

## 多种燃料电池电极反应式的书写

浙江省桐乡市第一中学 314500 许跃强

燃料电池是原电池知识的具体应用,是应用前景非常广阔的绿色化学能源,在近几年的高考试卷中相关内容的考查也颇受青睐,尤其是不同环境中电极反应式的书写让很多学生伤透脑筋。为了帮助学生准确把握常见燃料电池电极反应式的书写方法,笔者结合个人的教学实践经验谈谈这方面的问题。

### 一、常见燃料电池的种类

燃料电池种类繁多,除了氢氧燃料电池,还有熔融碳酸盐燃料电池、固体氧化物燃料电池、金属空气电池等。随着研究的深入还会有新的燃料电池出现。

### 二、燃料电池电极反应式的书写

#### 1. 总反应式的书写

一般可根据燃料的燃烧反应写出燃料电池的总反应式,如氢氧燃料电池的总反应式为  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \text{——} 2\text{H}_2\text{O}$ 。但要注意电解质环境,如在碱性环境中,甲烷燃料电池的总反应式为  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \text{——} \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

#### 2. 正极反应式的书写

燃料电池的工作原理遵循氧化还原反应的有关规律,即负极失电子,化合价升高,正极得电子,化合价降低。因此一般正极反应式的书写基础都是  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \text{——} 2\text{O}^{2-}$ ,而  $\text{O}^{2-}$  的何去何从与电解质环境有关,现将常见四种电解质环境中正极反应式的书写归纳如下。

##### (1) 酸性溶液(如稀硫酸)

在正极  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \text{——} 2\text{O}^{2-}$ ,酸性溶液中  $2\text{O}^{2-} + 4\text{H}^+ \text{——} 2\text{H}_2\text{O}$ ,因此正极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \text{——} 2\text{H}_2\text{O}$ 。

##### (2) 碱性溶液(如氢氧化钾溶液)

在正极  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \text{——} 2\text{O}^{2-}$ ,碱性溶液中  $2\text{O}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \text{——} 4\text{OH}^-$ ,因此正极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \text{——} 4\text{OH}^-$ 。

这里注意(1)、(2)两种情况均为含水环境。

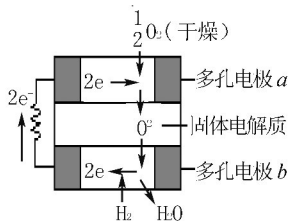
##### (3) 熔融的碳酸盐为电解质(如熔融 $\text{K}_2\text{CO}_3$ )

说明:熔融盐燃料电池具有高的发电效率,可用  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的熔融盐混合物作电解质,CO 为燃气,空气与  $\text{CO}_2$  的混合气体为助燃气,制得在  $650^\circ\text{C}$  下工作的燃料电池。

在正极  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \text{——} 2\text{O}^{2-}$ ,熔融的碳酸盐中  $2\text{O}^{2-} + 2\text{CO}_2 \text{——} 2\text{CO}_3^{2-}$ ,因此正极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{CO}_2 \text{——} 2\text{CO}_3^{2-}$ 。

##### (4) 固体氧化物为电解质(如固体氧化锆-氧化钇,可传导 $\text{O}^{2-}$ )

说明:固体氧化物燃料电池是美国西屋(Westinghouse)公司研制开发的。它以固体氧化锆-氧化钇为电解质,这种固体电解质在高温下允许氧离子( $\text{O}^{2-}$ )在其间通过,该电池的工作原理如图1所示,其中多孔电极a、b均不参加电极反应。



正极反应式应为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \text{——} 2\text{O}^{2-}$ 。

这里注意(3)、(4)两种情况均为非含水环境。

#### 3. 负极反应式的书写

负极反应物较简单时负极反应式可直接书写,较复杂时一般采用电极反应加减法。如甲醇燃料电池,电解质为氢氧化钾溶液。总反应式:  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- \text{——} 2\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ ,正极反应式:  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \text{——} 4\text{OH}^-$ 。用总反应式 - 正极反应式  $\times 3$  = 负极反应式,可得负极反应式为  $2\text{CH}_3\text{OH} - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- \text{——} 2\text{CO}_3^{2-} + 12\text{H}_2\text{O}$ 。

