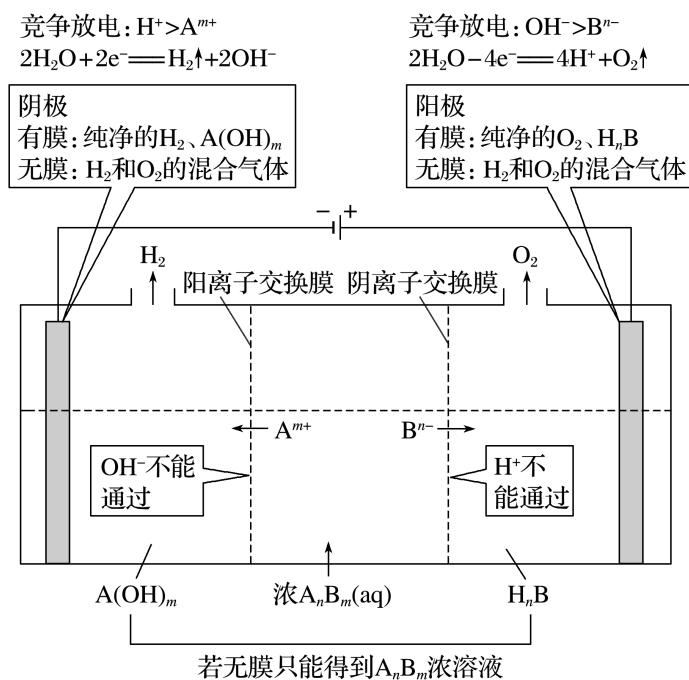
例如，“四室电渗析法”制备 H_3PO_2 (次磷酸)，其工作原理如图所示：



电解稀硫酸的阳极反应： $2H_2O - 4e^- === O_2 \uparrow + 4H^+$ ，产生的 H^+ 通过阳离子交换膜进入产品室，原料室中的 $H_2PO_2^-$ 穿过阴离子交换膜进入产品室，与 H^+ 结合生成弱电解质 H_3PO_2 ；

电解 $NaOH$ 稀溶液的阴极反应： $4H_2O + 4e^- === 2H_2 \uparrow + 4OH^-$ ，原料室中的 Na^+ 通过阳离子交换膜进入阴极室，可得副产品 $NaOH$ 。

4、电渗析法

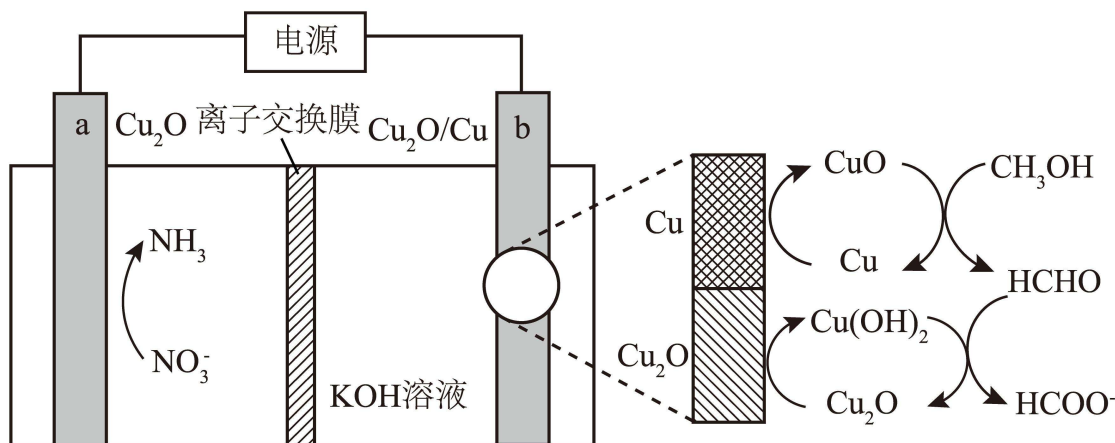


将含 A_nB_m 的废水再生为 H_nB 和 $A(OH)_m$ 的原理：已知 A 为金属活动顺序表 H 之前的金属， B^{n-} 为含氧酸根离子。

典例引领

考向 01 隔膜多室电化学装置的分析

1. (2025·陕西商洛·模拟预测) 我国科学家通过 Cu_2O 超低电位下电催化硝酸盐与甲醇在 Cu_2O/Cu 复合电极上反应，其原理如图，其中离子交换膜只允许 OH^- 通过。下列说法错误的是



- A. 电极 b 为阳极
 B. Cu_2O 电极上的电极反应式为 $NO_3^- + 6H_2O + 8e^- = NH_3 + 9OH^-$
 C. 理论上每生成 $1\text{ mol } HCOO^-$ ，就有 $4\text{ mol } OH^-$ 通过离子交换膜
 D. KOH 溶液在反应过程中 pH 保持不变

【答案】D

【详解】A. 根据以上分析， Cu_2O/Cu 复合电极是阳极，即电极 b 为阳极，故 A 正确；

B. 根据图示， Cu_2O 电极上硝酸根离子得电子生成氨气， Cu_2O 电极上的电极反应式为 $NO_3^- + 6H_2O +$

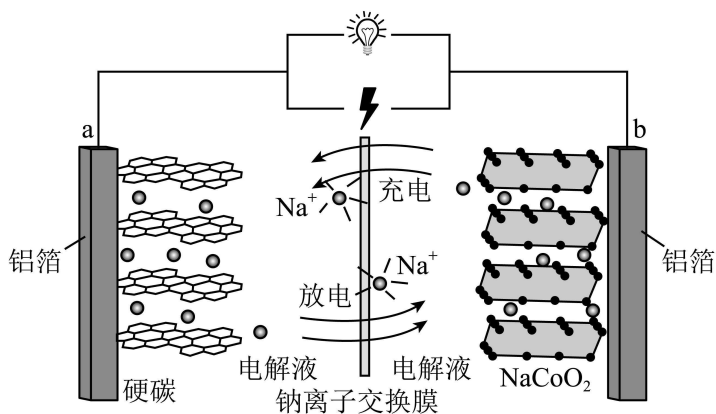
$8e^- = NH_3 + 9OH^-$, 故 B 正确;

C. 甲醇转化为 $HCOO^-$, 碳元素化合价由 -2 升高为 $+2$, 理论上每生成 $1\text{ mol } HCOO^-$, 电路中转移 4 mol 电子, 根据电荷守恒, 就有 $4\text{ mol } OH^-$ 通过离子交换膜, 故 C 正确;

D. 1 mol 甲醇转化为 $HCOO^-$ 的反应: $CH_3OH + CuO \rightarrow HCHO + Cu + H_2O$ 、 $HCHO + 2Cu(OH)_2 + OH^- = HCOO^- + Cu_2O + 3H_2O$, 总反应为 $2CH_3OH + NO_3^- + OH^- \xrightarrow{\text{通电}} 2HCOO^- + NH_3 + 2H_2O$, 所以 KOH 溶液在反应过程中浓度降低, pH 减小, 故 D 错误;
选 D。

对点提升

【对点 1】(2025·广东·模拟预测) 钠离子电池在大规模储能领域的应用得到广泛关注, 钠离子电池与锂离子电池工作原理相似, 遵循脱嵌式的工作模式, 主要依靠钠离子在正极和负极之间脱嵌来工作。一种钠离子电池的工作原理为 $Na_{1-x}CoO_2 + Na_xC_n \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} NaCoO_2 + C_n$, 装置如图所示。下列有关说法正确的是



- A. 放电时, 电极 a 为正极
B. 充电时, 钴元素的化合价升高, 钠离子在阳极上嵌入
C. 放电时, 负极反应式为 $NaCoO_2 - xe^- = Na_{1-x}CoO_2 + xNa^+$
D. 充电时, 外电路中转移 $4\text{ mol } e^-$, 理论上阴极质量增加 92 g

【答案】D

【详解】A. 通过分析可知, 放电时, 电极 a 为负极, A 错误;

B. 充电时为电解池, 总反应逆向进行, $NaCoO_2$ 转化为 $Na_{1-x}CoO_2$, Co 元素化合价从 $+3$ 升高到 $3+x$ (氧化反应), 故含 Co 的电极 b 为阳极, 阳极反应为 $NaCoO_2 - xe^- = Na_{1-x}CoO_2 + xNa^+$, Na^+ 从阳极脱嵌而非嵌入, B 错误;

C. 放电时负极发生氧化反应, 电极 a 为负极, 反应式应为 $Na_xC_n - xe^- = C_n + xNa^+$, C 错误;

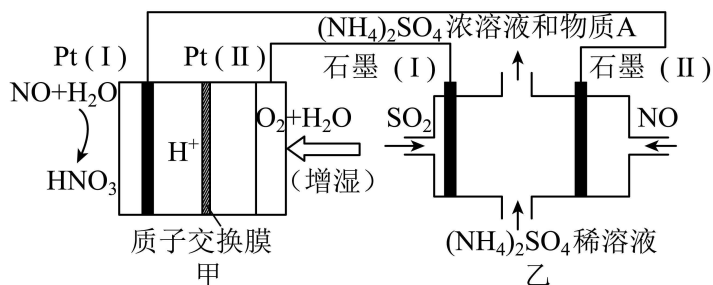
D. 充电时阴极反应为 $C_n + xNa^+ + xe^- = Na_xC_n$, 转移 $x\text{ mol } e^-$ 时阴极结合 $x\text{ mol } Na^+$, 质量增加 $23x\text{ g}$, 转移 $4\text{ mol } e^-$ 时, 增加 $4\text{ mol } Na^+$, 质量为 $4\text{ mol} \times 23\text{ g/mol} = 92\text{ g}$, D 正确;

故选 D。

基础过关

题型 01 多池串联电化学装置

1. (2025·重庆江津·模拟预测) 某科研研究院设计用 NO - 空气燃料电池探究将雾霾中 SO_2 、 NO 转化为 $(NH_4)_2SO_4$ 的原理如图所示, 下列说法错误的是



- A. SO_2 在石墨电极 (I) 发生氧化反应
 B. Pt 电极 (I) 的电极反应为 $NO - 3e^- + 2H_2O = NO_3^- + 4H^+$
 C. 物质 A 为 H_2SO_4
 D. 若甲装置中消耗 $1mol O_2$, 则乙装置中 SO_2 和 NO 转化的物质的量共 $3mol$

【答案】D

【详解】A. 根据分析可知, SO_2 被氧化为硫酸根, 发生氧化反应, A 正确;

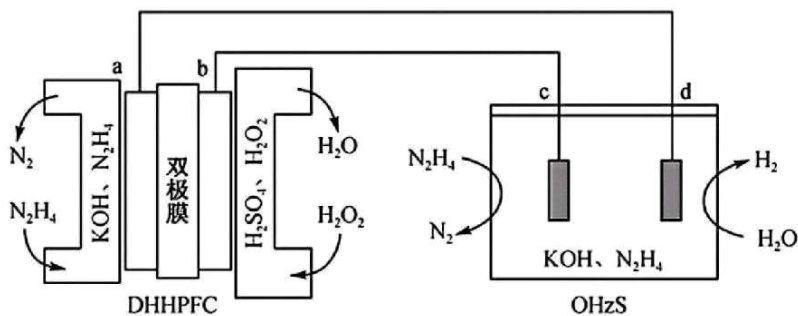
B. 根据分析可知, $Pt(I)$ 电极负极, NO 失去电子发生氧化反应, 电极反应: $NO - 3e^- + 2H_2O = NO_3^- + 4H^+$, B 正确;

