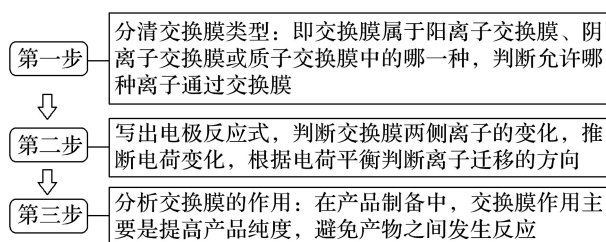


## 微专题 10 电解原理在物质制备中的应用

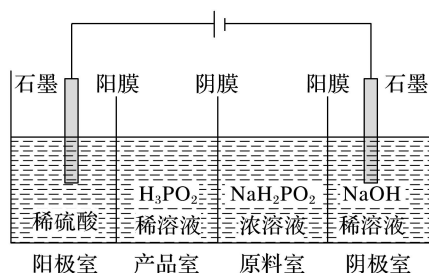
电解原理常用于物质的制备，具有反应条件温和、反应试剂纯净和生产效率高等优点，电解原理能使许多不能自发的反应得以实现。工业上常用多室电解池制备物质，多室电解池是利用离子交换膜的选择透过性，即允许带某种电荷的离子通过而限制带相反电荷的离子通过，将电解池分为两室、三室、多室等，以达到浓缩、净化、提纯及电化学合成的目的。

多室电解池的分析思路



**【例】**  $\text{H}_3\text{PO}_2$  可用电渗析法制备，“四室电渗析法”工作原理如图所示(阳膜和阴膜分别只允许阳离子、阴离子通过)：

- (1)写出阳极的电极反应式：\_\_\_\_\_。
- (2)分析产品室可得到  $\text{H}_3\text{PO}_2$  的原因：\_\_\_\_\_。
- (3)早期采用“三室电渗析法”制备  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ：将“四室电渗析法”中阳极室的稀硫酸用  $\text{H}_3\text{PO}_2$  稀溶液代替，并撤去阳极室与产品室之间的阳膜，从而合并了阳极室与产品室。其缺点是产品中混有\_\_\_\_\_杂质，该杂质产生的原因是\_\_\_\_\_。



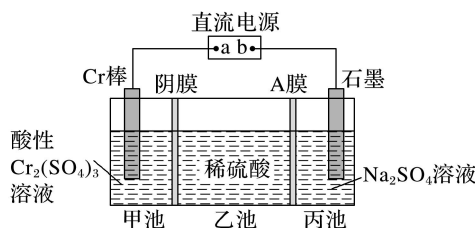
**答案** (1) $2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-\rightleftharpoons\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$

(2)阳极室的  $\text{H}^+$  穿过阳膜扩散至产品室，原料室的  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  穿过阴膜扩散至产品室，二者反应生成  $\text{H}_3\text{PO}_2$

(3) $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  或  $\text{H}_3\text{PO}_2$  被氧化

### 【跟踪训练】

1. 一种电解法制备高纯铬和硫酸的简单装置如图所示。下列说法正确的是( )

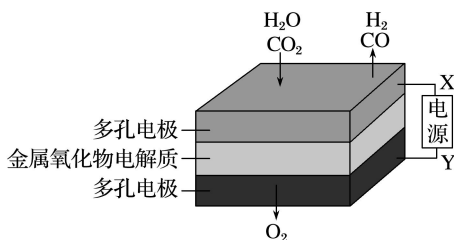


- A. a 为直流电源的正极  
 B. 阴极反应式为  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$   
 C. 工作时，乙池中溶液的 pH 不变  
 D. 若有 1 mol 离子通过 A 膜，理论上阳极生成 0.25 mol 气体

