

## 微专题 9 新型化学电源

### 1. 常见考查方向

①电极的判断, ②电子或电流的流向, ③溶液中离子的流向, ④电极的反应类型, ⑤pH的变化, ⑥电子的转移数目, ⑦电极反应式的书写。

### 2. 正负极的判断

(1)根据装置图判断: ①电子流向或电流流向, ②电解质溶液中离子流向, ③加入或生成物质的化合价变化。

(2)根据总方程式判断: 根据化合价变化, 化合价升高的为负极, 化合价降低的为正极。

### 3. 电极反应式的书写

(1)放电时电极反应式的书写

写出电极反应中化合价变化的物质, 然后利用氧化还原反应的配平方法, 写出电极反应式。

(2)充电时的电极反应, 利用放电时电极反应的逆方向书写。

#### ■ 特别提醒 ■

(1)若有质子交换膜, 则电解质溶液为酸性。

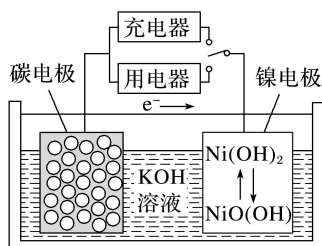
(2)水溶液中不能出现  $O^{2-}$ ,  $O^{2-} + 4H^+ = 2H_2O$  (酸性),  $O^{2-} + H_2O = 2OH^-$  (碱性)。

(3)考虑产物与溶液中的离子是否共存。

(4)熔融碳酸盐燃料( $CO$ 、 $C_xH_y$  或  $C_xH_yO_z$ )电池工作时, 负极燃料失电子与  $CO_3^{2-}$  结合生成  $CO_2$ , 正极  $O_2$  得电子生成的  $O^{2-}$  与  $CO_2$  反应生成  $CO_3^{2-}$ 。

#### 【跟踪训练】

1. 用吸附了氢气的纳米碳管等材料制作的二次电池原理如图所示, 下列说法正确的是( )



A. 充电时, 阴极的电极反应为  $Ni(OH)_2 + OH^- - e^- = NiO(OH) + H_2O$

B. 放电时, 负极的电极反应为  $H_2 - 2e^- + 2OH^- = 2H_2O$

C. 放电时,  $OH^-$  移向镍电极

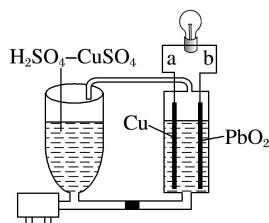
D. 充电时, 将电池的碳电极与外电源的正极相连

答案 B

解析 放电时相当于原电池, 负极失去电子, 氢气在负极放电, B项正确; 放电时  $OH^-$  等阴离子向负极移动, 结合图示电子流向可确定碳电极为负极, 即  $OH^-$  向碳电极移动, C项错误;

充电时相当于电解池，阴极发生还原反应，A项错误；充电时电池的碳电极与外电源的负极相连，D项错误。

2.(2020·曲靖市富源县教育局高二期末)流动电池是一种新型电池。其主要特点是可以通过电解质溶液的循环流动，在电池外部调节电解质溶液，以保持电池内部电极周围溶液浓度的稳定。北京化工大学新开发的一种流动电池如图所示，电池总反应为  $\text{Cu} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法不正确的是( )

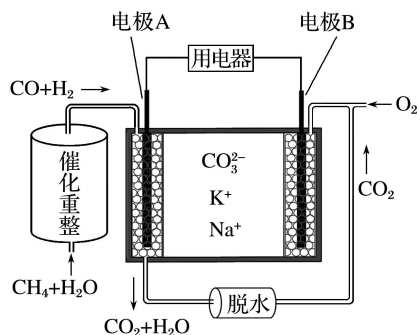


- A. a 为负极，b 为正极
- B. 该电池工作时  $\text{PbO}_2$  电极附近溶液的 pH 增大
- C. a 极的电极反应为  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
- D. 调节电解质溶液的方法是补充  $\text{CuSO}_4$

答案 D

解析 电池总反应为  $\text{Cu} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，则铜失电子发生氧化反应为负极， $\text{PbO}_2$  得电子发生还原反应为正极，所以 a 为负极，b 为正极，故 A 正确； $\text{PbO}_2$  得电子发生还原反应为正极，电极反应式为： $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，所以  $\text{PbO}_2$  电极附近溶液的 pH 增大，故 B 正确；铜失电子发生氧化反应，电极反应式为： $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，故 C 正确；由电池总反应  $\text{Cu} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  可知，调节电解质溶液的方法是补充  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，故 D 错误。

3. 一种熔融碳酸盐燃料电池原理示意如图。下列有关该电池的说法正确的是( )

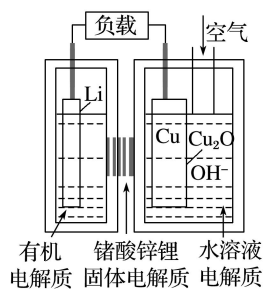


- A. 反应  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 3\text{H}_2 + \text{CO}$ ，每消耗 1 mol  $\text{CH}_4$  转移 12 mol 电子
- B. 电极 A 上  $\text{H}_2$  参与的电极反应为  $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 电池工作时， $\text{CO}_3^{2-}$  向电极 B 移动
- D. 电极 B 上发生的电极反应为  $\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-}$

答案 D

解析 A项,  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}$ , 则该反应中每消耗 1 mol  $\text{CH}_4$  转移 6 mol 电子, 错误; 该电池的传导介质为熔融的碳酸盐, 所以 A 电极即负极上  $\text{H}_2$  参与的电极反应为  $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 错误; C 项, 原电池工作时, 阴离子移向负极, 而 B 极是正极, 错误; D 项, B 电极即正极上  $\text{O}_2$  参与的电极反应为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{CO}_2 = 2\text{CO}_3^{2-}$ , 正确。