C. 乙中反应方程式为 $2NO + 5SO_2 + 8H_2O \xrightarrow{\text{电解}} (NH_4)_2SO_4 + 4H_2SO_4$, 则 A 为 H_2SO_4 , C 正确;

D. 甲装置中消耗 $1mol O_2$, 转移电子 $4mol$, 则乙装置中也转移电子 $4mol$, 结合方程式 $2NO + 5SO_2 + 8H_2O \xrightarrow{\text{电解}} (NH_4)_2SO_4 + 4H_2SO_4$, 当转移 $4mol$ 电子时消耗 $0.8mol NO$ 和 $2mol SO_2$, 共 $2.8mol$, D 错误;

故答案为: D。

2. (2025·河南·模拟预测) 以 $RuP/PNPC$ 催化剂作为负极、以 Pt/C 为正极的液态 N_2H_4/H_2O_2 燃料电池 ($DHHPFC$) 驱动 OH_2S 装置的工作原理如图所示 (在电场作用下, 双极膜中水电离出离子向两极迁移, 电解液均为水溶液)。下列叙述正确的是



- A. 电子流向: $a \rightarrow$ 双极膜 $\rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$

- B. a 极反应式: $N_2H_4 - 4e^- + 4OH^- = N_2 \uparrow + 4H_2O$
 C. c 极附近电解质溶液 pH 升高
 D. 相同条件下, OH_2S 装置中生成的 N_2 和 H_2 体积相等

【答案】B

【详解】A. 电子在外电路中迁移: $a \rightarrow d, c \rightarrow b$, A 项错误;

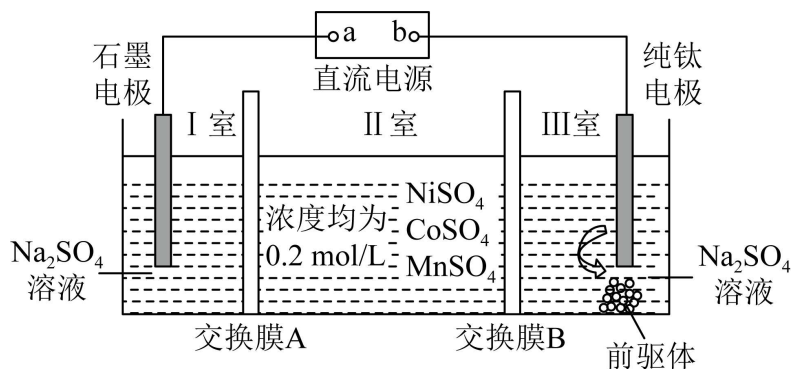
B. a 极为负极, 发生氧化反应, B 项正确;

C. a 、 c 极电极反应式相同, 消耗了 OH^- , pH 降低, C 项错误;

D. 根据电子守恒, $V(N_2) \times 4 = V(H_2) \times 2$, $V(N_2) = \frac{1}{2} V(H_2)$, D 项错误;

故答案选 B。

3. (2025·辽宁丹东·二模) 电解硫酸钠溶液制取某电池材料的前驱体 $Ni_{\frac{1}{3}}Co_{\frac{1}{3}}Mn_{\frac{1}{3}}(OH)_2$, 其工作原理如图所示。下列说法错误的是



- A. b 电极电势低于 a
 B. 交换膜 B 为阳离子交换膜
 C. 通电一段时间后, I 室 pH 降低
 D. 当 III 室产生 $0.2 \text{ mol } Ni_{\frac{1}{3}}Co_{\frac{1}{3}}Mn_{\frac{1}{3}}(OH)_2$ 时, 理论上 I 室中质量减少 3.2 g

【答案】D

【详解】A. 电源正极电势高于负极, 石墨电极连接 a , 纯钛电极连接 b , 前驱体在 III 室生成, 纯钛电极为阴极(连接电源负极 b), a 为正极, b 为负极, 故 b 电极电势低于 a , A 正确;

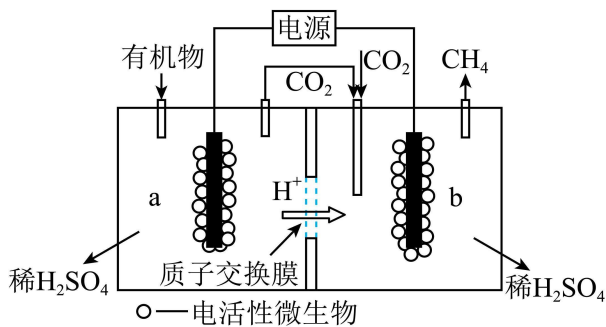
B. 根据分析, III 室需 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mn^{2+} 与 OH^- 结合生成前驱体, 金属阳离子应从 II 室移向 III 室(阴极), 则交换膜 B 允许阳离子通过, 为阳离子交换膜, B 正确;

C. 根据分析, I 室石墨电极为阳极, 发生反应 $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$, 生成 H^+ 使溶液酸性增强, pH 降低, C 正确;

D. 根据化学式, 生成 0.2 mol 前驱体需 $0.4 \text{ mol } OH^-$, 对应转移 0.4 mol 电子。阳极反应生成 $0.1 \text{ mol } O_2$ (质量 3.2 g), 但 II 室中的 SO_4^{2-} 会通过交换膜 A 移向 I 室(维持电中性), $0.2 \text{ mol } SO_4^{2-}$ (质量 19.2 g) 移入, 故 I 室质量增加 $19.2 \text{ g} - 3.2 \text{ g} = 16 \text{ g}$, D 错误;

故选 D。

4. (2025·广西南宁·一模) 运用生物电催化技术可实现 CO_2 到甲烷的转化, 稀 H_2SO_4 做电解液, 其电解原理如图所示。下列说法错误的是



- A. 电势: $a > b$
- B. 电解过程中, b 电极附近 pH 降低
- C. 若产生标准状况下 1.12 L 的 CH_4 , 则理论上导线中通过的电子为 0.4 mol
- D. 若处理的有机物为 CH_3COOH , 则 a 电极的电极反应式为: $\text{CH}_3\text{COOH} - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}^+$

【答案】B

【详解】A. 由分析可知, a 为电解池的阳极, b 为电解池的阴极, 故电势 $a > b$, A 正确;

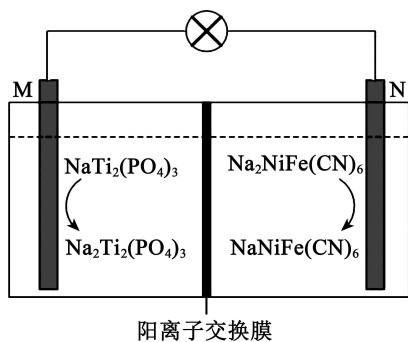
B. 由分析可知, 电解过程中, b 电极发生的反应消耗了 H^+ , 故 b 电极附近 pH 升高, B 错误;

C. 标准状况下 1.12 L CH_4 物质的量为 $\frac{1.12\text{ L}}{22.4\text{ L/mol}} = 0.05\text{ mol}$, 故理论上导线中通过的电子的物质的量为 $0.05\text{ mol} \times 8 = 0.4\text{ mol}$, C 正确;

D. 由分析可知, a 电极为阳极, 发生氧化反应, 故若处理的有机物为 CH_3COOH , 则 a 电极的电极反应式为: $\text{CH}_3\text{COOH} - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}^+$, D 正确;

故答案为: B 。

5. (2025·甘肃白银·模拟预测) 钠离子电池相对于锂电池具有更好的安全性能。下图是一种可充电钠离子电池的工作示意图, 已知该电池的电解质溶液是 Na_2SO_4 溶液, 化合物中 Ni 均显 $+2$ 价。下列说法正确的是



- A. 放电过程中, Na^+ 通过阳离子交换膜向 N 极区移动
- B. 充电时, M 极接电源正极
- C. 电池工作时, N 极的电极反应为 $\text{Na}_2\text{NiFe}(\text{CN})_6 + \text{e}^- = \text{NaNiFe}(\text{CN})_6 + \text{Na}^+$
- D. 若 N 极质量变化了 23 g , 则电路中转移的电子数为 $0.2N_A$

【答案】B

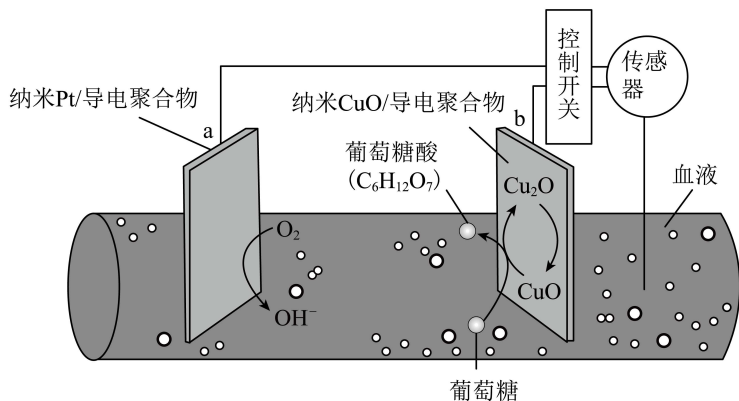
【详解】A. 由分析可知, 放电时为原电池, M 极为正极, N 极为负极, 阳离子向正极移动, Na^+ 通过阳离子交换膜向 M 极区移动, A 错误;

B. 充电时为电解池,原电池正极(M极)作阳极,接电源正极, B 正确;

C. N极为负极,发生氧化反应(失电子),正确反应式应为 $\text{Na}_2\text{NiFe}(\text{CN})_6 - \text{e}^- = \text{NaNiFe}(\text{CN})_6 + \text{Na}^+$, C 错误;

D. N极区 Fe 化合价升高为正极,其电极反应为: $\text{Na}_2\text{NiFe}(\text{CN})_6 - \text{e}^- = \text{NaNiFe}(\text{CN})_6 + \text{Na}^+$, N 极每转移 1mol e^- ,失去 1mol Na^+ (质量减少 23g),故质量变化 23g 时转移电子数为 N_A , D 错误; 故选 B。

6. (2025·湖北武汉·模拟预测)一种可植入体内控制血糖浓度的微型电池工作原理如图所示。当传感器检测到血糖浓度(以葡萄糖浓度计)高于标准时,电池启动。下列叙述错误的是



A. 等质量纳米 Pt 比 Pt 片的催化效率更高

B. 血糖的浓度越高, b 电极的电势越低

C. 血糖仪工作时, b 电极附近的 pH 略微升高

D. 消耗 18mg 葡萄糖,理论上 a 电极有 0.2mmol 电子流入

【答案】C

【详解】A. 纳米材料具有更大的比表面积,催化活性更高,等质量纳米 Pt 比 Pt 片催化效率更高, A 正确;

