

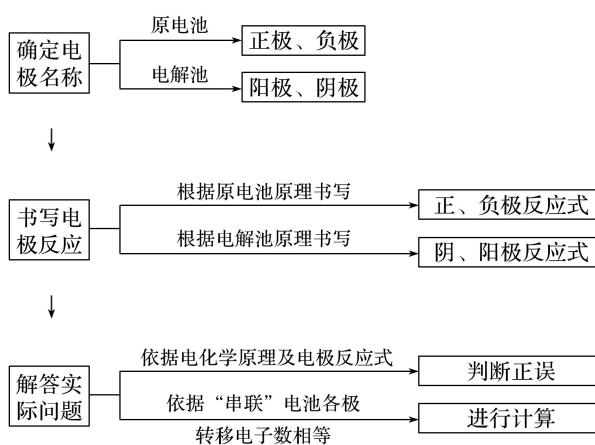
## 微专题 11 电化学中多池装置及定量计算

### 一、多池装置

#### 1. 判断电池类型

- ①有外接电源时，各电池均为电解池。
- ②无外接电源，如燃料电池、铅蓄电池在电池中作电源，其他均为电解池。
- ③无外接电源，有活泼性不同电极的为原电池，活泼性相同或均为惰性电极的为电解池。
- ④根据电极反应现象判断。

#### 2. 常用解题步骤



### 二、电化学中的定量计算

#### 1. 计算的方法

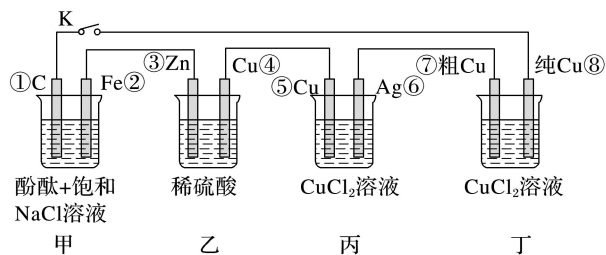
- (1)得失电子守恒法计算：用于串联电路各极的电量相同等类型的计算。
- (2)总反应式计算：根据总反应式列比例式计算。
- (3)关系式计算：借得失电子守恒关系建立已知量与未知量之间的桥梁，建立计算所需的关系式。

#### 2. 常用解题步骤

- (1)正确书写电极反应式，注意阳极是否发生反应，当溶液中有多种离子放电时，注意离子放电的阶段性和顺序。
- (2)根据得失电子守恒，串联电路中各电极转移的电子总数相等，列出关系式进行计算。

#### 【跟踪训练】

1. 假设图中原电池产生的电压、电流强度均能满足电解、电镀要求，即为理想化。①~⑧为各装置中的电极编号。下列说法错误的是( )



- A. 当 K 闭合时, 甲装置在电路中作电源  
 B. 当 K 断开时, 乙装置锌片溶解, 有氢气产生  
 C. 当 K 闭合后, 整个电路中电子的流动方向为③→②; ①→⑧; ⑦→⑥; ⑤→④  
 D. 当 K 闭合后, 甲、乙装置中 pH 变大, 丙装置中 pH 不变

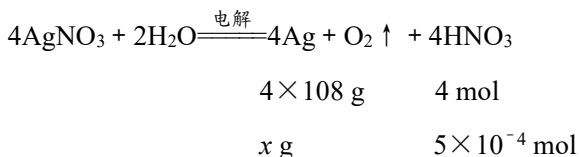
答案 A

2. 将两个惰性电极插入 500 mL  $\text{AgNO}_3$  溶液中, 通电电解, 当电解质溶液的 pH 从 6.0 变为 3.0 时(设电解时阴极没有  $\text{H}_2$  逸出, 且电解质溶液在电解前后体积变化可以忽略), 则电极上析出银的质量是( )

- A. 27 mg                                      B. 54 mg  
 C. 108 mg                                     D. 216 mg

