

四步搞定高考电化学问题

甘肃省瓜州第一中学 736100 黄军强

摘要: 电化学知识是每年高考的重点知识,同时又是学生学习的难点,本文针对高考电化学问题,提出来解决电化学问题的思路、方法和步骤,旨在帮助学生解决电化学问题,减少失误,提高得分率。

关键词: 高考;电化学;解题步骤

电化学知识是历年高考必考点,这类试题往往又是学生学习的难点,出错率较高,如何解答此类问题,现归纳如下:

第一步,确定是原电池还是电解池

原电池除燃料电池外,一般由活泼金属作负极,相对不活泼金属(或非金属)做正极。

电解池一定有外加的直流电源(或与原电池串联起来由原电池提供电源)。

根据有无外加电源先确定是原电池还是电解池。

第二步,确定两电极

原电池有正负两电极,电子流出(发生氧化反应)的一极为负极(通常为较活泼的金属);电子流入(发生还原反应)的一极为正极(通常为较不活泼的金属或非金属)。可依据电极材料、电子流向、离子移动方向、发生氧化还原反应等方法确定正负极。

电解池有阴阳两电极,与电源负极相连(发生还原反应)的是阴极,与电源正极相连(发生氧化反应)的一极为阳极。

第三步,确定电极反应,书写电极反应式

电极反应式的书写是电化学的一个难点。怎样才能正确书写电极反应式呢?

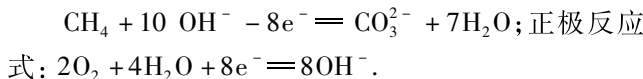
1. 原电池中电极反应式的书写

原电池电极反应式的书写通常遵从以下四个原则:

(1) 加减原则:根据得失电子守恒,总反应式为两个电极反应式之和。若已知一个电极反应式,可用总反应式减去已知的反应式,得另一电极反应式。

(2) 共存原则:因为物质得失电子后在不同介质中的存在形式不同,所以电极反应式的书写必须考虑介质环境。碱性溶液中 CO_2 不可能存在,也不可能存在 H^+ 参加反应;当电解质溶液呈酸性时,不可能有 OH^- 参加反应。如甲烷燃料电池以 KOH 为电解质溶液

时:负极反应式:



(3) 得氧失氧原则:得氧时,在反应物中加 H_2O (电解质为酸性时)或 OH^- (电解质溶液为碱性或中性时);失氧时,在反应物中加 H_2O (电解质为碱性或中性时)或 H^+ (电解质为酸性时)。如“钮扣”电池以 KOH 为电解质溶液,其电池总反应式为: $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{OH})_2$, 负极 $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$, 根据得氧原则,负极反应式为: $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$;

正极 $\text{Ag}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ag}$, 根据失氧原则,正极反应式为: $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ 。

(4) 中性吸氧反应成碱原则:在中性电解质溶液中,通过金属吸氧所建立起来的原电池反应,其反应的最后产物是碱。如银锌电池、铁的吸氧腐蚀等。

2. 电解池电极反应式的书写

(1) 首先看阳极材料,如果阳极是活性电极(除 Pt , Au 以外金属做电极),则阳极本身要参与反应失电子,阳极不断溶解,溶液中的阴离子不能失电子。

(2) 如果阳极是惰性电极(Pt , Au , 石墨),则是电解质溶液中的离子放电,应根据离子的放电顺序进行电极反应式的书写。

阳极发生氧化反应,阴离子失去电子被氧化的顺序为: $\text{S}^{2-} > \text{SO}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{水电离的 } \text{OH}^- > \text{含氧酸根离子} > \text{F}^-$ 。

阴极发生还原反应,阳离子得到电子被还原的顺序为: $\text{Ag}^+ > \text{Hg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > (\text{酸电离出的 } \text{H}^+) > \text{Pb}^{2+} > \text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > (\text{水电离出的 } \text{H}^+) > \text{Al}^{3+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ 。(注:在水溶液中 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 K^+ 这些活泼金属阳离子不被还原)。

第四步,依据电子守恒进行相关的计算

原电池和电解池最本质的原理就是在两极发生了氧化还原反应.利用两极上得失电子守恒的关系进行电化学的计算,往往可使问题简化,迅速而准确的得出结果.

(1)根据电子守恒法计算:用于串联电路、两极产物、相同电量等类型的计算,其依据是电路中转移的电子数相等.

(2)根据总反应式计算:先写出电极反应式,再写出总反应式,最后根据总反应式据算.

(3)根据关系式计算:根据得失电子守恒关系,在已知量和未知量之间,建立计算所需的方程式.