B. b 电极为负极(葡萄糖氧化为葡萄糖酸),血糖浓度越高,葡萄糖(还原态)浓度增大, b 电极电势越低, B 正确;

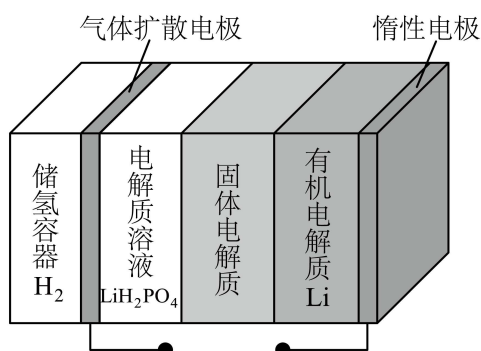
C. b 电极为负极,发生氧化反应将葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)氧化为葡萄糖酸($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$),酸性物质的生成或 OH^- 的消耗(电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$)均导致 b 电极附近 pH 降低, C 错误;

D. b 电极为电池负极, Cu_2O 在 b 电极上失电子转化成 CuO ,电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{O} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$,然后葡萄糖被 CuO 氧化为葡萄糖酸, CuO 被还原为 Cu_2O ,则电池总反应为 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$,根据反应 $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$,可知, $1\text{mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 参加反应时转移 2mol 电子, $18\text{mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 的物质的量为 0.1mmol ,则消耗 18mg 葡萄糖时,理论上 a 电极有 0.2mmol 电子流入, D 正确;

故选 C。

题型 02 隔膜多室电化学装置的分析

7. (2025·浙江·一模)中国科大研究团队开发出一种锂-氢可充电电池(如图所示),使用前需先充电,其固体电解质仅允许 Li^+ 通过。下列说法不正确的是



- A. 放电时, 电解质溶液质量减少
 B. 充电时, Li^+ 移向惰性电极
 C. 充电时, 阳极电极反应为 $H_2 - 2e^- + 2H_2PO_4^- = 2H_3PO_4$
 D. 该锂-氢可充电电池对比传统锂离子电池的优势在于降低成本和提高安全性

【答案】A

【详解】A. 放电时, Li^+ 会通过固体电解质进入电解质溶液, 同时正极会生成 H_2 进入储氢容器, 当转移 2mol 电子时, 电解质溶液质量增加 $7\text{g/mol} \times 2\text{mol} - 2\text{g/mol} \times 1\text{mol} = 12\text{g}$, 即电解质溶液质量会增大, A 错误;

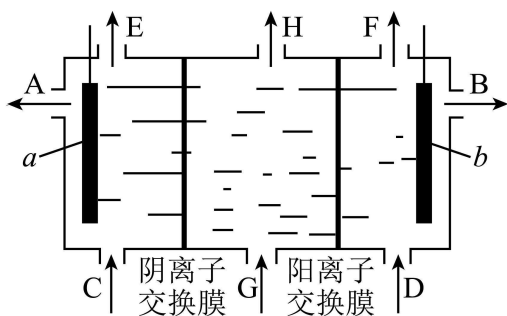
B. 充电时, 阳离子向阴极移动, 则 Li^+ 移向惰性电极, B 正确;

C. 由分析, 充电时, 阳极电极反应为 $H_2 - 2e^- + 2H_2PO_4^- = 2H_3PO_4$, C 正确;

D. 传统锂离子电池依赖贵金属材料, 成本高且安全性差, 该电池用氢气作活性物质, 可降低成本并提高安全性, D 正确;

故选 A。

8. (2025·山东·一模) 使用惰性电极及阳离子交换膜和阴离子交换膜电解磷酸钠溶液同时制备氢气、氧气、氢氧化钠溶液和磷酸溶液四种产品。E、F 是气体出口, 下列说法错误的是



- A. a、b 电极材料分别为石墨棒和铁棒
 B. C、D 两口开始时分别输入稀磷酸溶液和稀氢氧化钠溶液
 C. A、B 口输出的溶液, 反应生成溶质的物质的量比为 1:3
 D. 若 G 口输入次磷酸钠溶液, 则 A 口输出的是次磷酸溶液

【答案】A

【详解】A. 题目明确使用惰性电极, 铁棒为活性电极, 若 b 电极为铁棒, 阴极虽主要是 H^+ 放电, 但题目要求“惰性电极”, 故 b 电极不能为铁棒, A 错误;

B. 由分析可知, 阳极区的产物为 H_3PO_4 , 阴极区的产物为 $NaOH$, C、D 两口开始时分别为稀磷酸溶液

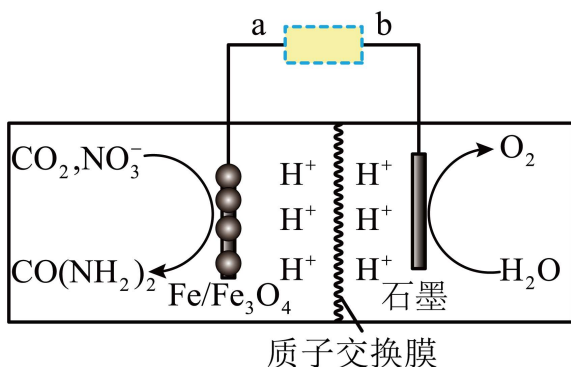
和稀氢氧化钠溶液,可增强溶液的导电性, B 正确;

C. A 口输出 H_3PO_4 , B 口输出 $NaOH$, 由于电荷守恒, 当电路中转移 3 mol 电子时, 有 1 mol PO_4^{3-} 穿过阴离子交换膜与 H^+ 结合生成 1 mol H_3PO_4 , 同时, 有 3 mol Na^+ 穿过阳离子交换膜与 OH^- 结合生成 3 mol $NaOH$, 故生成 H_3PO_4 与 $NaOH$ 的物质的量比为 1:3, C 正确;

D. 若 G 口输入次磷酸钠 (NaH_2PO_2) 溶液, 次磷酸根 ($H_2PO_2^-$) 穿过阴离子交换膜进入阳极区与 H^+ 结合生成次磷酸 (H_3PO_2), 则 A 口输出次磷酸溶液, D 正确;

故答案选 A。

9. (2025·浙江·一模) 我国目前已经实现通过电化学合成尿素, 模拟装置如图所示。下列说法不正确的是



A. b 极上的电势比 a 极上的电势高

B. 阴极反应式为 $CO_2 + 2NO_3^- + 16e^- + 18H^+ = CO(NH_2)_2 + 7H_2O$

C. 电路上转移 4mol 电子时, 理论上 有 4mol H^+ 通过交换膜向左迁移

D. 电解一段时间 b 极区溶液 pH 不变

【答案】D

【详解】A. 由分析可知, b 极为电源正极, a 极为电源负极, 电源正极 (b 极) 电势高于负极 (a 极), A 正确;

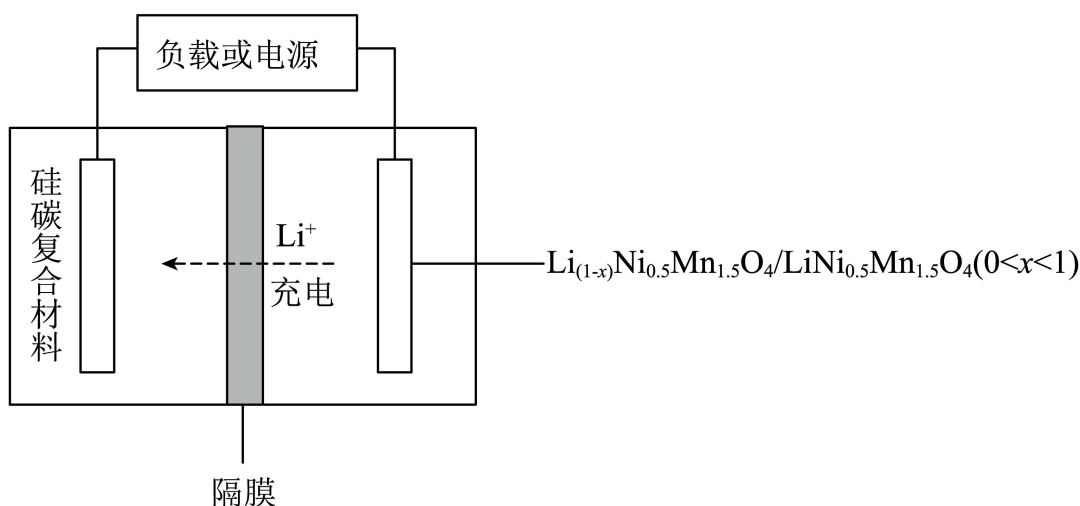
B. 阴极 CO_2 和 NO_3^- 转化为尿素, N 从 +5 价降为 -3 价 (2 个 N 得 $16e^-$), 阴极反应式为 $CO_2 + 2NO_3^- + 16e^- + 18H^+ = CO(NH_2)_2 + 7H_2O$, B 正确;

C. 阳极电极反应式为 $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$, 电路上转移 4mol 电子时, 阳极生成 4mol H^+ , H^+ 通过质子交换膜向左 (阴极区) 迁移, C 正确;

D. b 极区为阳极, 电极反应式为 $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$, H^+ 浓度增大, pH 减小, D 错误;

故答案选 D。

10. (2025·云南文山·模拟预测) 我国科技创新成为现代化建设的核心引擎, 例如手机电池容量的增大与电极材料息息相关, 一种新型锂离子二次电池的工作原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 充电时,硅碳复合材料电极与电源正极相连
- B. 放电时,负极的电极反应式为 $Si - 4e^- = Si^{4+}$
- C. 充电时,若转移 2 mol 电子,理论上阳极质量减轻 14 g
- D. 硅碳复合材料电极优于传统石墨电极的原因是硅的导电性优于石墨

【答案】C

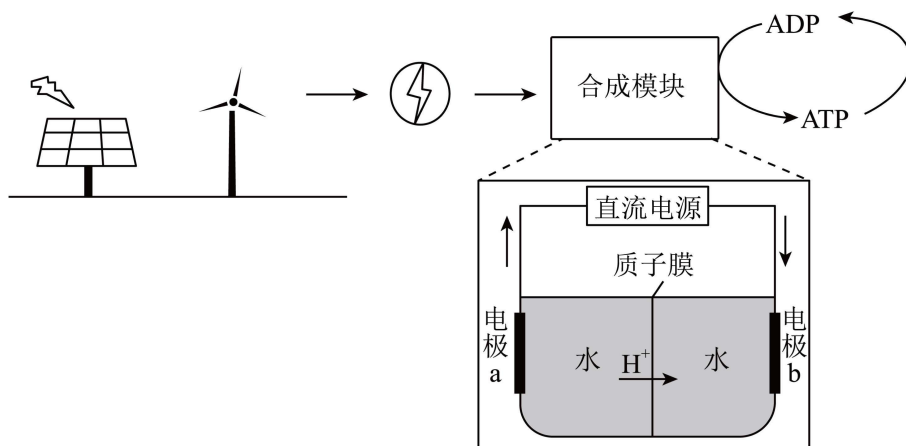
【详解】A. 充电时该装置为电解池, Li^+ 向硅碳复合材料电极移动,阳离子移向阴极,故硅碳复合材料电极为阴极,应与电源负极相连, A 错误;