答案 D

解析 A 项，制备铬，则 Cr 电极应该是阴极，即 a 为直流电源的负极，故错误；B 项，阴极反应式为  $\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Cr}$ ，故错误；C 项，工作时，甲池中硫酸根移向乙池，丙池中氢离子移向乙池，乙池中硫酸浓度增大，溶液的 pH 减小，故错误；D 项，若有 1 mol 离子通过 A 膜，即丙池产生 1 mol 氢离子，则理论上阳极生成 0.25 mol 氧气，故正确。

2. 在固态金属氧化物电解池中，高温共电解  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$  混合气体制备  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  是一种新的能源利用方式，基本原理如图所示。下列说法不正确的是( )

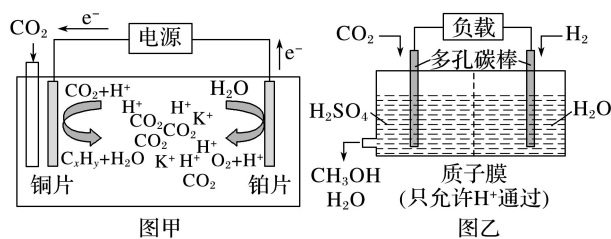


- A. X 是电源的负极  
 B. 阴极的电极反应式是： $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + \text{O}^{2-}$ 、 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$   
 C. 总反应可表示为  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 + \text{CO} + \text{O}_2$   
 D. 阴、阳两极生成的气体的物质的量之比是 1 : 1

答案 D

解析 由水和二氧化碳生成氢气和一氧化碳发生还原反应，此极上得到电子，应为阴极，故 X 极为电源的负极，A、B 项正确；C 项，根据电极上的反应物和生成物，可知总反应方程式正确；D 项，因阳极电极反应式为  $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- = \text{O}_2$ ，结合电子得失相等，可知阴、阳两极生成气体的物质的量之比为 2 : 1，错误。

3. 图甲是  $\text{CO}_2$  电催化还原为碳氢化合物( $\text{C}_3\text{H}_8$ )的工作原理示意图，用某钾盐水溶液作电解液；图乙是用  $\text{H}_2$  还原  $\text{CO}_2$  制备甲醇的工作原理示意图，用硫酸为电解质溶液。下列说法中不正确的是( )

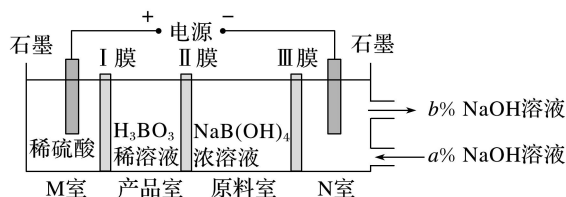


- 图甲  
图乙
- A. 甲中铜片作阴极， $K^+$ 向铜片电极移动  
 B. 甲中若  $C_xH_y$  为  $C_2H_4$ ，则生成 1 mol  $C_2H_4$  的同时生成 3 mol  $O_2$   
 C. 乙中  $H_2SO_4$  的作用是增强溶液的导电性  
 D. 乙中正极发生的电极反应为  $CO_2 + 5e^- + 6H^+ = CH_3OH + H_2O$

答案 D

解析 电解时，电子流向是：阳极→正极→负极→阴极，铜为阴极，所以阳离子  $K^+$  向铜片电极移动，故 A 正确；若  $C_xH_y$  为  $C_2H_4$ ，则电解的总反应为： $2CO_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 3O_2 + C_2H_4$ ，所以生成 1 mol  $C_2H_4$  的同时生成 3 mol  $O_2$ ，故 B 正确；乙中电解质溶液  $H_2SO_4$  的作用是增强导电性，故 C 正确；由图可知乙中正极上是二氧化碳发生得电子的还原反应的过程，发生的电极反应为  $CO_2 + 6e^- + 6H^+ = CH_3OH + H_2O$ ，故 D 错误。

4.  $H_3BO_3$  可以通过电解  $NaB(OH)_4$  溶液的方法制备，其工作原理如图。下列叙述错误的是 ( )



