

# “多池”连接问题的解答归类

黑龙江 卢国锋 卢敬萱

电化学装置主要有原电池、电解池两大类，电解池又包括电镀池和电解精炼池。多种电化学装置连接在一起，考查知识的综合性大大增强。因此，成为近几年高考电化学部分的重点和难点。本文将对多种电化学装置连接在一起的问题进行归类分析，以突破考生的解题瓶颈。

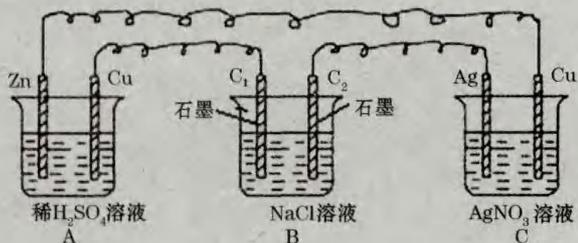
## 类型一：无外接电源的多池连接问题

1. 判断原电池策略：简单方法是寻找最活泼金属，确定最活泼金属所在装置为原电池，其余为电解池。还可以通过反应趋势的大小判断，反应趋势大的为原电池，如  $Zn + 2Ag^+ = Zn^{2+} + 2Ag$  比  $Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2 \uparrow$  容易进行。

2. 确定电极策略：一池为原电池，其余为电解池，与原电池负极相连的为阴极，串联装置中电极是交替出现的，即相邻电解装置的电极为阴阳相连。

3. 计算转移电子策略：多池串联时，相同时间内电极通过电子的物质的量是相等的。

例 1. 请判断下图所示的装置中，A、B、C 各是什么装置。



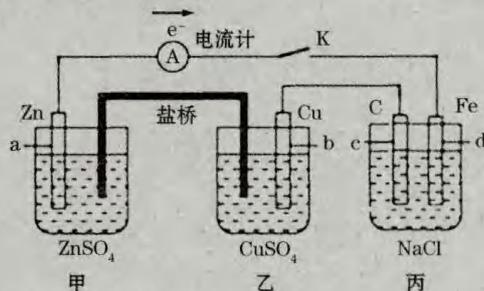
A \_\_\_\_\_; B \_\_\_\_\_; C \_\_\_\_\_。

解析：图中装置无外接电源，A、B、C 三个装置中 Zn 最活泼，Zn 所在装置 A 为原电池，B、C 为电解池。Zn 为负极则 C 装置中 Cu 为阴极，Ag 为阳极，电解质溶液为  $AgNO_3$  溶液，可确定 C 是特殊的电解装置（即电镀池）。由串联装置中电极交替原则知，B 装置中  $C_1$  为阳

极、 $C_2$  为阴极。整个装置是一个原电池串联着一个电解池和一个电镀池。

答案：原电池 电解池 电镀池

例 2. 如下图装置所示，闭合电键 K 时，电流计 A 的指针将发生偏转。



试回答下列问题：

(1) 丙装置是 \_\_\_\_\_（填“原电池”或“电解池”），甲中 a 极电极名称是 \_\_\_\_\_，丙中 c 极电极名称是 \_\_\_\_\_。

(2) 乙装置中 Cu 极的电极反应是 \_\_\_\_\_，若电路中有 0.02mol 电子通过，则甲装置中 a 电极溶解的质量为 \_\_\_\_\_ g。

(3) 闭合电键 K 一段时间后，丙装置中生成两种气体和一种碱，则丙中发生反应总的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(4) 丙装置中反应进行较长时间后，收集到标准状况下氢气 2.24L，此时测得丙装置溶液质量实际减少 4.23g，含有碱 0.100mol（不考虑气体在水中的溶解），则实际放出气体的物质的量是 \_\_\_\_\_ mol。

(5) 如果要给丙装置中铁片镀上一层 Cu，则丙应作何改进？ \_\_\_\_\_。

解析：(1) 甲、乙共同构成了双液电池，丙为电解池。甲中锌为负极（电子流出的一极），乙中的铜为正极，丙中的碳为阳极，铁为阴极。(2) 乙中 Cu 极的电极反应为  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ ，电路中有 0.02mol 电子通过，由  $Zn - 2e^-$

