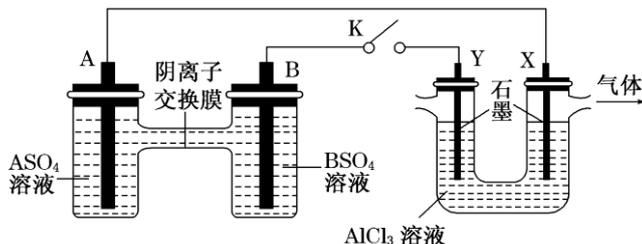


培优点二十二 电解池的串联问题

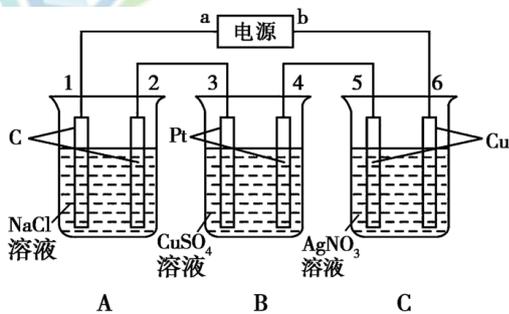
一. 电解池的串联问题

典例 1. 某同学按下图所示的装置进行实验。A、B 为两种常见金属，它们的硫酸盐可溶于水，当 K 闭合时， $\text{SO}_4^{2-}$  从右向左通过交换膜移向 A 极。下列分析正确的是 ( )



- A. 溶液中  $c(\text{A}^{2+})$  减小
- B. B 极的电极反应:  $\text{B} - 2\text{e}^- = \text{B}^{2+}$
- C. Y 电极上有  $\text{H}_2$  产生, 发生还原反应
- D. 反应初期, X 电极周围出现白色胶状沉淀

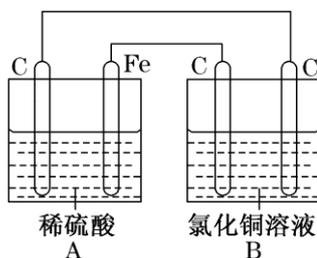
典例 2. 如图所示, 通电 5 min 后, 电极 5 的质量增加 2.16 g, 请回答下列问题:



- (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 池中共收集到 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  $\text{Cu}^{2+}$  的物质的量浓度为 \_\_\_\_\_。
- (3) 如果 A 池溶液是 200 mL 足量的食盐水(电解过程溶液体积不变), 则通电后, 溶液的 pH 为 \_\_\_\_\_。

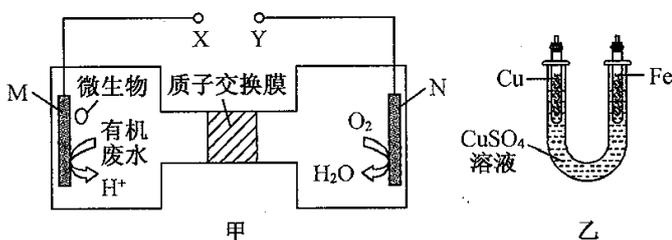
二. 对点增分集训

1. 烧杯 A 中盛放  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液, 烧杯 B 中盛放  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CuCl}_2$  溶液 (两种溶液均足量), 组成的装置如图所示。下列说法不正确的是 ( )



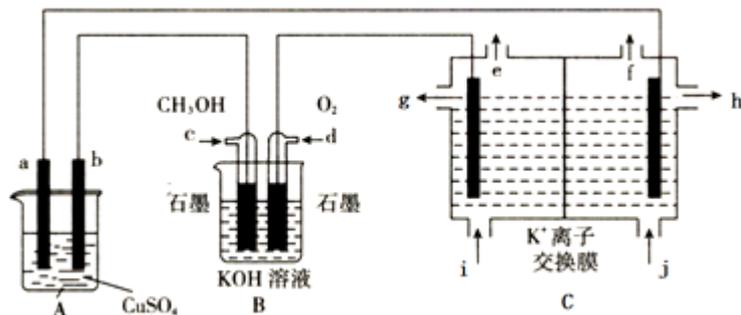
- A. A 为原电池, B 为电解池
- B. A 为电解池, B 为原电池
- C. 当 A 烧杯中产生  $0.1\text{mol}$  气体时, B 烧杯中产生气体的物质的量也为  $0.1\text{mol}$
- D. 经过一段时间, B 烧杯中溶液的 pH 增大

