

电化学学习中学生容易产生困惑的几个问题

◆ 刘 洪

(广东省深圳实验承翰学校 广东深圳 518112)

摘要: 在电化学教学中常常有学生对一些问题感到困惑, 例如, 有盐桥的原电池中负极发生的氧化反应和正极发生的还原反应的动力来自哪里; 盐桥作用是什么; 有盐桥的原电池的电极材料选择上有什么具体要求; 正极和负极的电解质选择上必须满足什么条件等等。对于这些学生容易产生困惑的几个问题, 在此作出简要的解释说明。

关键词: 原电池; 阴极; 阳极; 盐桥; 电极

在选修 4 的电化学教学中学生往往容易在以下几个问题上产生困惑, 为了让学生的科学视野得到适当的扩宽和必要的补充, 可以对以下问题做些必要的解释。

一、有盐桥的原电池中正极或者负极两个半反应的动力来自哪里?

这个问题其实涉及大学电化学中电极电势(符号: ϕ)的问题。在有盐桥的原电池中, 每个半池中发生的半反应的动力来自于各个半池中反应物和生成物之间微弱的电势差(电极电位)这种微弱的电势差推动电极反应的发生。例如以 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 为原理设计的原电池, 负极发生反应是 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ 其推动力是来源于单质铜和铜离子之间的微弱的电势差, 这种微弱的电势差促使单质铜不断的失去电子, 变成铜离子。同样正极发生还原反应的动力是来自于 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 之间的微弱的电势差。整个原电池发生反应的动力又取决于两个半池中电势差的相对大小。如果两个半池中的电势差相差值越大, 也就是说该原电池的电动势越大, 那么此原电池的反应越容易发生, 反之越难发生。由此我们可以得出, 原电池的反应的最终动力来源是, 金属单质(对金属电池而言)与其对应的的离子之间的电势差。原电池的电动势的大小就决定于这两极的电势差的相对大小。

例: $\text{Zn}(\text{s}) = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow$ 金属“溶解”占优势

$\text{Cu}(\text{s}) = \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftarrow$ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 沉积占优势

由于 $\phi(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) < \phi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$ (ϕ 表示电极电势)。当以盐桥连接这两个溶液且外电路接通(构成回路)时, 就有电子从 Zn 电极流出, 经外电路流入 Cu 电极, 产生电流。

二、盐桥在原电池反应中起到什么作用?

在教学中常常有学生问, 原电池中盐桥到底起到什么样的作用。对于此问题, 很多老师怕增加学生的学习负担, 往往就简单的告诉学生, 盐桥是起到导电作用; 盐桥中的阴离子向负极移动,

阳离子向正极移动。这样回答的话, 学生往往产生另外一个问题: 溶液中的阴阳离子可以定向移动而导电, 为什么偏偏要把两个半反应分开在不同区域进行, 中间加上盐桥呢? 其实盐桥除了上面所说的导电作用外, 还有个很重要的作用是, 避免负极材料直接与正极的电解质溶液反应, 这样原电池能持续稳定的放电, 从而使原电池具有实用价值。另外盐桥的存在可以平衡两个反应容器内的电荷, 使得反应能持续进行。再者, 在两种溶液之间插入盐桥以代替原来两种溶液直接接触, 减免和稳定液接电位。(不同的两种电解质接触时, 在溶液交界处由于正负离子扩散通过界面的离子迁移速度不同造成正负电荷分离而形成双电层, 这样产生的电位差称扩散电位, 即液接电位)其实上述三者的作用又不是孤立存在, 而是相互依赖, 相互影响的。

三、有盐桥的原电池在电极选择上有什么具体要求

对于有盐桥的原电池, 负极材料几乎是确定的(根据反应总方程式快速确定), 例如 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, 其负极材料是铁, 然而正极材料的选择就多了。按照一般原理, 只要正极材料比铁活泼性低就行但实际上并非如此。我们不妨以 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 为原理设计出两个有盐桥的原电池。①负极材料是铁, 电解质是氯化亚铁溶液; 正极是铜, 电解质是氯化铁溶液。②负极材料是铁, 电解质是氯化亚铁溶液; 正极是石墨, 电解质是氯化铁溶液。用电流表持续测定这两个原电池的电流发现: 第一个原电池电流持续时间短, 并且电流强度很快减小; 而第二个原电池能比较长时间的提供比较稳定的电流。通过此实验说明, 有盐桥的原电池的电极材料的选择是有讲究的。通过对上面两个原电池的分析不难发现, 第一个原电池的正极材料能与电解质溶液反应即 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$, 而第二个原电池的正极材料不会与电解溶液反应。因此得出, 有盐桥的原电池的正极材料不仅仅是要求活泼性比负极材料低, 还要求正极材料不能与电解质溶液发生反应, 否则会大大降低原电池的效率。

对于学生在学习原电池时提出的诸多问题, 往往涉及大学里更深层次内容的学习。因此不适在课堂上进行详细的讲解, 应该在课后针对部分学生的具体情况进行解释。

参考文献:

[1] 李志刚. 如何提高高中化学中电化学的课堂教学效果[J] 中国校外教育, 2019, 13.