- A. M室发生的电极反应式为  $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$   
 B. N室中： $a\% < b\%$   
 C. II膜为阴膜，产品室发生反应的化学原理为强酸制弱酸  
 D. 理论上每生成 1 mol 产品，阴极室可生成标准状况下 5.6 L 气体

答案 D

解析 A项，M室为阳极室，发生氧化反应，电极反应式为  $2H_2O - 4e^- = O_2 \uparrow + 4H^+$ ，正确；B项，N室为阴极室，溶液中水电离的  $H^+$  得电子发生还原反应，生成  $H_2$ ，促进水的电离，溶液中  $OH^-$  浓度增大，即  $a\% < b\%$ ，正确；C项，阳极室的  $H^+$  穿过阳膜扩散至产品室，原料室的  $B(OH)_4^-$  穿过阴膜扩散至产品室，二者反应生成  $H_3BO_3$ ，则 II 膜为阴膜，正确；D项，每生成 1 mol 产品，转移 1 mol 电子，阴极室生成 0.5 mol  $H_2$ ，其标准状况下的体积为 11.2 L，错误。

5. 电解法处理氮氧化物生产  $\text{HNO}_3$  或硝酸盐有较高的环境效益和经济效益(图中电极均为石墨)。

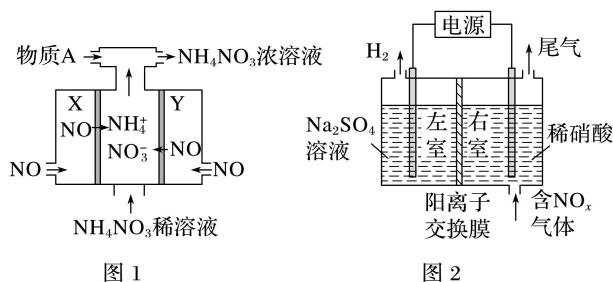


图 1

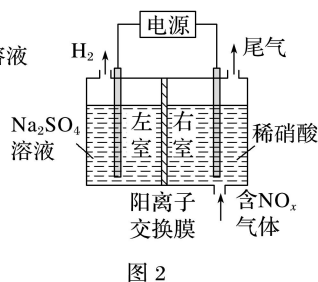


图 2

电解  $\text{NO}$  制备  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  原理如图 1 所示:

(1) 阳极为\_\_\_\_\_ (填“X”或“Y”), Y 的电极反应式为\_\_\_\_\_。

(2) 为使电解产物完全转化为  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 需要补充的物质 A 的化学式为\_\_\_\_\_。用图 2 装置进行模拟电解  $\text{NO}_2$  气体实验, 可制备硝酸。

(3) 电解时  $\text{NO}_2$  发生反应的电极反应式为\_\_\_\_\_。

(4) 若有标准状况下 2.24 L  $\text{NO}_2$  被吸收, 通过阳离子交换膜(只允许阳离子通过)的  $\text{H}^+$  为\_\_\_\_\_ mol。

答案 (1) Y  $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$

(2)  $\text{NH}_3$

(3)  $\text{NO}_2 - \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$

(4) 0.1

解析 (1) 电解  $\text{NO}$  制备  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  时, 在阳极上是  $\text{NO}$  失电子的氧化反应, 电极反应式为:  $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ 。

(2) 在阳极上获得硝酸, 为使电解产物完全转化为  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 需要补充氨气。

(3) 根据图 2 知, 电解时, 左室中电极上氢离子放电生成氢气, 则左室为阴极室, 右室为阳极室, 阳极上通入的是氮氧化物, 生成的是硝酸, 所以阳极上氮氧化物失电子和水生成硝酸, 电极反应式为  $\text{NO}_2 - \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$ 。

(4)  $n(\text{NO}_2) = 0.1 \text{ mol}$ , 阳极反应式为  $\text{NO}_2 - \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$ , 有 0.2 mol 氢离子生成, 因为有 0.1 mol 硝酸生成, 则有 0.1 mol 氢离子进入阴极室。