B. 放电时负极发生失去电子的氧化反应,在锂离子电池中负极反应生成 Li^+ 而不是生成 Si^{4+} , 负极的电极反应式应为: $Li_xSi - xe^- = Si + xLi^+$, B 错误;

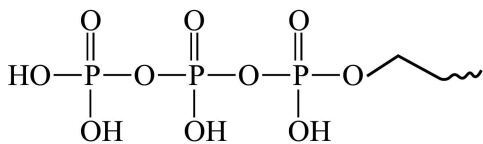
C. 充电时阳极为 $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$, 阳极的电极反应式为: $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4 - xe^- = Li_{1-x}Ni_{0.5}Mn_{1.5}O_4 + xLi^+$, 当转移 1 mol 电子阳极会失去 1 mol Li^+ , 其质量减轻 7 g, 故当转移 2 mol 电子时失去 2 mol Li^+ , 总质量减轻 $\Delta m = 7 g/mol \times 2 = 14 g$, C 正确;

D. 硅导电性弱于石墨,使用硅碳复合材料的优势是硅碳复合材料电极增大了电池容量, D 错误; 故合理选项是 C。

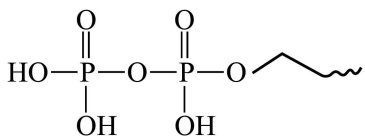
11. (2025·吉林延边·模拟预测) 我国生物学者将生物活性膜组装在电解水体系中,实现了 ATP 合成与电化学反应的高效耦联(装置及部分物质转化信息如图所示),在 ATP 酶的催化下, ADP 与 P(磷)合成 ATP。下列说法正确的是



已知: ATP 的结构简式表示为



; ADP 的结构式表示为



- A. 图中电极 a 、 b 处的箭头表示电流方向
 B. 电极 a 为阴极, 连接直流电源负极
 C. 生成 ATP 的电极反应: $ADP + P - 5e^- + 3H_2O = ATP + 5H^+$
 D. 电解总反应方程式: $ADP + P + 3H_2O = ATP + 5H_2 \uparrow$

【答案】C

【详解】A. 由分析得, 电极 a 连接电源正极, 电极 b 连接电源负极, 所以电流方向为由电极 b 流向电极 a , 与箭头方向相反, A 错误;

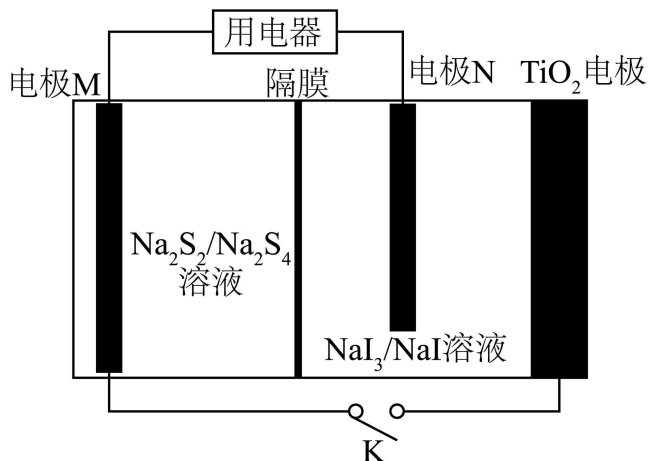
B. 由分析得, 电极 a 为阳极, 应连接电源正极, B 错误;

C. 生成 ATP 是 ADP 与 P 的氧化反应 (需失电子), 发生在阳极, 反应式中 $-5e^-$ 表示失电子 (氧化), 左侧 $-5e^-$ 与右侧 $5H^+$ 电荷守恒, $3H_2O$ 参与反应提供 O 和 H , 原子守恒, C 正确;

D. 电解总反应需结合阴阳极反应。阴极反应为 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ (得 $2e^-$), 阳极反应为 $ADP + P - 5e^- + 3H_2O = ATP + 5H^+$ (失 $5e^-$), 电子守恒时总反应 H_2 系数应为 $\frac{5}{2}$, 而非 5 , D 错误;

答案选 C 。

12. (2025·甘肃白银·模拟预测) 近期报道了一种新型低成本、高性能的光辅助可充电水系钠离子电池 (装置如图所示)。该电池的放电原理与传统钠离子电池相同; 光照时, 嵌入正极电解液中的 TiO_2 电极产生电子 (e^-) 和空穴 (h^+), 驱动两极反应而完成充电。下列说法错误的是



- A. 放电时需断开 K , 且 TiO_2 电极避光存储
 B. 放电时, 负极反应式为 $2S_2^{2-} - 2e^- = S_4^{2-}$
 C. 充电时, TiO_2 电极反应式为 $2I_3^- + 2h^+ = 3I_2$
 D. 充电时闭合 K , 转移 $1 \text{ mol } e^-$ 同时有 $1 \text{ mol } Na^+$ 通过隔膜

【答案】C

【详解】A. 放电时电池独立工作,需断开K避免TiO₂电极干扰;TiO₂光照产生电子和空穴会驱动充电,故需避光存储,A正确;

B. 放电时负极失电子,M电极区S₂²⁻(S为-1价)氧化为S₄²⁻(S为-0.5价),反应式为2S₂²⁻-2e⁻=S₄²⁻,B正确;

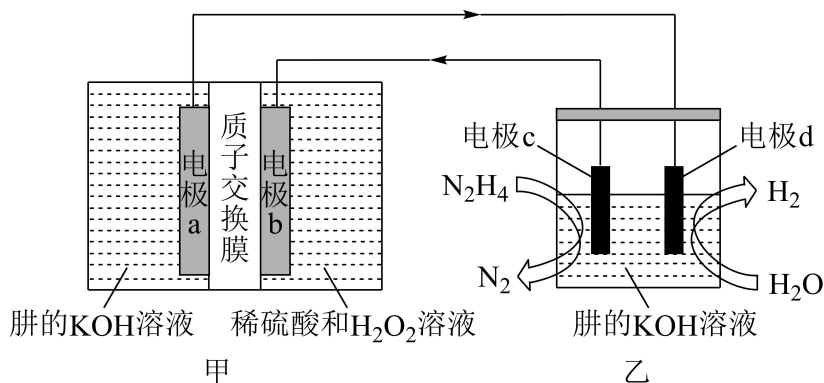
C. 充电时阳极应发生I⁻氧化为I₃⁻(放电时正极反应为I₃⁻+2e⁻=3I⁻,充电时逆反应),而h⁺为氧化剂,应氧化还原性更强的I⁻而非I₃⁻,正确反应应为3I⁻+2h⁺=I₃⁻+2h,C错误;

D. 充电时闭合K形成回路,转移1mol e⁻,为保持电荷平衡,1mol Na⁺通过隔膜从阳极(N)移向阴极(M),D正确;

综上所述,答案为C。

能力提升

1. (2025·陕西安康·模拟预测)我国科技工作者开发出多孔氮磷掺杂碳材料用于肼氧化辅助的节能制氢技术,以燃料电池供电的该制氢技术的工作原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 工作原理图中的箭头表示电流方向
B. H⁺透过质子交换膜进入电极b室内
C. 甲为制氢的电解装置,乙为肼的燃料电池
D. 反应过程中装置乙的电解质溶液的pH增大

【答案】B

【详解】A. 由乙装置中N₂H₄→N₂可知,电极c为阳极,则题给工作原理图中的箭头表示电子移动方向,A错误;

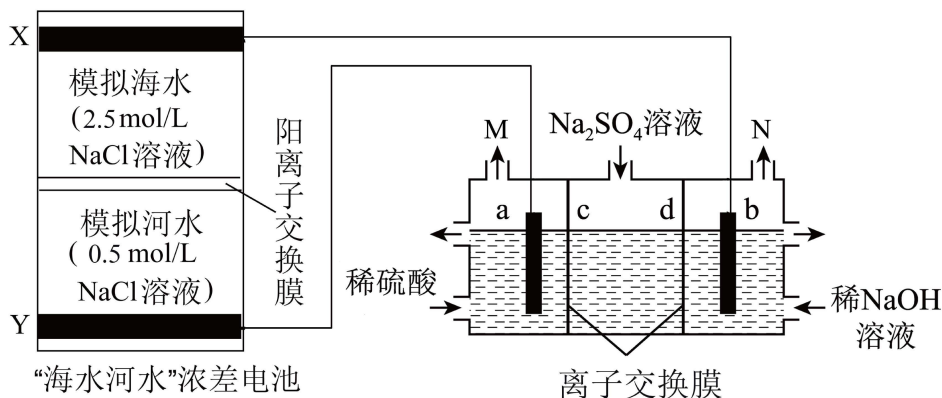
B. H⁺是阳离子,移向电池正极,故H⁺透过质子交换膜进入电极b室内,B正确;

C. 由“燃料电池供电的制氢技术的工作原理”可知,甲中肼为原料,双氧水为氧化剂,所以甲为肼的燃料电池,乙为制氢的电解装置,C错误;

D. 由图解分析可知,电极c的电极反应式为N₂H₄+4OH⁻-4e⁻=N₂↑+4H₂O,电极d的电极反应式为2H₂O+2e⁻=H₂↑+2OH⁻,则电解池总反应式为N₂H₄ $\xrightarrow{\text{电解}}$ N₂↑+2H₂↑,故反应过程中装置乙的电解质溶液的pH基本不变,D错误;

故选B。

2. (2025·江苏常州·模拟预测)浓差电池是利用两极电解质溶液中浓度不同引起的电势差放电的装置。下图是利用“海水河水”浓差电池(不考虑溶解氧的影响)制备H₂SO₄和NaOH的装置示意图,其中X、Y均为Ag/AgCl复合电极,电极a、b均为石墨,下列说法不正确的是



- A. 电极 Y 是正极, 电极反应为: $AgCl + e^- = Ag + Cl^-$
 B. 浓差电池工作时, Na^+ 通过阳离子交换膜向 X 极移动
 C. c 为阴离子交换膜, d 为阳离子交换膜
 D. 相同条件下收集到的气体的体积比 $M:N=1:2$

【答案】B

【详解】A. 根据分析, 电极 Y 是正极, 电极反应为: $AgCl + e^- = Ag + Cl^-$, A 正确;