例1 如图1所示,若电解5min时铜电极质量增加2.16g,试回答:

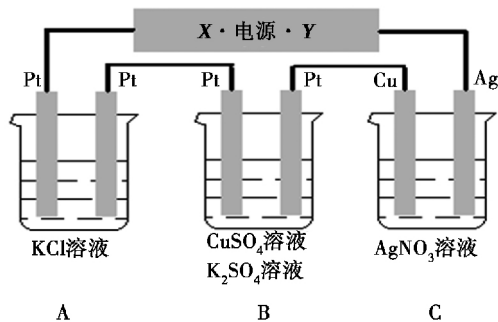


图1

(1)电源电极X名称为_____.

(2)通电5min时,B中共收集224mL气体(标准状况),溶液体积为200mL.(设电解前后无体积变化)则通电前CuSO₄溶液的物质的量浓度为_____.

(3)若A中KCl溶液的体积也是200mL,电解后,溶液的pH是_____(设前后体无体积变化).

解析 (1)C装置的铜电极质量增加,说明铜电极上有金属析出,即溶液中的银离子被还原成银单质,故铜极为阴极,由此确定X极为负极.(2)B装置两极上电子转移的数目与C装置中转移的电子数目相同.C装置中转移电子的数目为0.02mol.经判断,B装置的电极反应为:阴极 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 阳极 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

据电子守恒可得: $2n(\text{H}_2) + 2n(\text{Cu}) = 4n(\text{O}_2) = 0.02\text{mol}$, $n(\text{O}_2) = 0.005\text{mol}$; $n(\text{H}_2) = 0.01\text{mol} - n(\text{O}_2)$, $n(\text{H}_2) = 0.005\text{mol}$; $n(\text{H}_2) + n(\text{Cu}) = 0.01\text{mol}$,解得 $n(\text{Cu}) = 0.005\text{mol}$,CuSO₄溶液的物质的量浓度为0.025mol/L.(3)A装置的总反应为 $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ 即反应中转移电子的物质的量与生成的OH⁻物质的量相等,为0.02mol,OH⁻浓度为0.1mol/L,pH=13.

例2 (海南高考)新型高效的甲烷燃料电池采用铂为电极材料,两电极上分别通入CH₄和O₂,电解质为KOH溶液.某研究小组将两个甲烷燃料电池串联后作为电源,进行饱和氯化钠溶液电解实验,如图2所示.

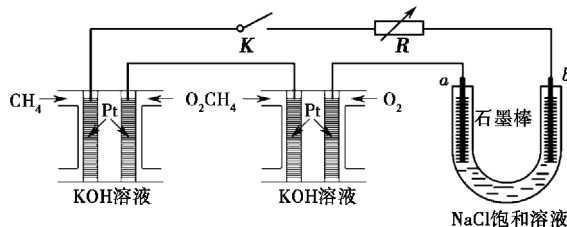


图2

回答下列问题:

(1)甲烷燃料电池正极、负极的电极反应分别为_____、_____.

(2)闭合K开关后,a、b电极上均有气体产生.其中b电极上得到的是_____,电解氯化钠溶液的总反应方程式为_____;

(3)若每个电池甲烷通入量为1L(标准状况),且反应完全,则理论上通过电解池的电量为_____(法拉第常数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$,列式计算),最多能产生的氯气体积为_____L(标准状况).

解析 (1)在碱性溶液中,甲烷燃料电池的总反应式为: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$,正极是: $2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- = 8\text{OH}^-$,负极是: $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$.

(2)b电极与通入甲烷的电极相连,作阴极,是H⁺放电,生成H₂;电解氯化钠溶液的总反应方程式为: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$.

(3)根据得失电子守恒,可得:1mol CH₄ ~ 8mol e⁻ ~ 4mol Cl₂,故若每个电池甲烷通入量为1L(标准状况),生成4L Cl₂;电解池通过的电量为 $1\text{L}/22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 8 \times 9.65 \times 10^4 \text{C} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.45 \times 10^4 \text{C}$ (题中虽然有两个燃料电池,但电子的传递量只能用一个池的甲烷量计算).

通过以上四步,一般的电化学问题均可得到快速而准确的解答,有效地提高了学生在电化学问题上的得分率,使考生在高考竞争中更有把握获胜.

参考文献:

[1]王玉侠.谈谈电化学的复习方法[J].河北理科教学研究,2008,2:55-56.

[2]胡国生.高中化学教学中关于原电池与电解池的综合分析[J].考试周刊,2009,3:66-67.