— $\text{Zn}^{2+}$ 可知溶解 Zn 的质量为 0.65g。(3)丙中电解 NaCl 溶液的化学方程式为  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2$ 。(4)丙装置电解后 NaOH 为 0.100mol, 则  $\text{Cl}_2$  为 0.05mol, 氢气为 0.1mol, 放出  $\text{O}_2$  的质量为  $4.23\text{g} - 0.05\text{mol} \times 71\text{g/mol} - 0.1\text{mol} \times 2\text{g/mol} = 0.48\text{g}$ , 氧气物质的量为 0.015mol, 实际放出气体的物质的量是 0.165mol。(5)将丙装置改进为电镀池, 电极与电解质溶液都要作相应变化, 镀层金属(Cu)作阳极, 含镀层金属离子的电解质溶液作电镀液。

答案:(1)电解池 负极 阳极

(2) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$  0.65

(3) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

(4)0.165

(5)将“C”换成“Cu”、将“NaCl 溶液”换成“ $\text{CuSO}_4$  或其他含  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液”

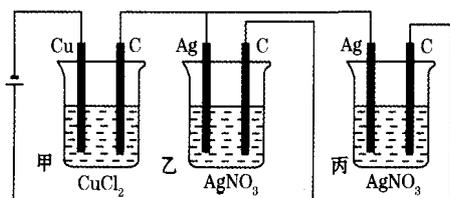
### 类型二:有外接电源的多池连接问题

1. 装置扩展策略:有外接电源时全部为电解池、电镀池或精炼池, 包括滤纸等有毛细管能使离子流通的材料。

2. 确定电极策略:电源负极所连的电极为阴极, 根据“电解池串联时阴阳电极交替出现”原则正推电极, 还可以通过装置中某极发生的现象反推电极。

3. 计算电子转移策略:不同电解装置连接方式有两种:串联和并联。多池串联, 则相同时间内通过各电解池的电量相同, 多池并联时并联各电解池的电量和等于总电量。

例 3. 甲、乙、丙三个电解池如下图所示(其中电极的大小、形状、间距均相同), 乙、丙中溶液的浓度和体积相同。当通电一段时间后, 若甲中铜电极的质量增加 0.128g, 则乙中电极上银的质量增加( )



A. 0.054g

B. 0.108g

C. 0.216g

D. 0.432g

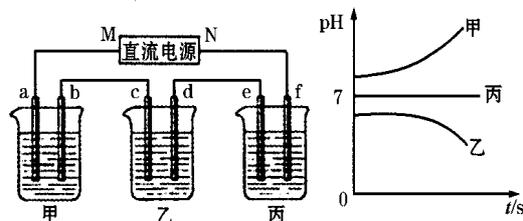
解析:由题中图示可知,乙、丙并联后再与甲串联。因乙、丙完全相同,故  $I(\text{乙}) = I(\text{丙}) = \frac{1}{2}I(\text{甲})$ 。设通过三个电解池的电子的物质的量分别为  $n(\text{甲})$ 、 $n(\text{乙})$ 、 $n(\text{丙})$ , 则  $n(\text{乙}) = n(\text{丙}) = \frac{1}{2}n(\text{甲})$ 。 $n(\text{甲}) = \frac{0.128\text{g}}{64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.004\text{mol}$ ,  $n(\text{乙}) = \frac{1}{2}n(\text{甲}) = 0.002\text{mol}$ 。故乙中析出银  $0.002\text{mol} \times 108\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.216\text{g}$ 。

答案:C

例 4. 已知 A、B、C 三种强电解质, 它们在水中电离出的离子如下表所示:

阳离子	$\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$
阴离子	$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$