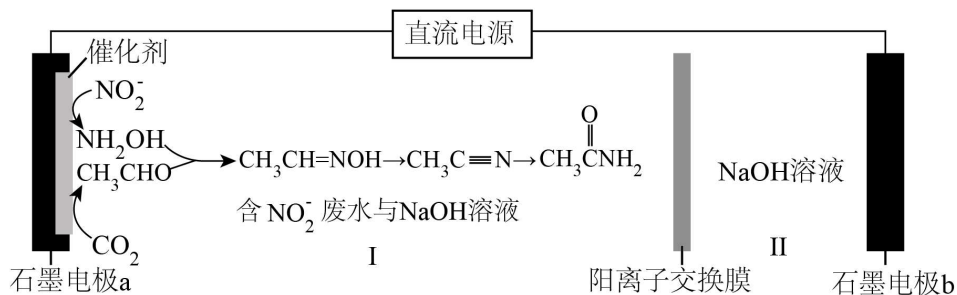
B. 浓差电池内电路中, 阳离子 (Na^+) 向正极 (Y 极) 移动, B 错误;

C. 由分析可知, 硫酸钠溶液中的钠离子通过阳离子交换膜 d 进入阴极室, 硫酸根离子通过阴离子交换膜 c 进入阳极室, C 正确;

D. 电解时阳极 (a 极) 产生 $O_2(M)$, 阴极 (b 极) 产生 $H_2(N)$, 根据电解水反应 $2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$, $V(M):V(N) = 1:2$, D 正确;

故选 B。

3. (2025·陕西宝鸡·三模) 我国科学家研发了一种在废水处理中实现碳中和的绿色化学装置, 同时获得乙酰胺, 其原理如图所示。下列说法正确的是



- A. NO_2^- 发生还原反应: $NO_2^- + 4e^- + 4H_2O = NH_2OH + 5OH^-$
 B. 石墨电极 b 为阳极, Na^+ 由 I 室移向 II 室
 C. 电解一段时间后, I、II 室溶液的 pH 均逐渐增大
 D. 理论上, 每产生 0.1 mol 乙酰胺的同时电极 b 至少有 15.68 L (标况下) O_2 生成

【答案】A

【详解】A. 根据分析, NO_2^- 得到电子发生还原反应, 电极反应式为: $NO_2^- + 4e^- + 4H_2O = NH_2OH +$

$5OH^-$, A 正确;

B. 石墨电极 b 为阳极, 阳离子向阴极移动, 因此 Na^+ 由 II 室移向 I 室, B 错误;

C. I 室阴极反应 $NO_2^- + 4e^- + 4H_2O = NH_2OH + 5OH^-$ 、 $2CO_2 + 10e^- + 7H_2O = CH_3CHO + 10OH^-$, 生成 OH^- , pH 增大, II 室阳极反应 $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$, 消耗 OH^- , pH 减小, C 错误;

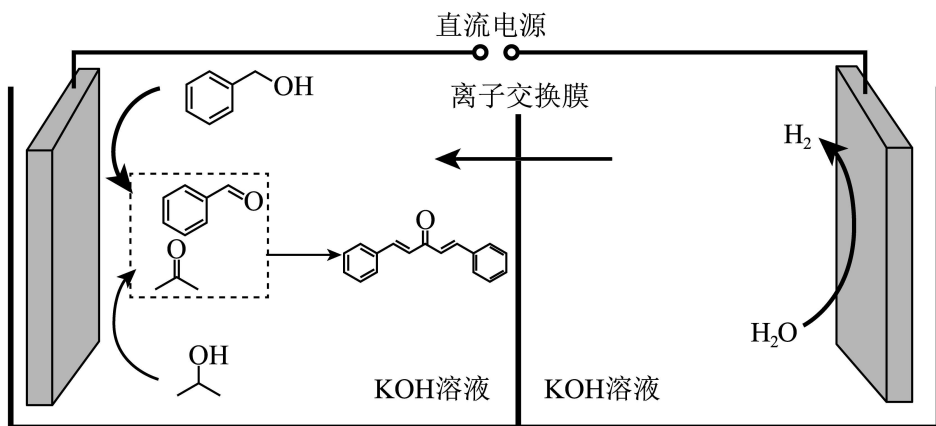
D. 根据元素守恒, 每产生 0.1 mol 乙酰胺消耗 0.1 mol NH_2OH 和 0.1 mol CH_3CHO , 则转移 $0.4 mol + 1 mol = 1.4 mol e^-$, 阳极生成 O_2 , $O_2 \sim 4e^-$, 则生成 $n(O_2) = \frac{1.4 mol}{4} = 0.35 mol$, 标况生成 O_2 的体积为

$0.35 \times 22.4 L = 7.84 L$, D 错误;

故选 A。

4. (2025·福建三明·三模) 某新型电化学装置(如下图所示)实现了常温常压下羰基中间体缩合高效合成。

下列说法错误的是



A. 离子交换膜为阴离子交换膜

B. 电解过程中两极室电解质溶液 pH 保持不变

C. 2-丙醇参与的电极反应为 $(CH_3)_2CHOH - 2e^- + 2OH^- = (CH_3)_2CO + 2H_2O$

D. 每生成 1 mol O=C(C=Cc1ccccc1)C(=O)C=Cc2ccccc2, 至少有 3 mol H_2 生成

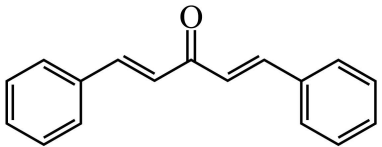
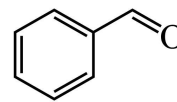
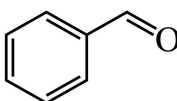
【答案】B

【详解】A. 根据右侧 $H_2O \rightarrow H_2$, 发生还原反应, 可以判断右侧为阴极, 电极反应式为 $2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$, 阴离子要从阴极移向阳极, 所以离子交换膜为阴离子交换膜, A 正确;

B. 阴极反应为 $2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$, 阳极反应为 $(CH_3)_2CHOH - 2e^- + 2OH^- = (CH_3)_2CO$

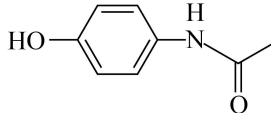
$+ 2H_2O$, O=Cc1ccccc1 $- 2e^- + 2OH^- =$ O=Cc1ccccc1 $+ 2H_2O$; 阴极区消耗 H_2O 、生成 OH^- , 阳极区生成 H_2O 、消耗 OH^- , OH^- 可迁移, 阴极 KOH 浓度变大, 阳极室 KOH 浓度变小, 两极室电解质溶液 pH 会发生改变, B 错误;

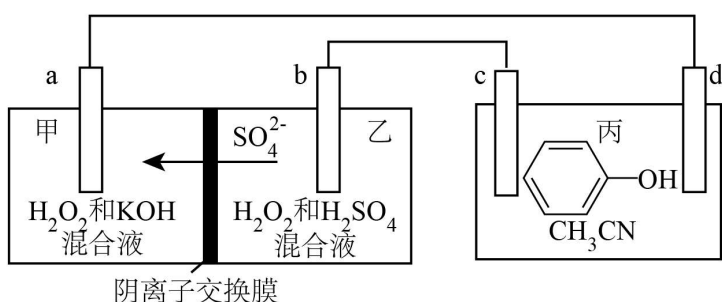
C. 2-丙醇在阳极发生氧化反应, 电极反应式为: $(CH_3)_2CHOH - 2e^- + 2OH^- = (CH_3)_2CO + 2H_2O$, C 正确;

D. 生成 1 mol  需要 2 mol  和 1 mol 丙酮, 生成 2 mol  和 1 mol 丙酮共转移电子 6 mol, 则阴极生成 H_2 为 $\frac{6\text{mol}}{2} = 3\text{mol}$, D 正确;

故答案选 B。

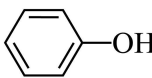
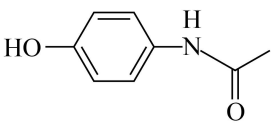
5. (2025·河北秦皇岛·模拟预测) 电解苯酚的乙腈 (CH_3-CN) 水溶液可在电极上直接合成扑热息痛

() , 装置如图, 其中电极材料均为石墨。下列说法错误的是



A. 电极 a 为负极

B. 装置工作时, 乙室溶液 pH 减小

C. c 的电极反应式为  + $CH_3-CN + H_2O - 2e^- \rightarrow$  + $2H^+$

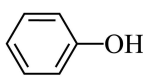
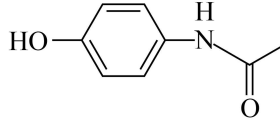
D. 合成 1 mol 扑热息痛, 理论上甲室质量增重 64g

【答案】B

【详解】A. 由分析知电极 a 是负极, A 正确;

B. 乙室是化学电源的正极室, 工作时, H_2O_2 在正极 b 上得到电子发生还原反应, 电极反应式为: $H_2O_2 + 2e^- + 2H^+ = 2H_2O$, 反应时 $c(H^+)$ 减小, 溶液 pH 增大, B 错误;

C. 电极 c 为阳极, CH_3CN 在电极 c 上失去电子发生氧化反应, 并与苯酚反应生成扑热息痛, 电极反应

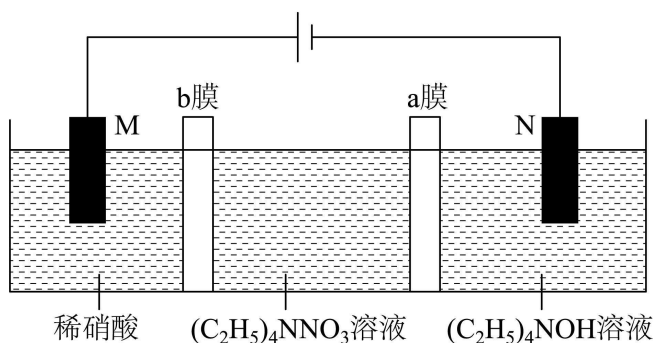
式为:  + $CH_3-CN + H_2O - 2e^- \rightarrow$  + $2H^+$, C 正确;

D. 根据阳极 c 的电极反应式, 合成 1 mol 扑热息痛, 转移 2 mol 电子, 负极 a 发生反应: $H_2O_2 - 2e^- + 2OH^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$, 生成 1 mol 氧气, 同时乙室转移 1 mol 硫酸根离子到甲室, 理论上甲室质量增重 $96\text{g/mol} \times 1\text{mol} - 32\text{g/mol} \times 1\text{mol} = 64\text{g}$, D 正确;

故选 B。

6. (2025·山东·模拟预测) 四乙基氢氧化铵 $[(C_2H_5)_4NOH]$ 在工业领域有广泛的用途。一种利用四乙基硝酸

铵 $[(C_2H_5)_4NNO_3]$ 制备 $(C_2H_5)_4NOH$ 的装置如图所示 (M 、 N 均为惰性电极)。下列说法错误的是



- A. a 膜是阴离子交换膜, b 膜是阳离子交换膜
 B. 阴极电极反应式为 $2H_2O + 2e^- = 2OH^- + H_2 \uparrow$
 C. 移除 a 膜后, 电解总反应式不变
 D. 当制备 $14.7g (C_2H_5)_4NOH$ 时, 阳极室溶液质量减少 $0.8g$

