

原电池电极反应式书写技巧

广东省广州市南沙第一中学 唐明再

【摘要】学生普遍感到原电池电极反应式的书写困难,透彻理解原电池反应原理,再采用守恒法(电子守恒、原子守恒、电荷守恒)、并考虑介质影响,只要理清思路,进行有序书写,会使电极反应方程式的书写变得非常简单。

【关键词】原电池;电极反应;守恒法

原电池中的反应,本质上就是氧化反应与还原反应分开在两个电极上进行。初学者对原电池电极反应的书写感到难度很大,甚至无从下手。主要原因在于对原电池原理理解不透、在书写上没有理清思维顺序,导致思维混乱。因此应从以下两个方面进行突破。

一、原理的理解

原电池反应的总反应与普通化学反应总反应没有区别。不同的是,普通的化学反应,是氧化剂与还原剂直接接触,还原剂直接将电子转移给氧化剂。而原电池反应,氧化剂与还原剂分开在两个电极附近,还原剂将电子通过导线转移到正极,氧化剂从正极的电极上获得电子。一个简单的比方是:普通化学反应类似于老板直接将工资发给员工,原电池反应类似于老板将工资存在银行,员工从柜员机上取得工资,这个工资本质上还是老板给的。所以,要根据原电池总反应写出两个电极反应,关键是要弄清楚该反应中氧化剂和还原剂分别是如何转化的,也就是学会分析“半反应”。先从简单的氧化还原反应进行分析,如 $\text{Cu}-\text{H}_2\text{SO}_4-\text{Zn}$ 原电池。总反应为 $\text{Zn}+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{ZnSO}_4+\text{H}_2\uparrow$, 离子反应为 $\text{Zn}+2\text{H}^+=\text{Zn}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ 。负极: $\text{Zn}-2\text{e}^-=\text{Zn}^{2+}$ (氧化反应); 正极: $2\text{H}^++2\text{e}^-=\text{H}_2\uparrow$ (还原反应)。负极反应式+正极反应式=总反应式(氧化还原反应)。

二、书写技巧

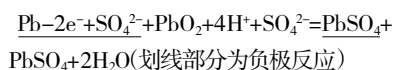
上述原理在理解上看似简单,但是碰到陌生度较高的反应或较为复杂的反应,学生仍然感到分析困难,书写电极反应式不但慢,而且正确率低。一般教学中都是用总反应式减去一个电极

反应式得到另一个电极反应式,但是教学实践表明,学生要接受这种方法比较困难。其实,原电池反应仍然遵守化学方程式的最基本原理:原子守恒、电荷守恒、电子守恒。我们按照“守恒法”进行有序思维,问题会变得简单。例如铅蓄电池的反应书写步骤如下:

第一步:写出总反应式(如果是离子反应的,写出离子反应方程式)。

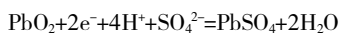


第二步:标出化合价变化,分析发生氧化反应与还原反应的物质。在相应物质后面标出电子得失,再选择简单的变化先写出来,特别要注意介质的作用。如上式中简单的变化是负极的反应: $\text{Pb}-2\text{e}^-=\text{Pb}^{2+}$, 介质中存在 SO_4^{2-} , 它与 Pb^{2+} 结合后成为 PbSO_4 沉淀。故负极反应为 $\text{Pb}-2\text{e}^-+\text{SO}_4^{2-}=\text{PbSO}_4$, 直接在总反应式中把这个变化标出来:



第三步:注意上式与原总反应式相比,左边多写了“ -2e^- ”,因此要再添上“ $+2\text{e}^-$ ”才会守恒。故 $\text{Pb}-2\text{e}^-+\text{SO}_4^{2-}+\text{PbO}_2+4\text{H}^++\text{SO}_4^{2-}+2\text{e}^-=\text{PbSO}_4+\text{PbSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$ 。

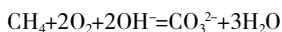
第四步:将上式中非划线部分拉出来单独写就是正极的反应式:



按照上述方法,稍加训练,就可以快速书写原电池的电极反应式。

下面再举两例:

1. 在碱性条件下的甲烷燃料电池:

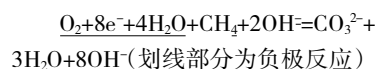


这里要先向学生介绍燃料电池中一个基本规律:氧化剂氧气得电子,直接结果是生成 O^{2-} , 但是,如果是水溶液中,则 O^{2-} 不能稳定存在。在酸性条件下, $\text{O}^{2-}+2\text{H}^+=\text{H}_2\text{O}$ (回忆并比较: $\text{Na}_2\text{O}+2\text{H}^+=2\text{Na}^++\text{H}_2\text{O}$), 在中性或碱性条件下, $\text{O}^{2-}+\text{H}_2\text{O}=2\text{OH}^-$ 。(回忆并比较: $\text{Na}_2\text{O}+\text{H}_2\text{O}=2\text{Na}^++2\text{OH}^-$)

结合上述规律和“守恒法”写甲烷燃料电池的电极反应就很容易了:

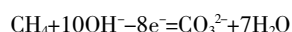
第一步:写出总反应式(略)。

第二步:写出氧气得电子情况, $2\text{O}_2+8\text{e}^-$, 考虑到介质是碱性条件,故生成的氧离子立即与水结合生成 OH^- : $2\text{O}_2+8\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}=8\text{OH}^-$, 这样总反应式变为:



第三步:上式与原来总反应式相比,显然原子、电子、电荷都不守恒。左边多了“ $+8\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}$ ”。右边多了“ $+8\text{OH}^-$ ”,故要左边添上“ $-8\text{e}^-+8\text{OH}^-$ ”,右边添上“ $+4\text{H}_2\text{O}$ ”,等式就成立了: $\text{O}_2+8\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}+\text{CH}_4+2\text{OH}^- - 8\text{e}^-+8\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-}+3\text{H}_2\text{O}+8\text{OH}^-+4\text{H}_2\text{O}$ 。

第四步:将非划线部分整理后单独写出就成为正极反应式:



2. 熔融盐燃料电池:

以氧气为氧化剂,一氧化碳为燃料,以熔融的碳酸钾为介质(碳酸根离子可以迁移)的某熔融盐燃料电池。正极通入的是二氧化碳与氧气混合气,负极通入一氧化碳。总反应式为: $2\text{CO}+\text{O}_2=2\text{CO}_2$, 其中负极反应为: $2\text{CO}-4\text{e}^-+2\text{CO}_3^{2-}=4\text{CO}_2$ 。在总反应式中将负极反应的变化写进去,成为: $2\text{CO}-4\text{e}^-+2\text{CO}_3^{2-}+\text{O}_2=2\text{CO}_2+4\text{CO}_2$

(其中划线部分为负极反应),显然要使该反应式“守恒”,需要在左边添上“ $+4\text{e}^-+4\text{CO}_2$ ”,右边添上“ $+2\text{CO}_3^{2-}$ ”才行: $2\text{CO}-4\text{e}^-+2\text{CO}_3^{2-}+4\text{CO}_2+\text{O}_2+4\text{e}^-=2\text{CO}_2+4\text{CO}_2+2\text{CO}_3^{2-}$, 再将非划线部分单独写出来,就是正极的电极反应式: $4\text{CO}_2+\text{O}_2+4\text{e}^-=2\text{CO}_2+2\text{CO}_3^{2-}$, 再化简为: $2\text{CO}_2+\text{O}_2+4\text{e}^-=2\text{CO}_3^{2-}$ 。

在教学实践中发现,通过用这种方法训练,学生对原电池电极反应的书写都感到比较容易,而且不容易出错。本人认为这是一种比较好的方法。

【参考文献】

[1]唐浩. 燃料电池电极反应方程式书写技巧. [EB/OL]. <http://www.doc88.com/p-783472215577.html>

[2]刁森. 例析原电池电极反应式的书写原则与技巧[J]. 中学生数理化(高一版). 2010.02