答案 B

解析 当电解液的 pH 从 6.0 变为 3.0 时, 氢离子的浓度由  $10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  变为  $10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 硝酸的浓度等于氢离子的浓度, 则  $n(\text{HNO}_3) = (10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) \times 0.5 \text{ L} \approx 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$   
 设生成银  $x \text{ g}$ , 则



$$\frac{4 \times 108 \text{ g}}{x \text{ g}} = \frac{4 \text{ mol}}{5 \times 10^{-4} \text{ mol}}$$

解得  $x = 0.054$ , 即为 54 mg, 故选 B。

3. 500 mL  $\text{KNO}_3$  和  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  的混合溶液中  $c(\text{NO}_3^-) = 0.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 用石墨作电极电解此溶液, 当通电一段时间后, 两极均收集到 2.24 L 气体(标准状况下), 假定电解后溶液体积仍为 500 mL, 下列说法正确的是( )

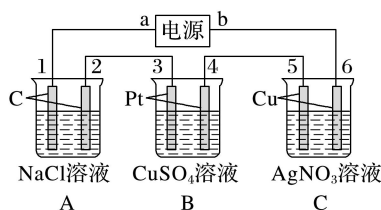
- A. 原混合溶液中  $c(\text{K}^+)$  为  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   
 B. 上述电解过程中共转移 0.2 mol 电子  
 C. 电解得到的 Cu 的物质的量为 0.05 mol  
 D. 电解后溶液中  $c(\text{H}^+)$  为  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

答案 A

解析 石墨作电极电解  $\text{KNO}_3$  和  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  的混合溶液, 阳极反应式为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} +$

$O_2 \uparrow$ ，阴极先后发生两个反应： $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ 、 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ 。从收集到  $O_2$  为 2.24 L 可推知上述电解过程中共转移 0.4 mol 电子，而在生成 2.24 L  $H_2$  的过程中转移 0.2 mol 电子，所以  $Cu^{2+}$  共得到  $0.4 \text{ mol} - 0.2 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$  电子，电解前  $Cu^{2+}$  的物质的量和电解得到的 Cu 的物质的量都为 0.1 mol。电解前后分别有以下守恒关系： $c(K^+) + 2c(Cu^{2+}) = c(NO_3^-)$ ， $c(K^+) + c(H^+) = c(NO_3^-)$ ，不难算出：电解前  $c(K^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，电解后  $c(H^+) = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。

4. 如图所示，通电 5 min 后，电极 5 的质量增加 2.16 g，请回答下列问题：



(1) a 为电源的\_\_\_\_\_ (填“正”或“负”)极，C 池是\_\_\_\_\_池。A 池阳极的电极反应为\_\_\_\_\_，C 池阴极的电极反应为\_\_\_\_\_。

(2) 如果 B 槽中共收集到 224 mL 气体(标准状况)且溶液体积为 200 mL (设电解过程中溶液体积不变)，则通电前溶液中  $Cu^{2+}$  的物质的量浓度为\_\_\_\_\_。

(3) 如果 A 池溶液是 200 mL 足量的食盐水(设电解过程溶液体积不变)，则通电 5 min 后，溶液的 pH 为\_\_\_\_\_。

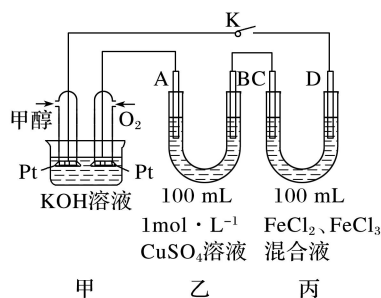
答案 (1) 负 电解  $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$   $Ag^+ + e^- = Ag$  (2)  $0.025 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  (3) 13

解析 (1) 根据已知条件通电 5 min 后，电极 5 的质量增加 2.16 g，说明电极 5 作阴极， $Ag^+$  放电，电极反应为  $Ag^+ + e^- = Ag$ ，转移电子的物质的量为 0.02 mol，同时可知电极 6 作阳极，与电源的正极相连。则 a 是负极，b 是正极，电极 1、3、5 作阴极，电极 2、4、6 作阳极。