2. 图甲是利用一种微生物将废水中尿素  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  的化学能直接转化为电能, 并生成环境友好物质的装置, 同时利用此装置在图乙中的铁上镀铜。下列说法中不正确的是 ( )



- A. 铜电极应与 Y 电极相连接
- B.  $\text{H}^+$  通过质子交换膜由左向右移动
- C. 当 N 电极消耗  $0.25\text{mol}$  气体时, 则铁电极增重  $16\text{g}$
- D. M 电极的电极反应式为  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{HO}_2 + 6\text{e}^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}^+$

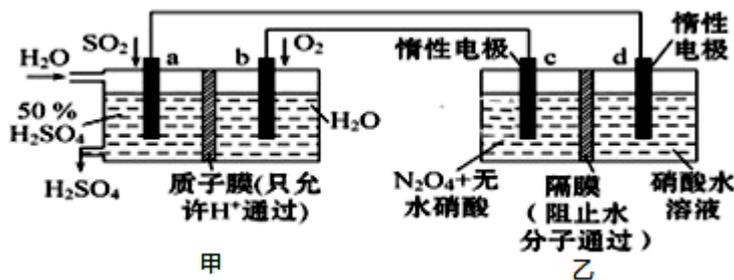
3. 工业上采用如图装置模拟在 A 池中实现铁上镀铜, 在 C 装置中实现工业  $\text{KCl}$  制取  $\text{KOH}$  溶液。



下列有关说法错误的是 ( )

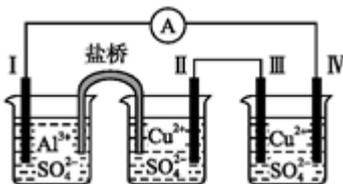
- A. a 为精铜, b 为铁制品可实现镀铜要求
- B. c 为负极, 电极反应式为  $\text{CH}_3\text{OH} + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 从 e 出来的气体为氧气, 从 f 出来的气体为氢气
- D. 钾离子从电解槽左室向右室迁移, h 口出来的为高浓度的 KOH 溶液

4. 利用膜技术原理和电化学原理制备少量硫酸和绿色硝化剂  $\text{N}_2\text{O}_5$ , 装置如图所示, 下列说法正确的是 ( )



- A. 电极 b 反应式是  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
- B. 电解后乙装置 d 电极附近溶液的 pH 不变
- C. c 电极上的电极反应式为  $\text{N}_2\text{O}_4 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+$
- D. 甲中每消耗 1mol  $\text{SO}_2$ , 乙装置中有 1mol  $\text{H}^+$  通过隔膜

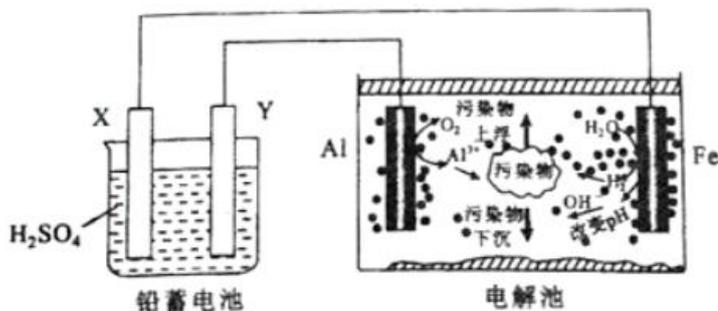
5. 某同学组装了如图所示的电化学装置, 电极 I 为 Al, 其他均为 Cu, 则下列说法正确的是 ( )



- A. 电流方向: 电极 IV  $\rightarrow$  A  $\rightarrow$  电极 I
- B. 电极 I 发生还原反应
- C. 电极 II 逐渐溶解