下图所示装置中,甲、乙、丙三个烧杯依次分别盛放足量的 A 溶液、足量的 B 溶液、足量的 C 溶液, 电极均为石墨电极。



接通电源, 经过一段时间后, 测得乙中 c 电极质量增加了 16g。常温下各烧杯中溶液的 pH 与电解时间  $t$  的变化关系如上图。据此回答下列问题:

(1)M 为电源的 \_\_\_\_\_ (填“正”或“负”) 极, 电极 b 上发生的电极反应为 \_\_\_\_\_。

(2)计算电极 e 上生成的气体在标准状况下的体积: \_\_\_\_\_。

(3)写出乙烧杯的电解池反应: \_\_\_\_\_。

(4)若经过一段时间后, 测得乙中 c 电极质量增加了 16g, 要使丙恢复到原来的状态, 需进行的操作是 \_\_\_\_\_。

解析:乙中 c 电极质量增加, 有金属析出电极的只有  $\text{Cu}^{2+}$ , 其他的都不可能, 则 c 处发生的电极反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ , 即 c 处为阴

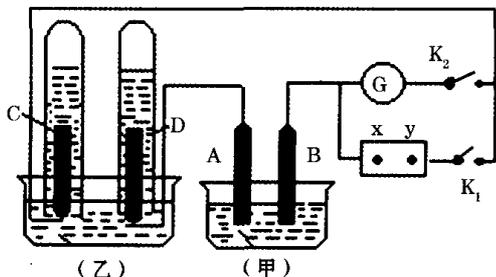
极,根据电极阴阳交替的原则可推出 b、d、f 为阳极, a、c、e 为阴极, M 为负极, N 为正极。Cu<sup>2+</sup> 只能和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 结合,可以确定为 B 为硫酸铜。由常温下各烧杯中溶液的 pH 与电解时间 t 的关系图,可以确定 A 为 KOH 或 NaOH, C 为 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 或 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。甲中为 KOH 或 NaOH,相当于电解 H<sub>2</sub>O,阳极 b 处为阴离子 OH<sup>-</sup> 放电,即 4OH<sup>-</sup> - 4e<sup>-</sup> = 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> ↑。当乙中有 16gCu 析出时,转移的电子为 0.5mol,乙烧杯的电解池反应为 2CuSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{电解}}$  2Cu + O<sub>2</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。整个电路是串联的,故每个烧杯中的电极上转移的电子数是相等的。丙中为 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 或 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,相当于电解水,由化学方程式 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{电解}}$  2H<sub>2</sub> ↑ + O<sub>2</sub> ↑ 可知,生成 2molH<sub>2</sub>,转移 4mol 电子,所以当整个反应中转移 0.5mol 电子时,生成的 H<sub>2</sub> 为 0.25mol,其标况下的体积为 0.25mol × 22.4L/mol = 5.6L。甲和丙烧杯中各消耗水 0.25mol,若要恢复到原来的状态,操作是向烧杯中加入 4.5g 水。

答案:(1)负 4OH<sup>-</sup> - 4e<sup>-</sup> = 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> ↑ (2)5.6L (3)2CuSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{电解}}$  2Cu + O<sub>2</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (4)向丙烧杯中加入 4.5g 水

### 类型三:多池连接方式控制问题

通过电键的闭合与断开,使问题回归到前边的两种类型中。

例 5. 在下图均用石墨作电极的电解池中,甲装置中为 500mL 含某一溶质的蓝色溶液,乙装置中为 500mL 稀硫酸,闭合 K<sub>1</sub>,断开 K<sub>2</sub> 进行电解,观察到 A 电极表面有红色的固态物质生成,B 电极有无色气体生成;当溶液中的原有溶质完全电解后,停止电解,取出 A 电极,洗涤、干燥、称量,电极增重 6.4g。



请回答下列问题:

(1)B 电极发生的电极反应为 \_\_\_\_\_; C 电极发生的电极反应为 \_\_\_\_\_。

(2)甲装置电解时发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(3)甲装置电解后溶液的 c(H<sup>+</sup>) 为 \_\_\_\_\_,要使电解后溶液恢复到电解前的状态,则需加入 \_\_\_\_\_ (填化学式),其质量为 \_\_\_\_\_ g。(假设电解前后溶液的体积不变)