### 三、难点突破

#### 1. 抓住核心

氧气在正极得电子,发生还原反应,燃料在负极失电子,发生氧化反应。

#### 2. 重点训练电极反应式书写

##### (1) 确定燃料电池电解质类型。



# 氧化还原反应解题思路的误区探究

浙江省宁波市李惠利中学 315040 何晓华

氧化还原反应指的是物质在产生化学反应后的元素氧化数发生变化的一种反应。其实质主要是物质内电子的得失或共用电子对的偏移。氧化还原反应是高中化学学习的主要内容,贯穿于整个教学内容之中,具有非常重要的意义。然而,氧化还原反应的知识涉及面非常的广,知识点非常的多,考试的试题设置又具有一定的技巧性,导致大部门的高中学生解答时经常出错,本文将简要阐述高中化学中关于氧化还原反应的十大误区,并适当的分析学生解答关于氧化还原反应题目错解的主要原因。

## 一、氧化还原反应的十大误区

### 1. 机械计算转移电子的数目

经常有学生在做题的时候认为,在物质发生氧化还原反应后,得到  $2e^-$ ,失去  $2e^-$ ,就机械的认为在整个反应中转移  $4e^-$ 。这样的推论是错误的,要明白氧化剂得到的是哪个物质的电子,而还原剂失去的电子又给了哪个物质,要进行具体细致的分析。换个简单的说法 A 给了 B 两个苹果,这样 A 就失去了两个苹果, B 得到了两个苹果,然而,实际转移的只有两个苹果,并非四个。

### 2. 错误运用金属活动性顺序推断氧化性

按照金属活动性的顺序,排在前面的金属元素的原子还原性比较强,排在后面的阳离子就氧化性强。因此,部分学生在做题的时候就会以此为据进行错误的类推。比如; $Fe > Cu$ ,对应的阳离子氧化性似乎是  $Fe^{3+} < Cu^{2+}$ 。然而,实际应该是  $Fe^{3+} < Cu^{2+}$ 。

3. 金属单质在还原反应中一定会是还原剂,误认为非金属单质就一定是氧化剂

金属单质在反应当中只能作为还原剂失去电子。但是,非金属单质就不一定只作氧化剂了。在做题时,学生经常误将硫单质作为氧化剂而进行计算,其实,硫在遇到硝酸等强氧化剂时也只能作为还原剂。

4. 错误认定元素在化合物中的化合价高低直接决定了氧化性的高低,含最高价元素的一定是最具有强氧化性的

在做题的时候,经常误认为元素在化合物中的化合价与该化合物的氧化性成正比,这种观点是错误的。比如, $H_3PO_4$  中的 P 是磷元素的最高价,但是却不具有强氧化性,还有碳和硅也是如此。

5. 误认为电子的数量与氧化性的强度成正比,这样的观点是错误的,物质氧化性与还原性的强弱不是看它得到电子数目的多少,而是看它得到电子和失去电子的能力。比如,Al 在氧化还原反应当中会失去三个电子,而 Na 在氧化还原反应中只会失去一个电子,然而,实际上确是 Na 的还原性比 Al 要强。

6. Fe 在何种情况下失去  $2e^-$ ,何种情况下失去  $3e^-$  的概念不清晰

Fe 在遇到强氧化剂时才会失去 3 个电子,在原电池反应时,铁作为负极时只会失去 2 个电子。如果生产的铁过量了,也会使  $Fe^{3+}$  被还原成  $Fe^{2+}$ 。大部分同学在做题的时候往往会忽视这点,从而导致解题错误。

7. 误认为强氧化剂与强还原剂相遇就一定会发生氧化还原反应

这个错误的认识是许多学生都会有的,实际

► (2) 写出电池总反应式。总反应式可能是燃料燃烧的方程式,也可能是燃料燃烧的方程式和燃烧产物与电解质溶液中某种微粒反应方程式叠加后的式子,但无论哪种情况,都不写点燃条件。

(3) 确定氧气在给定环境下正极的反应式。

(4) 利用电极反应加减法,写出负极的反应式。

(收稿日期:2014-11-10)