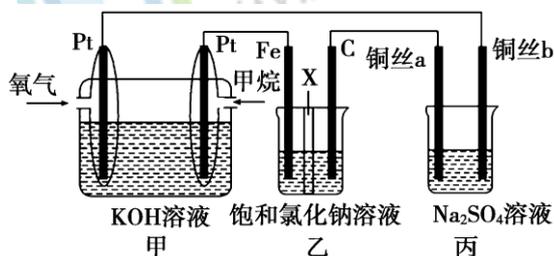
D. 电极III的电极反应:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

6. 某化学课外活动小组拟用铅蓄电池进行电絮凝净水的实验探究, 设计的实验装置示意图如下。下列叙述正确的是 ( )



- A. Y 的电极反应为:  $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$
- B. 电解池内仅发生反应:  $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\uparrow$
- C. 若电解池阴极上有 0.5mol  $\text{H}_2$  生成, 则铅蓄电池中消耗  $\text{H}_2\text{SO}_4$  为 98g
- D. 用电絮凝法净化过的水, pH 显著升高

7. 如图所示, 某同学设计了一个燃料电池并探究氯碱工业原理的相关问题, 其中乙装置中 X 为阳离子交换膜。



请按要求回答相关问题:

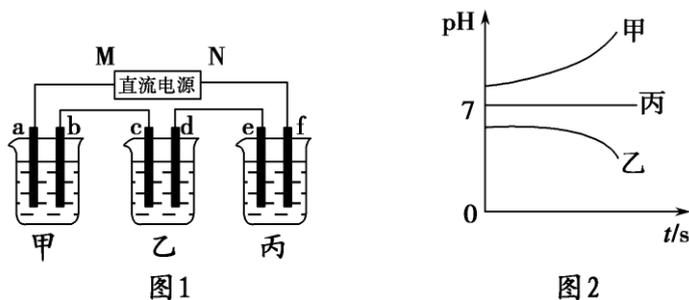
- (1) 甲烷燃料电池负极电极反应式是: \_\_\_\_\_。
- (2) 石墨电极(C)的电极反应式为\_\_\_\_\_。
- (3) 若在标准状况下, 有 2.24 L 氧气参加反应, 则乙装置中铁电极上生成的气体体积为 \_\_\_\_\_ L。
- (4) 铜丝 a 处在开始一段时间的现象为\_\_\_\_\_; 原因是\_\_\_\_\_。

8. 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	$\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$
-----	---

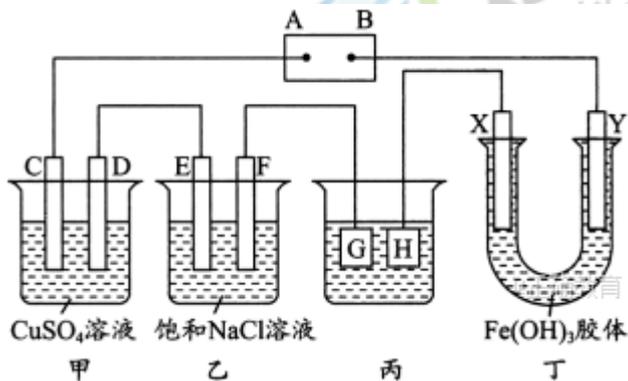
阴离子	$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$
-----	------------------------------------

如图 1 所示装置中，甲、乙、丙三个烧杯中依次盛放足量的 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 16 g。常温下各烧杯中溶液的 pH 与电解时间 t 的关系如图 2 所示。请回答下列问题：



- M 为直流电源的\_\_\_\_\_极，b 电极上发生的电极反应为\_\_\_\_\_。
- 计算 e 电极上生成的气体在标准状况下的体积为\_\_\_\_\_。
- 写出乙烧杯中的总反应方程式：\_\_\_\_\_。

9. 如下图所示的装置，C、D、E、F、X、Y 都是惰性电极。将电源接通后，向乙中滴入酚酞溶液，在 F 极附近显红色。试完成以下问题：



- 电源 A 极的名称是\_\_\_\_\_。
- 甲装置中电解反应的总化学方程式是\_\_\_\_\_。
- 如果收集乙装置中产生的气体，两种气体的体积比是\_\_\_\_\_。
- 欲用丙装置给铜镀银，G 应该是\_\_\_\_\_ (填“铜”或“银”)，电镀液的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- 装置丁的现象是\_\_\_\_\_，说明\_\_\_\_\_。