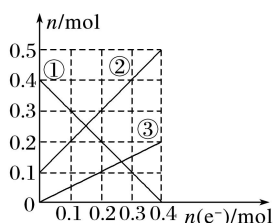
(2) B 槽中电解总反应为  $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2Cu + O_2 \uparrow + 2H_2SO_4$ ，若转移 0.02 mol 电子时只收集到  $O_2$  (只电解溶质)，则根据关系式  $2CuSO_4 \sim O_2 \sim 4e^-$  可得  $n(O_2) = 0.005 \text{ mol}$ ，体积为 112 mL (标准状况) < 224 mL，说明溶质  $CuSO_4$  已耗完，然后电解水。设整个过程消耗  $CuSO_4$   $x \text{ mol}$ ， $H_2O$   $y \text{ mol}$ ，则有  $2x + 2y = 0.02$ ， $\frac{1}{2}x + \frac{3}{2}y = 0.01$ ，解得  $x = y = 0.005$ ，则  $c(CuSO_4)$

$= 0.025 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。(3) 由于 A 池中电解液足量，A 池中只发生反应  $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$ ，根据关系式  $NaOH \sim e^-$ ，生成的  $n(NaOH) = 0.02 \text{ mol}$ ，则  $c(NaOH) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，即溶液的 pH = 13。

5. 甲醇是一种重要的化工原料和新型燃料。下图是甲醇燃料电池工作的示意图，其中 A、B、D 均为石墨电极，C 为铜电极。工作一段时间后，断开 K，此时 A、B 两极上产生的气体体积相同。

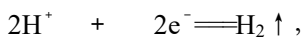
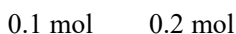
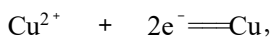


- (1)甲中负极的电极反应式为\_\_\_\_\_。
- (2)乙中 A 极析出的气体在标准状况下的体积为\_\_\_\_\_。
- (3)丙装置溶液中金属阳离子的物质的量与转移电子的物质的量变化关系如下图,则图中②线表示的是\_\_\_\_\_的变化;反应结束后,要使丙装置中金属阳离子恰好完全沉淀,需要\_\_\_\_\_ mL  $5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液。



答案 (1) $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$  (2)2.24 L (3) $\text{Fe}^{2+}$  280

解析 (1)甲醇燃料电池是原电池反应,甲醇在负极失电子发生氧化反应,电极反应为  $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。(2)工作一段时间后,断开 K,此时 A、B 两极上产生的气体体积相同,分析电极反应, B 为阴极,溶液中铜离子析出,氢离子得到电子生成氢气,设生成气体物质的量为  $x$ ,溶液中铜离子物质的量为  $0.1 \text{ mol}$ ,电极反应为



A 电极为阳极,溶液中的氢氧根离子失电子生成氧气,电极反应为



得到  $0.2 \text{ mol} + 2x = 4x$ ,

$$x = 0.1 \text{ mol}$$

乙中 A 极析出的气体是氧气,物质的量为  $0.1 \text{ mol}$ ,在标准状况下的体积为  $2.24 \text{ L}$ 。(3)根据转移电子的物质的量和金属阳离子的物质的量的变化,可知,铜离子从无到有逐渐增多,铁离子物质的量逐渐减小,亚铁离子物质的量逐渐增大,①为  $\text{Fe}^{3+}$ ,②为  $\text{Fe}^{2+}$ ,③为  $\text{Cu}^{2+}$ ,依据(2)计算得到电子转移为  $0.4 \text{ mol}$ ,当电子转移为  $0.4 \text{ mol}$ 时,丙中阳极电极反应  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ,生成  $\text{Cu}^{2+}$ 物质的量为  $0.2 \text{ mol}$ ,由图像分析可知:反应前,丙装置中  $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.4 \text{ mol}$ , $n(\text{Fe}^{2+})$

= 0.1 mol, 当电子转移 0.4 mol 时,  $\text{Fe}^{3+}$  完全反应, 生成 0.4 mol  $\text{Fe}^{2+}$ , 则反应结束后,  $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量为 0.5 mol,  $\text{Cu}^{2+}$  的物质的量为 0.2 mol, 所以需要加入 NaOH 溶液 1.4 mol, 所以 NaOH 溶液的体积为  $\frac{1.4 \text{ mol}}{5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}} = 0.28 \text{ L} = 280 \text{ mL}$ 。