【答案】AD

【详解】A. N 电极连接电源的负极, 是阴极, 电解液是 $(C_2H_5)_4NOH$ 溶液, 所以中间室中的 $(C_2H_5)_4N^+$ 进入阴极室和 OH^- 结合形成 $(C_2H_5)_4NOH$, 所以 a 膜是阳离子交换膜。 M 电极连接电源的正极, 是阳极, 中间室中的 NO_3^- 进入阳极室, b 膜是阴离子交换膜, A 项错误;

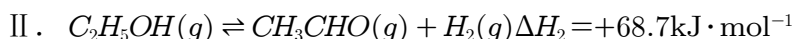
B. 由分析知, 阴极电极反应式为 $2H_2O + 2e^- = 2OH^- + H_2 \uparrow$, B 项正确;

C. 移除 a 膜后, 阴极放电微粒种类不变, 电解总反应式不变, C 项正确;

D. 制备 $14.7g (C_2H_5)_4NOH$, 即 $0.1mol (C_2H_5)_4NOH$, 则通过离子交换膜的 $(C_2H_5)_4N^+$ 为 $0.1mol$, 电路中转移动 $0.1mol$ 电子, 阳极室放出 $0.025mol$ 氧气, 同时还有 $0.1mol NO_3^-$ 进入阳极室, 所以阳极室溶液质量增加 $0.1mol \times 62g/mol - 0.025mol \times 32g/mol = 5.4g$, D 项错误;

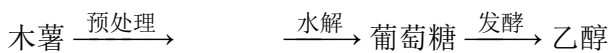
故答案选 AD。

7. (2025·广西南宁·一模) 日前我国研发出一种利用乙醇制氢且同时实现乙酸生产的新途径, 主要反应为:



回答下列问题:

(1) 广西盛产木薯, 乙醇可由木薯生产, 补充完整主要过程: _____。



(2) 已知 $CH_3CHO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CH_3COOH(g)$, 该反应 $\Delta H =$ _____ $kJ \cdot mol^{-1}$ 。

(3) 对于反应 I:

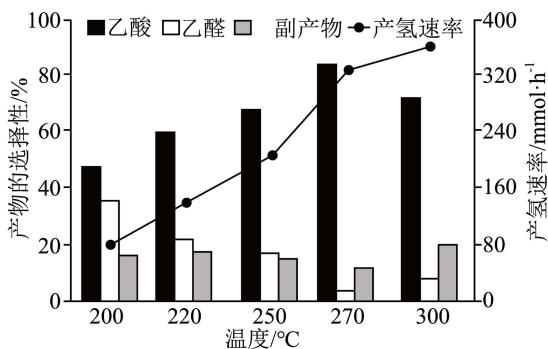
①在 _____ (填“低温”、“高温”或“任何温度”) 条件下能自发进行。

②下列措施中既能加快反应速率又能提高平衡转化率的有 _____ (填标号)。

- A. 加压 B. 升温 C. 分离出 H_2

(4) 恒压密闭容器中投料后产氢速率和产物的选择性随温度变化关系如图 1, 关键步骤中间体的能量变

化如图 2. [已知: 乙酸选择性 = $\frac{n(\text{生成的乙酸})}{n(\text{转化的乙醇})} \times 100\%$]



注：副产物指 CH_4 、 CO 、 CO_2 混合气体
图1

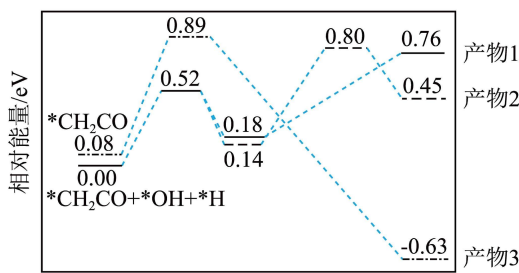
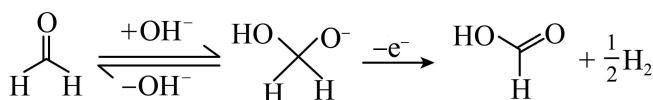


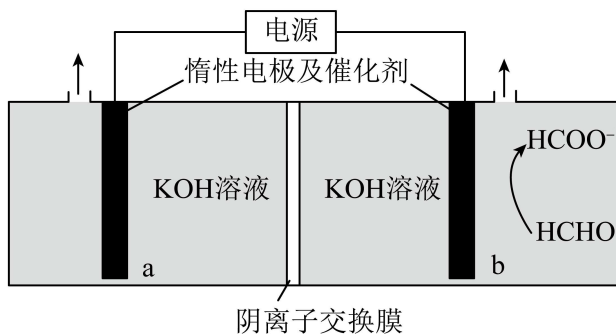
图2

- ①由图1可知,反应 I 最适宜的温度为_____。
- ②由图中信息可知,乙酸可能是_____ (填“产物1”“产物2”或“产物3”),理由是_____。
- ③在压强为100kPa下,若该密闭容器中只发生反应 I、II,已知乙醇和水的起始投料分别为1mol和8mol,某温度下达到平衡时,乙醇的转化率为90%, $n(\text{CH}_3\text{COOH}) : n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 4 : 1$,则乙酸的选择性是_____% ,平衡常数 $K_p =$ _____ kPa(列出计算式即可);用平衡分压代替平衡浓度计算,分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

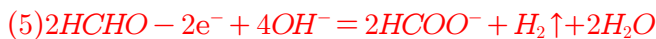
(5)耦合 HCHO 也能高效制 H_2 ,部分反应机理为:



。反应装置如下图所示,则阳极上的电极反应式为:_____。



- 【答案】**(1) 淀粉 (2) -24.3 (3) 高温 B
(4) 270°C 产物1 图2中产物1的活化能最小,反应速率最快,选择性最大,结合图1可知选择性最大的是乙酸,所以产物1为乙酸 $80 \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 7.28 \times 9.9}$



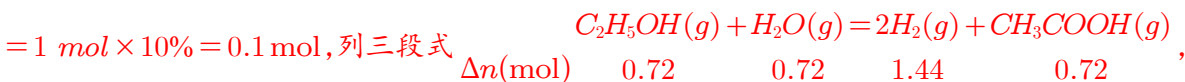
- 【详解】**(1) 木薯预处理得到淀粉,淀粉水解得到葡萄糖,葡萄糖发酵产生二氧化碳和乙醇;
(2) 反应 I - 反应 II 得到 $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})$,根据盖斯定律可知,该反应 $\Delta H = +44.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 68.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -24.3\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
(3) ①反应 I 为熵增的吸热反应,由 $\Delta G < 0$ 可知,该反应在高温条件下可以自发;
② A. 加压可以加快反应速率,但平衡逆转,平衡转化率下降, A 不符合题意;
B. 升温速率增大且平衡正移,平衡转化率升高, B 符合题意;
C. 移走 H_2 平衡正向移动,平衡转化率升高,但速率下降, C 不符合题意;

故选 B。

(4) ①由图 1 可知,反应 I 最适宜的温度为 270°C,原因为乙酸选择性最大且反应速率较快;

②由图 2 可知关键步骤中生成产物 1 的最大能垒为 0.58eV,生成产物 2 的最大能垒为 0.66eV,生成产物 3 的最大能垒为 0.81eV,即生成产物 1 的活化能最小,根据图 1 中乙酸的选择性最大,说明相同条件下生成乙酸的反应速率最大,则乙酸可能是产物 1;

③平衡时 $n(\text{CH}_3\text{COOH}):n(\text{CH}_3\text{CHO})=4:1$,可得乙酸选择性 $=\frac{4}{5} \times 100\%=80\%$,平衡时乙醇的转化率为 90%,乙酸的选择性为 80%,则平衡时生成的乙酸的物质的量 $=90\% \times 80\% \times 1=0.72 \text{ mol}$, $n_{\text{平}}(\text{乙醇})=1 \text{ mol} \times 10\%=0.1 \text{ mol}$,列三段式



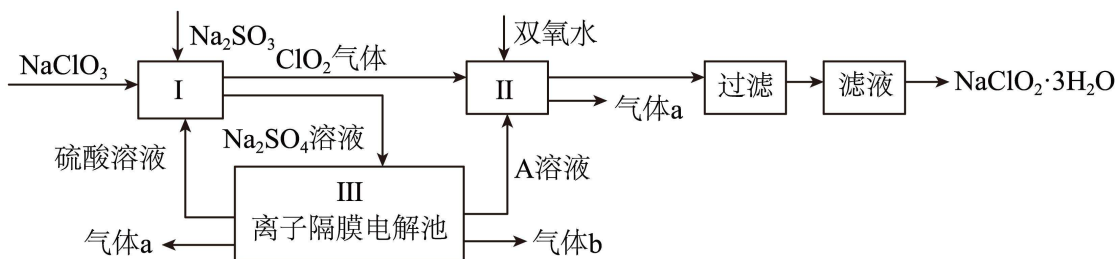
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g) = \text{H}_2(g) + \text{CH}_3\text{CHO}(g)$, 则平衡时乙醇、 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 、氢气、乙酸、乙醛的物质的量分别 $\Delta n(\text{mol})$ 0.18 0.18 0.18

为 0.1 mol、7.28 mol、1.62 mol、0.72 mol、0.18 mol, 气体总物质的量为 0.1 mol + 7.28 mol + 1.62 mol

+ 0.72 mol + 0.18 mol = 9.9 mol, 则 $\frac{100\text{kPa} \times \frac{0.72}{9.9} \times (100\text{kPa} \times \frac{1.62}{9.9})^2}{100\text{kPa} \times \frac{0.1}{9.9} \times 100\text{kPa} \times \frac{7.28}{9.9}} = \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 7.28 \times 9.9} \text{ kPa}$;

(5) b 电极甲醛转化为 HCOO^- , HCHO 发生氧化反应, b 为阳极, 故阳极上的电极反应式为: $2\text{HCHO} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

8. (2025·河北衡水·二模) 亚氯酸钠 (化学式: NaClO_2) 是一种高效的氧化剂和漂白剂。一种 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 制备方案如图所示。回答下列问题:



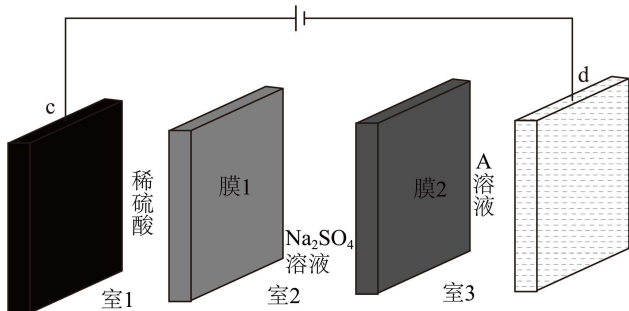
(1) $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中氯的化合价为 _____。