## 参考答案

### 一、电解池的串联问题

典例 1. 【答案】 D

【解析】 根据  $\text{SO}_4^{2-}$  从右向左通过交换膜移向 A 极, 则 A 极为负极, 故 A 极的电极反应为  $\text{A} - 2\text{e}^- = \text{A}^{2+}$ , 溶液中  $c(\text{A}^{2+})$  增大, A 错误; B 极为正极, 发生还原反应, B 错误; Y 电极为阳极, 为  $\text{Cl}^-$  放电, 发生氧化反应:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ , 有  $\text{Cl}_2$  产生, C 错误; 右边 U 形管中最初为电解  $\text{AlCl}_3$  溶液, X 电极为  $\text{H}^+$  放电,  $c(\text{H}^+)$  减小,  $c(\text{OH}^-)$  增大, 且  $\text{Al}^{3+}$  移向 X 极, 因此会产生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  白色胶状沉淀, D 正确。

典例 2. 【答案】 (1) 负 电解  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$   $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$

(2)  $0.025 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

(3) 13

【解析】 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, 银离子放电, 电极反应为  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ , 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。同时可得 a 是负极, b 是正极, 电极 1、3、5 作阴极, 电极 2、4、6 作阳极。由此可得 (1) 中答案。(2) B 池中电解总反应为  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ , 若转移 0.02 mol 电子时只收集到  $\text{O}_2$  (只电解溶质), 则根据关系式  $2\text{CuSO}_4 \sim \text{O}_2 \sim 4\text{e}^-$  可得  $n(\text{O}_2) = 0.005 \text{ mol}$ , 体积为 112 mL (标准状况) < 224 mL, 说明溶质  $\text{CuSO}_4$  已耗完, 然后电解水。设整个过程消耗  $\text{CuSO}_4$   $x \text{ mol}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$   $y \text{ mol}$ , 则有  $2x + 2y = 0.02$ ,  $\frac{1}{2}x + \frac{3}{2}y = 0.01$ , 解得  $x = y = 0.005 \text{ mol}$ , 则  $c(\text{CuSO}_4) = 0.025 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(3) 由于 A 池中电解液足量, A 池中只发生反应  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ , 根据关系式  $\text{NaOH} \sim \text{e}^-$ , 生成的  $n(\text{NaOH}) = 0.02 \text{ mol}$ , 则  $c(\text{NaOH}) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 即溶液的  $\text{pH} = 13$ 。

### 二、对点增分集训

1. 【答案】 B

【解析】 构成 A 装置的是活泼性不同的两电极, 两电极均浸在电解质溶液中, 两极形成了闭合回路, 所以 A 装置为原电池装置, 且 A 装置为 B 装置提供电能。A 装置中的电极反应式: 正极:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ , 负极:  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 。B 装置中的电极反应式: 阴极:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ , 阳极:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ 。装置 B 是电解氯化铜溶液, 铜离子浓度减小, 水解程度减小, 溶液的  $\text{pH}$  增大。

2. 【答案】 C

【解析】 根据题给信息知, 甲图中装置是将化学能转化为电能的原电池, M 是负极, N 是正极, 电解质溶液为酸性溶液, 负极上失电子发生氧化反应, 正极上得电子发生还原反应; 在铁上镀铜, 则铁为阴极应与负极相连, 铜为阳极应与正极相连, 根据得失电子守恒计算。当 N 电极消耗 0.25mol 氧气时, 则转移  $0.25 \times 4 = 1\text{mol}$  电子, 所以铁电极增重  $\frac{1}{2} \text{mol} \times 64\text{g/mol} = 32\text{g}$ , 故 C 错误。

3. 【答案】 C

【解析】 根据图像可知, B 为原电池, 氧气得电子与水反应生成氢氧根离子, d 作电池的正极; c 上甲醇失电子, 与氢氧根离子反应生成碳酸根离子和水; A、C 为电解池 g、a 为电解池的阳极, b、h 为电解池的阴极; a 为精铜, 作电解池的阳极, 失电子, b 为铁制品作阴极, 铜离子得电子可实现镀铜要求, A 正确; c 为负极, 甲醇失电子与溶液中的氢氧根离子反应生成碳酸根离子, 电极反应式为  $\text{CH}_3\text{OH} + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ , B 正确; KCl, e 处为阳极, 氯离子失电子出来的气体为氯气, 从 f 出来的气体为氢气, C 错误; 电解槽左侧为阳极室, 钾离子从电解槽左室向右室迁移, h 口出来的为高浓度的 KOH 溶液, D 正确。

