

原电池电极反应式书写技巧规则

陕西汉中略阳县天津高级中学 724300 穆建朝

原电池电极反应式的书写不仅是电化学教学的重点和难点,更是高考考查的重点和热点之一,现就如何正确书写电极反应式小结如下:

一、原电池工作原理

原电池反应属于氧化还原反应,区别于一般的氧化还原反应的是:电子转移不是通过氧化剂和还原剂之间的有效碰撞完成的,而是还原剂在负极上失电子发生氧化反应,电子通过外电路输送到正极上,氧化剂在正极上得电子发生还原反应,从而完成还原剂和氧化剂之间电子的转移.两极之间溶液中离子的定向移动和外部导线中电子的定向移动构成了闭合回路形成电流,使两个电极反应不断进行,实现化学能向电能的转化.

从能量转化角度看,原电池是将化学能转化为电能的装置;从化学反应角度看,原电池是氧化反应、还原反应分别在两个电极上进行.

二、原电池构成条件

- (1) 反应为自发的氧化还原反应,这是原电池形成的前提.
- (2) 电极材料:由两种金属活动性不同的金属或由金属与其他导电的材料(非金属或某些氧化物等)组成.
- (3) 两电极必须浸泡在一定的电解质溶液中.
- (4) 两电极之间形成闭合回路.

只要具备以上四个条件就可构成原电池.可以提供持续而稳定的电流.

1. 电极材料构成:①. 活泼性不同的金属.如锌铜原电池,锌作负极,铜作正极;②. 金属和非金属(非金属必须能导电).如锌锰干电池,锌作负极,石墨作正极;③. 金属与化合物.如铅蓄电池,铅板作负极,二氧化铅作正极;④. 惰性电极.如氢氧燃料电池,电极均为铂.

2. 电解质选择:电解质溶液一般要能与负极材料发生自发的氧化还原反应.

3. 正负极判断:①. 还原剂作负极.负极材料或还原剂在负极材料上失去电子,发生氧化反应;②. 氧化剂作正极.正极材料或氧化剂在正极材料上得到电子,发生还原反应.注意电极材料与氧化剂还原剂的关系:电极材料可能是氧化剂和还原剂,也可能是仅起导电作用的材料.

电子由负极流出,经外电路流向正极,电流由正极出发经外电路流向负极.溶液中,阳离子移向正极,阴离子移向负极.

注意:原电池负极的判断应根据其本质进行判断:较易与电解质溶液反应的电极是原电池的负极,不能一味根据金属的活泼性进行判断.

三、原电池电极反应方程式书写规则

1. 从理论上讲,任何一个自发的氧化还原反应都可以设计成为一个原电池.其中还原剂失电子作电池的负极,氧化剂得电子作电池的正极.

2. 转移电子数目.根据所含元素在反应前后化合价变化情况而定:负极所含元素化合价升高了几价,一个原子就失去几

个电子;正极所含元素化合价降低了几价,一个原子就得到几个电子.

3. 注意原子得失电子后所产生的新粒子在电解质溶液中存在形式的变化规律.① H^+ :在中性、酸性溶液中,仍为 H^+ ;在碱性溶液中, H^+ 结合 OH^- 生成 H_2O ;② O^{2-} :在酸性溶液中, O^{2-} 结合 H^+ 生成 H_2O , $O^{2-} + 2H^+ = H_2O$;在中性、碱性溶液中, O^{2-} 结合 H_2O 生成 OH^- , $O^{2-} + H_2O = 2OH^-$;③ CO_3^{2-} :在中性、酸性溶液中,仍为 CO_3^{2-} ;在碱性溶液中, CO_3^{2-} 结合 OH^- 生成 CO_3^{2-} , $CO_3^{2-} + 2OH^- = CO_3^{2-} + H_2O$.④ 金属阳离子:可能会结合电解质溶液中的某些阴离子生成其它离子或难溶性物质.

4. 原电池的总反应式是正极反应式和负极反应式的叠加和.遵循电子守恒:负极反应失去的电子总数等于正极反应得到的电子总数.

5. 原电池的总反应式、电极反应式,都必须满足电子守恒、电荷守恒、质量守恒.

例1 甲烷燃料电池,碱溶液为电解质溶液.

解析 自发的氧化还原反应为 CH_4 与 O_2 反应. O_2 为氧化剂得电子参与正极反应,在强碱性溶液中, O_2 得 $4e^-$ 产生的 O^{2-} 与 H_2O 结合生成 OH^- ,故正极反应式为: $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$. CH_4 为还原剂失电子参与负极反应,碳元素化合价由 -4 价变为 $+4$ 价,1 mol CH_4 失去 8 mol 电子,C 转化成 CO_3^{2-} 在碱性条件下以 CO_3^{2-} 形式存在,产生的 H^+ 在碱性条件下结合 OH^- 生成 H_2O .再根据碳原子守恒(配平 CO_3^{2-} 化学计量数)、电荷守恒(配平 OH^- 化学计量数)、氢原子守恒配平,即可得到负极反应式.或者可用总反应式减去正极反应式(遵循电子守恒)得负极反应式: $CH_4 - 8e^- + 10OH^- = CO_3^{2-} + 7H_2O$.总反应式为为: $CH_4 + 2O_2 + 2OH^- = CO_3^{2-} + 3H_2O$.

例2 铅蓄电池(放电)

解析 自发的氧化还原反应为 Pb 和 PbO_2 反应. Pb 为还原剂失电子做负极, Pb 由 0 价变为 $+2$ 价, Pb 失去 2 个电子生成 Pb^{2+} , Pb^{2+} 结合溶液中的 SO_4^{2-} 生成 $PbSO_4$. 负极电极反应式为: $Pb - 2e^- + SO_4^{2-} = PbSO_4$; PbO_2 为氧化剂做正极,铅元素化合价由 $+4$ 价变为 $+2$ 价,得 $2e^-$ 变为 Pb^{2+} , Pb^{2+} 结合溶液中的 SO_4^{2-} 生成 $PbSO_4$,产生的 O^{2-} 在酸性溶液中结合 H^+ 生成 H_2O .所以正极电极反应式为: $PbO_2 + 2e^- + SO_4^{2-} + 4H^+ = PbSO_4 + 2H_2O$.总反应式: $Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{2-} = 2PbSO_4 + 2H_2O$.

练习1 有人设计以 Pt 和 Zn 为电极材料,埋入人体内作为某种心脏病人的心脏起搏器的能源.它依靠跟人体内体液中含有一定浓度的溶解氧、 H^+ 和 Zn^{2+} 进行工作,试写出该电池的电极反应式.

练习2 甲醇燃料电池,碱或酸作为电解质,试写出其电极反应式.