(2) 写出装置 I 中离子方程式 _____。

(3) 装置 II 中化学方程式为 _____, 双氧水表现的性质是 _____。

(4) 从滤液中提取产品, 采取的操作是蒸发浓缩、_____、_____、洗涤、低温干燥。

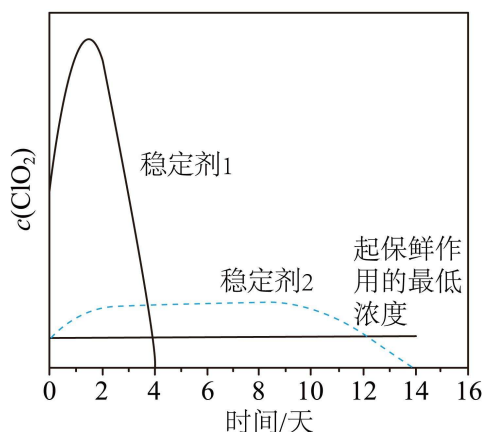
(5) 装置 III 的工作原理如图所示。



①膜 1 是 _____ (填“阳离子”“阴离子”或“质子”) 交换膜。

②通电时, 电极 d 的电极方程式为 _____。

(6) 二氧化氯是绿色消毒剂,广泛应用于饮用水消毒。使用时需要添加稳定剂,其他条件相同,稳定剂类型与保鲜时间的关系如图所示。



实际生产中,宜选择稳定剂_____ (填“1”或“2”)。

(7) 起始投料 100kg NaClO_3 , 其他试剂足量, 按上述流程进行转化, 转化率为 80% , 理论上可制备纯度为 90% 的产品质量为_____ kg (结果保留 1 位小数)。

【答案】(1) + 3 (2) $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(3) $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 还原性

(4) 降温结晶 过滤 (5) 阴离子 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (6) 2 (7) 120.6

【详解】(1) 根据化合物中元素化合价代数和等于 0, 计算 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中氯显 +3 价。

(2) 氯酸钠作氧化剂, 亚硫酸钠作还原剂, 硫酸调节酸性, 产物有二氧化氯、硫酸钠和水, $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 反应物为 ClO_2 、双氧水和 A 溶液, 产物为气体 a 和 NaClO_2 , 方程式为: $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 又因装置 III 中发生的是电解 Na_2SO_4 溶液, 产物为氢气和氧气、硫酸和氢氧化钠, 所以气体 a 为氧气, 溶液 A 为氢氧化钠溶液。根据元素化合价, ClO_2 中氯由 +4 价降至 +3 价, 则双氧水中氧由 -1 价升至 0 价, 说明双氧水表现的是还原性。

(4) 根据“蒸发浓缩”可知, 下一步操作就是降温结晶 (或冷却结晶), 然后过滤。

(5) 通电时, 电极 c 为阳极, 电极方程式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$; 电极 d 为阴极, 电极方程式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。

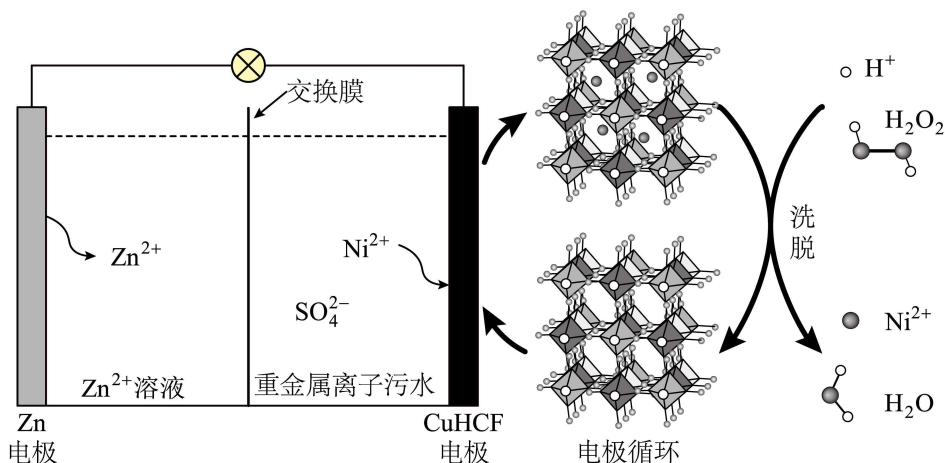
(6) 结合图中数据可知, 从等量氯气保鲜时间看, 稳定剂 2 保鲜时间长, 利用率较高。

(7) 根据氯原子守恒, $n(\text{NaClO}_3) = n(\text{NaClO}_2)$, 则理论上可制备纯度为 90% 的产品质量为: $m =$

$$\frac{100\text{kg}}{106.5} \times 80\% \times 144.5 \times \frac{1}{90\%} = 120.6\text{kg}。$$

真题感知

9. (2025·江西·高考真题) 我国学者设计了一种新型去除工业污水重金属离子的电池 (如图)。下列说法错误的是



已知： $CuHCF$ 为铜基普鲁士蓝($Cu[Fe(CN)_6]_{0.67} \cdot nH_2O$)

- A. $CuHCF$ 中的铁为+3价
 B. 交换膜为阴离子交换膜
 C. 洗脱目的是去除电极吸附的 Ni^{2+}
 D. Zn^{2+} 溶液可电解再生电池负极

【答案】C

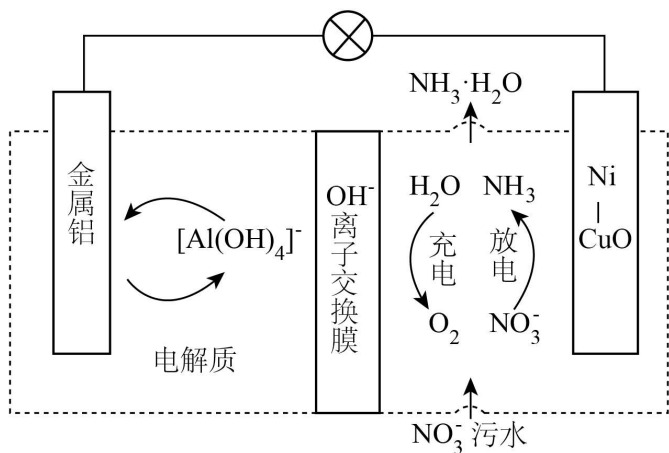
【详解】A. $CuHCF$ 的化学式为 $Cu[Fe(CN)_6]_{0.67} \cdot nH_2O$,设Fe化合价为x。 Cu 为+2价, CN^- 为-1价,整体电中性: $+2 + 0.67 \times (x - 6) = 0$,解得 $x \approx +3$,A正确;

B. Zn 电极为负极,反应为 $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$,负极区正电荷增加。污水中 SO_4^{2-} 通过交换膜移向负极区以平衡电荷,说明交换膜允许阴离子通过,为阴离子交换膜,B正确;

C. Ni^{2+} 在正极得到电子生成Ni,Ni被 $CuHCF$ 电极吸附,洗脱目的是利用 H_2O_2 的氧化性去除电极吸附的Ni,C错误;

D. 电解 Zn^{2+} 溶液时,阴极反应为 $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$,可得到Zn单质再生负极,D正确;故选C。

10. (2025·四川·高考真题)最近,我国科学工作者制备了一种Ni-CuO电催化剂,并将其与金属铝组装成可充电电池,用于还原污水中的 NO_3^- 为 NH_3 ,其工作原理如图所示。研究证明,电池放电时,水中的氢离子在电催化剂表面获得电子成为氢原子,氢原子再将吸附在电催化表面的 NO_3^- 逐步还原为 NH_3 。



下列说法错误的是

- A. 放电时,负极区游离的 OH^- 数目保持不变
 B. 放电时,还原 $1.0mol NO_3^-$ 为 NH_3 ,理论上需要 $8.0mol$ 氢原子

- C. 充电时, OH^- 从阴极区穿过离子交换膜进入阳极区
 D. 充电时, 电池总反应为 $4[Al(OH)_4]^- = 4Al + 6H_2O + 4OH^- + 3O_2 \uparrow$

【答案】A

【详解】A. 放电时, 负极铝失去电子和氢氧根离子结合生成四羟基合铝酸根: $Al - 3e^- + 4OH^- = [Al(OH)_4]^-$, 当转移 $3mol$ 电子时, 消耗 $4mol OH^-$, 同时正极区会有 $3mol OH^-$ 通过 OH^- 离子交换膜进行补充, OH^- 净消耗 $1mol$, 故负极区游离的 OH^- 数目会减少, 故 A 错误;

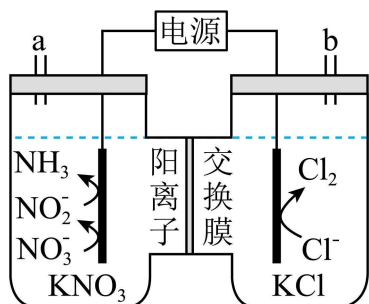
B. 氢原子将吸附在电催化剂表面的 NO_3^- 逐步还原为 NH_3 , 还原 $1.0mol NO_3^-$ 为 NH_3 , 由化合价变化可知, 得到 $8mol$ 电子, 所以理论上需要 $8.0mol$ 氢原子, 故 B 正确;

C. 充电时, 阴离子向阳极移动, 所以充电时, OH^- 从阴极区穿过 OH^- 离子交换膜进入阳极区, 故 C 正确;

D. 充电时, 电池阴极反应式为 $4[Al(OH)_4]^- + 12e^- = 4Al + 16OH^-$, 阳极反应式为 $12OH^- - 12e^- = 3O_2 \uparrow + 6H_2O$, 总反应为 $4[Al(OH)_4]^- = 4Al + 6H_2O + 4OH^- + 3O_2 \uparrow$, 故 D 正确;

答案选 A。

11. (2025·湖南·高考真题) 一种电化学处理硝酸盐产氨的工作原理如图所示。下列说法错误的是



- A. 电解过程中, K^+ 向左室迁移
 B. 电解过程中, 左室中 NO_2^- 的浓度持续下降
 C. 用湿润的蓝色石蕊试纸置于 b 处, 试纸先变红后褪色

D. NO_3^- 完全转化为 NH_3 的电解总反应: $NO_3^- + 8Cl^- + 6H_2O \xrightarrow{\text{电解}} NH_3 \uparrow + 9OH^- + 4Cl_2 \uparrow$

【答案】B

【详解】A. 电解池中, 阳离子向阴极移动, 则, K^+ 向左室迁移, A 正确;

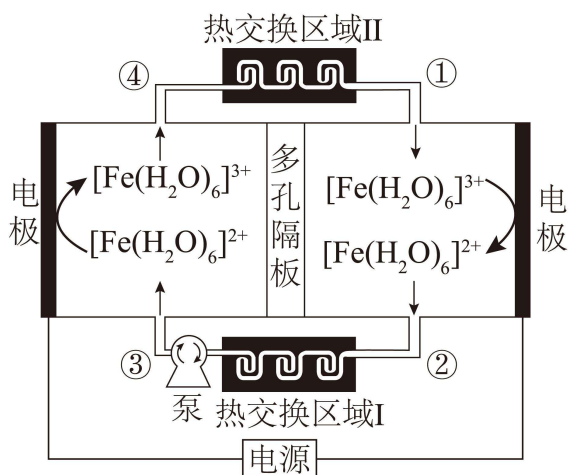
B. 电解过程中, NO_2^- 先生成, 再消耗, 是中间产物, 其浓度增大还是减小, 取决于生成速率与消耗速率, 无法得出其浓度持续下降的结论, B 错误;