4. 【答案】 B

【解析】 甲装置为原电池, 其中 a 电极为负极、b 电极为正极, 左侧加入了硫酸, 其中的  $\text{H}^+$  可透过质子膜而进入右侧极室, 所以右侧极室是酸性的, 所以电极反应中不能生成  $\text{OH}^-$ , 而应生成水:  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$ , A 项错误; 乙装置是一个电解池, 均采用了惰性电极, 左侧为阳极, 右侧 d 电极为阴极, 其中盛放了硝酸溶液, 发生的反应为:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ , 虽然消耗了  $\text{H}^+$ , 但同时有等量的  $\text{H}^+$  从阳极区迁移过来, 故溶液的 pH 不变, B 项正确; c 电极为阳极, 发生氧化反应:  $\text{N}_2\text{O}_4 - 2\text{e}^- + 2\text{HNO}_3 = 2\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+$ , C 项错误; 依据电子转移数相同可知, 甲装置的左侧的电极反应式:  $\text{SO}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ , 可知消耗 1mol  $\text{SO}_2$  电子转移数为 2mol, 乙装置中阳极  $\text{N}_2\text{O}_4 - 2\text{e}^- + 2\text{HNO}_3 = 2\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+$ , 阴极反应为  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ , 为了平衡电荷, 则有 2mol  $\text{H}^+$  通过隔膜, D 项错误。

5. 【答案】 A

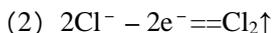
【解析】 烧杯 I 和 II 共同组成了一个原电池, I 为负极, II 为正极, 所以第三个烧杯为电解池, III 为电解池的阳极, Cu 电极放电, IV 为电解池的阴极, 铜离子放电。电流由原电池的正极经用电器流向原电池的负极, 所以电流方向: 电极 IV  $\rightarrow$  A  $\rightarrow$  电极 I, A 正确; 电极

I 是原电池的负极，应该发生氧化反应，B 错误；铜离子在电极 II 上得电子，不断生成铜单质附着在电极表面，电极不会溶解，C 错误；电极 III 为电解池的阳极，Cu 电极放电，电极反应为  $\text{Cu}-2\text{e}^{-}=\text{Cu}^{2+}$ ，D 错误。

6. 【答案】 C

【解析】左端装置为电池，右端装置为电解池，根据电解池的装置图，铁电极上  $\text{H}_2\text{O}$  转化成  $\text{H}_2$  和  $\text{OH}^{-}$ ，铁电极为阴极，即 Al 电极为阳极，X 为负极，Y 为正极。根据上述分析，Y 电极为正极，电极反应式为  $\text{PbO}_2+\text{SO}_4^{2-}+\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{PbSO}_4+\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 错误；根据电解池装置，Al 电极上除有  $\text{Al}^{3+}$  生成外，还含有  $\text{O}_2$  的生成，故 B 错误；阴极上有 0.5mol  $\text{H}_2$  产生，铅蓄电池的总反应为  $\text{Pb}+\text{PbO}_2+2\text{H}_2\text{SO}_4=2\text{PbSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$ ，即有  $\text{H}_2\sim 2\text{e}^{-}\sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ，即铅蓄电池中消耗硫酸的质量为  $0.5\text{mol}\times 2\times 98\text{g}/\text{mol}=98\text{g}$ ，故 C 正确；电解池内部发生的反应是  $2\text{Al}+6\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+3\text{H}_2\uparrow$ ， $2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}2\text{H}_2\uparrow+\text{O}_2\uparrow$ ，净化过的水，pH 基本保持不变，故 D 错误。

7. 【答案】 (1)  $\text{CH}_4-8\text{e}^{-}+10\text{OH}^{-}=\text{CO}_3^{2-}+7\text{H}_2\text{O}$