4. 近年来 AIST 报告正在研制一种“高容量、低成本”锂—铜空气燃料电池, 该电池通过一种复杂的铜腐蚀“现象”产生电力, 其中放电过程为  $2\text{Li} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 2\text{Li}^+ + 2\text{OH}^-$ , 如图所示。下列说法不正确的是( )

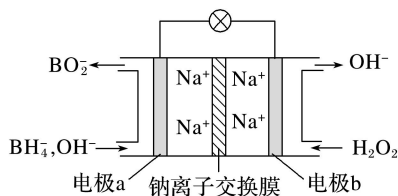


- A. 放电时,  $\text{Li}^+$  透过固体电解质向 Cu 极移动
- B. 放电时, 负极的电极反应式为  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$
- C. 通空气时, 铜被腐蚀, 表面产生  $\text{Cu}_2\text{O}$
- D. 整个反应过程中, 铜相当于催化剂

答案 B

解析 由题中装置图和放电时总反应可知, 放电时 Li 为负极, Cu 为正极, 阳离子向正极移动, A 项正确; 放电时, 负极 Li 失电子转化成  $\text{Li}^+$ , B 项错误; 结合题中装置图可知, 通入空气铜被腐蚀, 生成  $\text{Cu}_2\text{O}$ , C 项正确; 铜被腐蚀生成  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 放电时  $\text{Cu}_2\text{O}$  又被还原成 Cu, 所以整个反应过程中 Cu 相当于催化剂, D 项正确。

5. 某新型电池以  $\text{NaBH}_4$  (B 的化合价为 +3 价) 和  $\text{H}_2\text{O}_2$  作原料, 负极材料采用 Pt, 正极材料采用  $\text{MnO}_2$  (既作电极材料又对该极的电极反应具有催化作用), 该电池可用作卫星、深水勘探等无空气环境电源, 其工作原理如图所示。下列说法不正确的是( )



- A. 每消耗 3 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 转移 6 mol  $\text{e}^-$
- B. 电池工作时  $\text{Na}^+$  从 b 极区移向 a 极区
- C. a 极上的电极反应式为  $\text{BH}_4^- + 8\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{BO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O}$
- D. b 极材料是  $\text{MnO}_2$ , 该电池总反应方程式:  $\text{NaBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{NaBO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

答案 B

解析 正极电极反应式为  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^-$ , 每消耗 3 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 转移的电子为 6 mol, 故 A 正确; 原电池工作时, 阳离子向正极移动, 阴离子向负极移动, 则  $\text{Na}^+$  从 a 极区移向 b 极区, 故 B 错误; 负极发生氧化反应生成  $\text{BO}_2^-$ , 电极反应式为  $\text{BH}_4^- + 8\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{BO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O}$ , 故 C 正确; 电极 b 采用  $\text{MnO}_2$  为正极,  $\text{H}_2\text{O}_2$  发生还原反应, 得到电子被还原生成  $\text{OH}^-$ , 负极发生氧化反应生成  $\text{BO}_2^-$ , 该电池总反应方程式为  $\text{NaBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{NaBO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , 故 D 正确。

6. (1)高铁酸钾( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ )不仅是一种理想的水处理剂, 而且高铁电池的研制也在进行中。如图 1 所示是高铁电池的模拟实验装置。

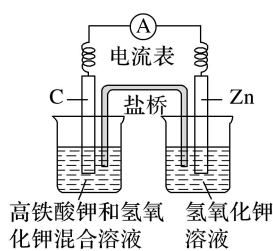


图 1

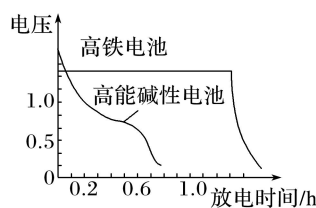


图 2

①该电池放电时正极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

②盐桥中盛有饱和 KCl 溶液, 此盐桥中氯离子向\_\_\_\_\_

(填“左”或“右”)移动; 若用阳离子交换膜代替盐桥, 则钾离子向\_\_\_\_\_ (填“左”或“右”)移动。

③图 2 为高铁电池和常用的高能碱性电池的放电曲线, 由此可得出高铁电池的优点有\_\_\_\_\_。

(2)利用原电池工作原理测定汽车尾气中 CO 的浓度, 其装置如图 3 所示。该电池中  $\text{O}^{2-}$  可以在固体介质 NASICON(固溶体)内自由移动, 工作时  $\text{O}^{2-}$  的移动方向\_\_\_\_\_ (填“从 a 到 b”或“从 b 到 a”), 负极发生的电极反应式为\_\_\_\_\_。



图 3

答案 (1)① $\text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$  ②右 左 ③使用时间长、工作电压稳定

(2)从 b 到 a  $\text{CO} + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{CO}_2$

解析 (1)①放电时高铁酸钾为正极, 正极发生还原反应, 电极反应式为  $\text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$ 。②电池工作时, 阴离子移向负极, 阳离子移向正极, 所以盐桥中氯离子向右移动; 若用阳离子交换膜代替盐桥, 则钾离子向左移动。

(2)工作时电极 b 作正极,  $\text{O}^{2-}$  由电极 b 移向电极 a; 该装置是原电池, 通入一氧化碳的电极 a 是负极, 负极上一氧化碳失去电子发生氧化反应, 电极反应式为  $\text{CO} + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{CO}_2$ 。