C. b 处生成氯气, 与水反应生成盐酸和次氯酸, 盐酸能使蓝色石蕊试纸变红, 次氯酸能使变红的试纸褪色, 故能看到试纸先变红后褪色, C 正确;

D. 左侧阴极总反应是 $NO_3^- + 8e^- + 6H_2O = NH_3 \uparrow + 9OH^-$, 右侧阳极总反应是 $8Cl^- - 8e^- = 4Cl_2 \uparrow$, 将两电极反应相加即可得到总反应, D 正确;

故选 B。

12. (2025·湖北·高考真题) 某电化学制冷系统的装置如图所示。 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 和 $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 在电极上发生相互转化, 伴随着热量的吸收或释放, 经由泵推动电解质溶液的循环流动 (①→②→③→④→①) 实现制冷。装置只通过热交换区域 I 和 II 与环境进行传热, 其他区域绝热。下列描述错误的是



- A. 阴极反应为 $[Fe(H_2O)_6]^{3+} + e^- = [Fe(H_2O)_6]^{2+}$
- B. 已知②处的电解液温度比①处的低,可推断 $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 比 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 稳定
- C. 多孔隔膜可以阻止阴极区和阳极区间的热交换
- D. 已知电子转移过程非常快,物质结构来不及改变。热效应主要来自于电子转移后 $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 和 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 离子结构的改变

【答案】B

【详解】A. 由分析可知,阴极反应为 $[Fe(H_2O)_6]^{3+} + e^- = [Fe(H_2O)_6]^{2+}$, A 正确;

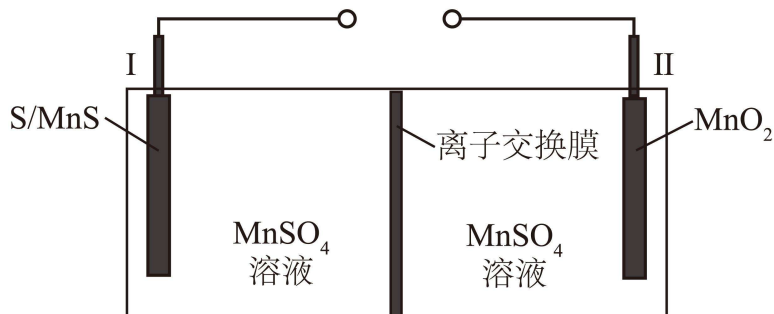
B. 已知②处的电解液温度比①处的低,则可推断 $[Fe(H_2O)_6]^{3+} + e^- = [Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 是吸热反应,则可推断 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 的能量更低, $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 比 $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 稳定, B 错误;

C. 多孔隔膜可以阻止两电极区的溶液对流,可阻止热交换, C 正确;

D. 题干明确指出电子转移过程非常快,物质结构来不及改变。这意味着电子转移(即氧化还原反应)本身不会直接导致结构变化,热效应实际上来源于电子转移完成后,新生成的离子: $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ 和 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ 因配位环境或电荷分布变化引起的结构重组导致热量变化, D 正确;

故选 B。

13. (2025·广东·高考真题)一种大容量水系电池示意图如图。已知:放电时,电极 II 上 MnO_2 减少;电极材料每转移 1mol 电子,对应的理论容量为 $26.8A \cdot h$ 。下列说法错误的是



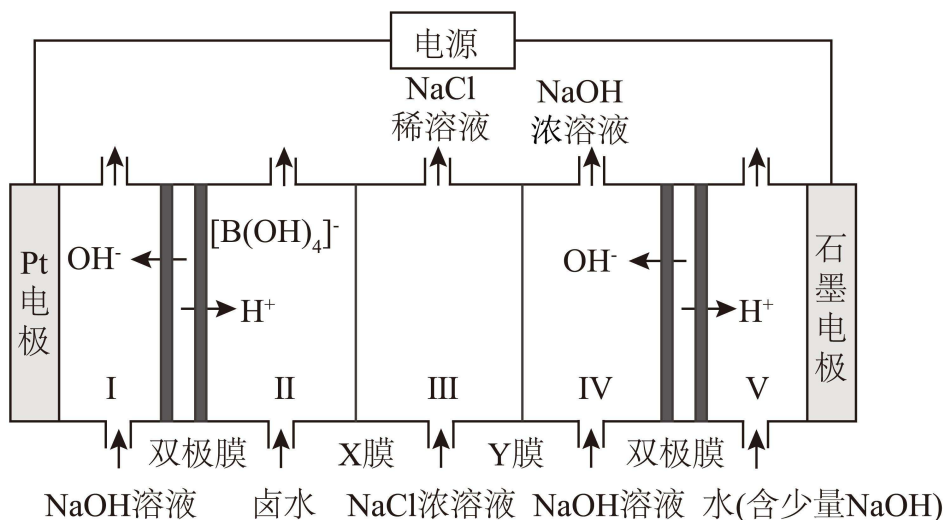
- A. 充电时 II 为阳极
- B. 放电时 II 极室中溶液的 pH 降低
- C. 放电时负极反应为: $MnS - 2e^- = S + Mn^{2+}$
- D. 充电时 16g S 能提供的理论容量为 $26.8A \cdot h$

【答案】B

【详解】A. 由分析可知,放电时电极 II 为正极,故充电时电极 II 为阳极, A 正确;

- B. 由分析可知,放电时电极II为正极,正极反应为: $MnO_2 + 2e^- + 4H^+ = Mn^{2+} + 2H_2O$,反应消耗 H^+ ,溶液的 pH 升高,B错误;
- C. 由分析可知,放电时电极I为原电池负极,负极反应为: $MnS - 2e^- = S + Mn^{2+}$,C正确;
- D. 根据放电时负极反应,可知充电时阴极反应为 $S + Mn^{2+} + 2e^- = MnS$,每消耗 $16gS$,即 $0.5molS$,转移 $1mol$ 电子,据题意可知,能提供的理论容量为 $26.8A \cdot h$,D正确;
- 故选B。

14. (2025·云南·高考真题)一种用双极膜电渗析法卤水除硼的装置如图所示,双极膜中 H_2O 解离的 H^+ 和 OH^- 在电场作用下向两极迁移。除硼原理: $[B(OH)_4]^- + H^+ = B(OH)_3 + H_2O$ 。下列说法错误的是

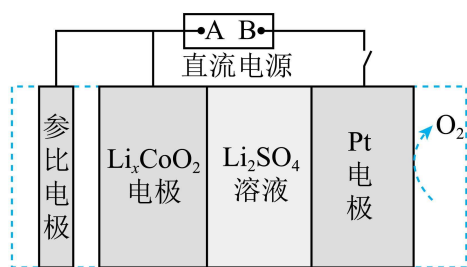


- A. Pt 电极反应: $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$
- B. 外加电场可促进双极膜中水的电离
- C. III室中,X膜、Y膜分别为阳离子交换膜和阴离子交换膜
- D. IV室每生成 $1molNaOH$,同时II室最多生成 $1molB(OH)_3$

【答案】C

- 【详解】A. 由分析可知,Pt电极为阳极,阳极发生的反应为: $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$,A正确;
- B. 水可微弱的电离出氢离子和氢氧根,在外加电场作用下,使氢离子和氢氧根往两侧移动,降低了浓度,可促进双极膜中水的电离,B正确;
- C. 由分析可知,III室中氯化钠浓度降低了,说明钠离子往阴极方向移动,氯离子往阳极方向移动,即钠离子往右侧移动,通过Y膜,则Y膜为阳离子交换膜,氯离子往左侧移动,通过X膜,则X膜为阴离子交换膜,C错误;
- D. IV室每生成 $1molNaOH$,则转移 $1mol$ 电子,有 $1mol$ 氢离子移到II室中,生成 $1molB(OH)_3$,D正确;
- 故选C。

15. (2025·河北·高考真题)科研工作者设计了一种用于废弃电极材料 $Li_xCoO_2(x < 1)$ 再锂化的电化学装置,其示意图如下:



已知:参比电极的作用是确定 Li_xCoO_2 再锂化为 $LiCoO_2$ 的最优条件,不干扰电极反应。下列说法正确的是

- A. Li_xCoO_2 电极上发生的反应: $Li_xCoO_2 + xe^- + xLi^+ = LiCoO_2$
- B. 产生标准状况下 $5.6LO_2$ 时,理论上可转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的 Li_xCoO_2
- C. 再锂化过程中, SO_4^{2-} 向 Li_xCoO_2 电极迁移
- D. 电解过程中,阳极附近溶液 pH 升高

【答案】B

【详解】A. 由分析知, Li_xCoO_2 电极上发生的反应: $Li_xCoO_2 + (1-x)e^- + (1-x)Li^+ = LiCoO_2$, A 错误;

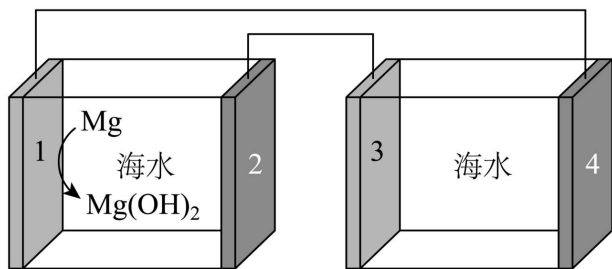
B. 由电极反应式可知,产生标准状况下 $5.6L$ (即 0.25 mol) O_2 时转移 1 mol 电子,理论上转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的 Li_xCoO_2 , B 正确;

C. SO_4^{2-} 为阴离子,应向阳极移动,即向 Pt 电极迁移, C 错误;

D. 由阳极电极反应式可知,电解过程中,阳极产生 H^+ 、消耗 H_2O ,酸性增强,则阳极附近 pH 降低, D 错误;

故选 B。

16. (2025·甘肃·高考真题)我国科研工作者设计了一种 Mg —海水电池驱动海水 ($pH=8.2$) 电解系统(如下图)。以新型 $MoNi/NiMoO_4$ 为催化剂(生长在泡沫镍电极上)。在电池和电解池中同时产生氢气。下列关于该系统的说法错误的是



- A. 将催化剂生长在泡沫镍电极上可提高催化效率
- B. 在外电路中,电子从电极1流向电极4
- C. 电极3的反应为: $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2 \uparrow$
- D. 理论上,每通过 2 mol 电子,可产生 $1\text{ mol} H_2$

【答案】D

【详解】A. 催化剂生长在泡沫镍电极上可加快电解速率,提高催化效率, A 正确;

B. 根据分析,电极1是负极,电极4为阴极,电子从电极1流向电极4, B正确;

C. 由分析可知,电极3为阳极,发生氧化反应,生成氧气,电极3的反应为: $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2 \uparrow$, C正确;

D. 根据分析可知,电极2和电极4均产生氢气,理论上,每通过2mol电子,可产生2mol H_2 , D错误;
答案选D。