(3) 4.48

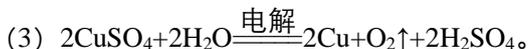
(4) 溶液变红 由于  $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ ，水的电离平衡正向移动，使溶液显碱性，酚酞遇碱变红

【解析】(1) 碱性条件下，甲烷燃料电池总反应为  $\text{CH}_4+2\text{O}_2+2\text{OH}^{-}=\text{CO}_3^{2-}+3\text{H}_2\text{O}$ ，正极反应式为  $\text{O}_2+4\text{e}^{-}+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^{-}$ ，所以负极反应式为  $\text{CH}_4-8\text{e}^{-}+10\text{OH}^{-}=\text{CO}_3^{2-}+7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 石墨电极(C)为电解池阳极，电极反应式为  $2\text{Cl}^{-}-2\text{e}^{-}=\text{Cl}_2\uparrow$ 。(3) 乙装置中铁电极为阴极，电极反应为  $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ 。若在标准状况下，有 2.24 L 氧气参加反应，转移电子 0.4 mol，则乙装置中铁电极上生成 0.2mol  $\text{H}_2$ ，体积为 4.48 L。(4) 铜丝 a 为电解池阴极，电极反应为  $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ ，开始一段时间后，水的电离平衡正向移动，使溶液显碱性，酚酞遇碱变红。

8. 【答案】 (1) 负  $4\text{OH}^{-}-4\text{e}^{-}=2\text{H}_2\text{O}+\text{O}_2\uparrow$

(2) 5.6 L



【解析】测得乙中 c 电极质量增加了 16g，由表可知乙中含有  $\text{Cu}^{2+}$ ，结合离子的共存可

知, B 为  $\text{CuSO}_4$ , 丙中 pH 不变, 则 C 为硫酸钠或硫酸钾, 甲中 pH 增大, 则 A 为 KOH 或 NaOH; (1) c 电极析出 Cu, 由铜离子在阴极得电子生成 Cu 可知 c 为阴极, 则 M 为负极, N 为正极; b 与正极相连, 则 b 为阳极, 所以 b 电极上是氢氧根离子失电子生成氧气, 其电极反应式为:  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ ; 正确答案: 负;  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ 。(2) e 与电源负极相连为阴极, 则 e 电极上是氢离子得电子生成氢气, 已知  $n(\text{Cu}) = \frac{16\text{g}}{64\text{g/mol}} = 0.25\text{mol}$ , 由  $\text{Cu} \sim 2\text{e}^- \sim \text{H}_2\uparrow$  可知生成标况下氢气的体积为  $0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$ ; 正确答案: 5.6L。(3) 乙烧杯中为惰性电极电解硫酸铜溶液, 总反应为  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 正确答案:  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

9. 【答案】(1) 正极



(3) 1 : 1

(4) Ag      $\text{AgNO}_3$

(5) Y 极附近红褐色变深     氢氧化铁胶粒带正电

【解析】F 极附近呈现红色, 说明 F 极附近生成了  $\text{OH}^-$ , 电解饱和食盐水的方程式:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$ , 放氢生碱, 阴极生成碱。F、D、H、Y 为阴极, C、E、G、X 为阳极, A 为正极, B 为负极。(1)F 极附近生成了  $\text{OH}^-$ , 为阴极, 则 B 为负极, A 为正极, 答案为正极; (2)甲装置中为  $\text{CuSO}_4$  溶液,  $\text{Cu}^{2+}$  在阴极得到电子,  $\text{OH}^-$  在阳极失去电子, 根据得失电子守恒可以写出电解方程式, 答案为  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2\uparrow$ ; (3)电解饱和食盐水的方程式:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$ , 相同情况下, 气体体积之比等于物质的量之比, 答案为 1 : 1; (4)铜上镀银, 铜作阴极, 银作阳极, G 是阳极, G 为银, 电镀液为镀层金属的溶液, 为硝酸银。答案为 Ag;  $\text{AgNO}_3$ ; (5)氢氧化铁胶粒带正电荷, 在外加电场的作用下, 向阴极移动, 所以现象是阴极附近红褐色会加深。答案为 Y 极附近红褐色变深; 氢氧化铁胶粒带正电。