(4)请你设计实验确定甲装置原溶液中可能含有的酸根离子(要求:提出两种可能的假设,分别写出论证这两种假设的操作步骤、实验现象和实验结论)。

①假设一: \_\_\_\_\_。

②假设二: \_\_\_\_\_。

(5)若再将 K<sub>1</sub> 断开, K<sub>2</sub> 闭合,灵敏电流计 G 中指针是否会发生偏转? 理由是什么?

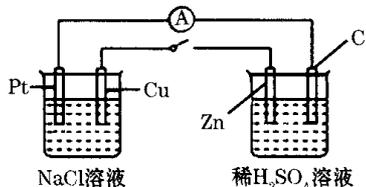
解析:当闭合 K<sub>1</sub>,断开 K<sub>2</sub> 时,整个装置是电解池的串联问题。(1)甲装置中溶质呈蓝色则溶液中含有 Cu<sup>2+</sup>,A 电极表面有红色的固态物质生成,A 电极为阴极;B 电极为阳极,有无色气体生成,电极反应为 4OH<sup>-</sup> - 4e<sup>-</sup> = 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> ↑;C 电极为阴极,电极反应为 2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> = H<sub>2</sub> ↑。(2)甲装置中电解时反应的离子方程式为 2Cu<sup>2+</sup> + 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{电解}}$  2Cu + O<sub>2</sub> ↑ + 4H<sup>+</sup>。(3)通过 A 电极增重 6.4g 可计算甲装置电解后溶液的 c(H<sup>+</sup>) 为 0.4mol/L;使电解后溶液恢复到电解前的状态,则需加入 8gCuO 或 12.4gCuCO<sub>3</sub>。(4)假设原溶液中的酸根离子为 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。取电解后的溶液,向其中加入 BaCl<sub>2</sub> 溶液,若有白色沉淀产生,则原溶液中含 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。假设原溶液中的酸根离子为 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>。取电解后的溶液,向其中加入 Cu 微热,若 Cu 溶解,并有无色气体生成,在空气中变为红棕色,则含有 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>。(5)将 K<sub>1</sub> 断开, K<sub>2</sub> 闭合,原电池与电解池串联,甲装置形成 H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 燃料电池,C 电极为负极。

答案:(1)4OH<sup>-</sup> - 4e<sup>-</sup> = 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> ↑  
2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> = H<sub>2</sub> ↑ (2)2Cu<sup>2+</sup> + 2H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{电解}}$

$2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$  (3)  $0.4\text{mol/L}$   $\text{CuO}$  (或  $\text{CuCO}_3$ ) 8 (或 12.4) (4) ①假设原溶液中的酸根离子为  $\text{SO}_4^{2-}$ 。取电解后的溶液,向其中加入  $\text{BaCl}_2$  溶液,若有白色沉淀产生,则原溶液中含  $\text{SO}_4^{2-}$  ②假设原溶液中的酸根离子为  $\text{NO}_3^-$ 。取电解后的溶液,向其中加入  $\text{Cu}$  微热,若  $\text{Cu}$  溶解,并有无色气体生成,在空气中变为红棕色,则含有  $\text{NO}_3^-$  (5) 偏转 打开  $\text{K}_1$ , 闭合  $\text{K}_2$ , 电流计  $\text{G}$  中指针会偏转,因乙装置中形成  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$  燃料电池。

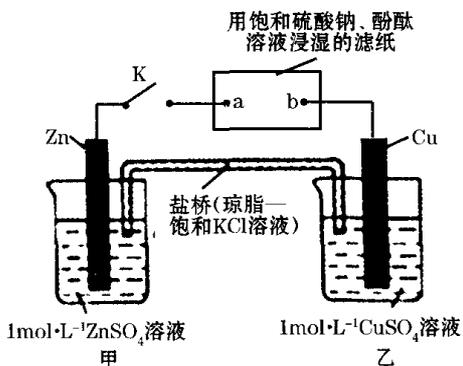
## 跟踪训练:

1. 如下图所示,将两烧杯用导线按下图所示相连,  $\text{Pt}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{C}$  分别为四个电极,当闭合开关后,以下叙述正确的是( )



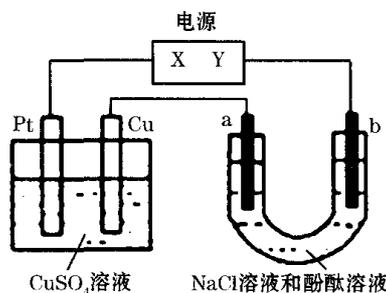
- A.  $\text{Cu}$  极附近  $\text{OH}^-$  浓度增大  
 B.  $\text{Cu}$  极为原电池负极  
 C. 电子流向是由  $\text{C}$  极流向  $\text{Pt}$  极  
 D. 当  $\text{C}$  极上有  $4\text{mol}$  电子转移时,  $\text{Pt}$  极上有  $1\text{mol}$   $\text{O}_2$  生成

2. 将下图所示实验装置的  $\text{K}$  闭合,下列判断正确的是( )



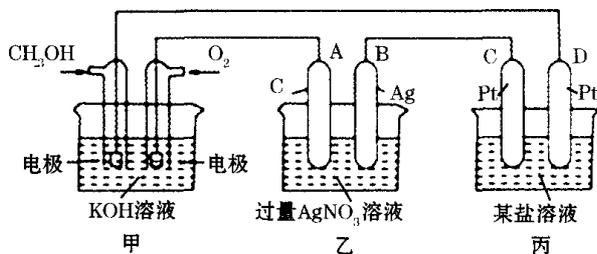
- A.  $\text{Cu}$  电极上发生还原反应  
 B. 电子沿  $\text{Zn} \rightarrow \text{a} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{Cu}$  路径流动  
 C. 片刻后甲池中  $c(\text{SO}_4^{2-})$  增大  
 D. 片刻后可观察到滤纸  $\text{b}$  点变红色

3. 如下图所示,  $\text{a}$ 、 $\text{b}$  是石墨电极,通电一段时间后,  $\text{b}$  极附近溶液显红色。下列说法正确的是( )



- A.  $\text{X}$  极是电源负极,  $\text{Y}$  极是电源正极  
 B.  $\text{a}$  极的电极反应是  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$   
 C. 电解过程中  $\text{CuSO}_4$  溶液的  $\text{pH}$  逐渐增大  
 D.  $\text{Pt}$  极上有  $6.4\text{g}$   $\text{Cu}$  析出时,  $\text{b}$  极产生  $2.24\text{L}$  (标准状况) 气体

4. 下图是一个电化学过程的示意图。



请回答下列问题:

(1) 图中甲装置的名称为 \_\_\_\_\_ (填“原电池”、“电解池”或“电镀池”)。

(2) 写出通入  $\text{CH}_3\text{OH}$  的电极的电极反应:

(3) 乙装置中反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_; 当乙装置中  $\text{B}$  极的质量增加  $5.4\text{g}$  时, 甲装置中理论上消耗  $\text{O}_2$  的体积为 \_\_\_\_\_  $\text{L}$  (标准状况下), 此时丙装置中 \_\_\_\_\_ (填“ $\text{C}$ ”或“ $\text{D}$ ”) 电极析出  $0.6\text{g}$  某金属, 则丙装置的某盐溶液可能是 \_\_\_\_\_ (填序号)

- A.  $\text{MgSO}_4$  溶液      B.  $\text{CuSO}_4$  溶液  
 C.  $\text{NaCl}$  溶液      D.  $\text{AgNO}_3$  溶液

## 参考答案

1. A    2. A    3. B

4. (1) 原电池

(2)  $\text{CH}_3\text{OH} + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$

(3)  $4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{HNO}_3$     0.28    D    BD