

关于锌铜金属性和金属活动性的

强弱相悖的探讨

浙江省宁波市鄞州区同济中学 315175 张春玲
浙江省宁波市鄞州中学 315101 包朝龙

一、问题的提出

根据金属活动性顺序表锌的金属活动性比铜强。根据实验事实:金属锌单质能从铜盐(如硫酸铜溶液)中置换出铜单质;并且锌能与酸反应置换出氢气,但铜不能。故而说明锌的金属活动性比铜强。

但是根据元素周期律,在元素周期表中:从左到右,元素的金属性逐渐减弱,从上到下,元素的金属性逐渐增强。我们发现铜在锌的左侧,故而根据元素周期律,铜的金属性要强于锌。

二、问题的研究

元素的金属性是元素的性质,指的是元素的气态原子失去电子变成气态阳离子趋势的大小,表示元素失电子的难易程度。而在化学中描述元素失电子的难易程度最直观的是电离能。某元素的气态原子失去一个电子形成+1价气态阳离子所需的最低能量称为该元素的第一电离能(I_1)。在+1价气态阳离子基础上再失去一个电子形成+2价气态阳离子所需的最低能量称为该元素的第二电离能(I_2)。查阅资料可知:

| | 铜 | 锌 |
|---|------|------|
| $I_1 / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 750 | 915 |
| $I_2 / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 1970 | 1743 |

从数据上看,第一电离能铜小于锌,即铜更容易失去一个电子,而第二电离能铜大于锌,即铜更难再失去一个电子。为什么会这样呢?这是源于铜、锌的电子结构。

铜的4s轨道上只有一个电子,易失去,形成 $3d^{10}4s^0$,而锌的4s轨道上有两个电子,刚好充满,较稳定,不易失去; Zn^+ 的外围电子为 $3d^{10}4s^1$,易失去4s轨道上的第2个电子。

而我们根据元素周期律推导金属性是研究当元素失去一个电子时的难易程度,所以在这个意

义上说 $I_1(\text{Cu}) < I_1(\text{Zn})$,更易失去电子,金属性越强。

金属活动性是金属单质的属性,是指金属单质在水溶液中形成水合阳离子的趋势大小。金属单质在水中越易形成水合阳离子,其金属活动性越强,反之越弱。单质的金属活动性与元素的金属性应有所区别。因为单质不是原子的简单聚集,原子间已存在非定域的化学键,即金属键。要使金属原子成为水合阳离子,首先要破坏金属晶格,金属键的强度是影响金属单质性质的重要因素。其可以用金属的升华热进行衡量。铜的升华热($340 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)大于锌的($126 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

并且铜属于标准金属结晶(如图1所示),为面心立方堆积,结构相当紧密,金属键较完全,原子半径较小($r = 128 \text{ pm}$),故而反应更难。而锌属于变形金属晶体(如图2所示),结构不够紧密,金属键不够完整,原子半径也比较大($r = 133 \text{ pm}$),故而反应更容易些。

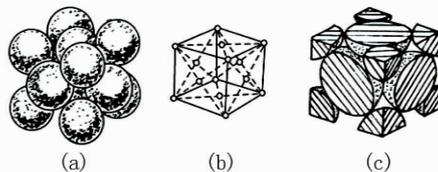


图1

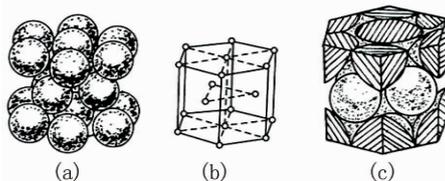


图2

所以金属活动性除了与电离能有关,还与金属的金属键、升华热、金属离子的水合热等因素有关。金属单质在水溶液中失去电子的难易程度 ▶

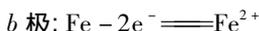
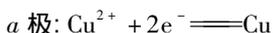
电化学教学中的三个问题

浙江省绍兴市柯桥中学 312030 孙明美

一、是原电池还是电解池

下面是一道选自中学某流行资料上的习题:

如图 1, 两电极上发生的电极反应为:



下列说法中不正确的是()。

- A. 该装置可能是电解池
- B. a 极上一定发生还原反应
- C. a 、 b 可能是同种电极材料
- D. 该过程中能量的转换一定是化学能转化为电能

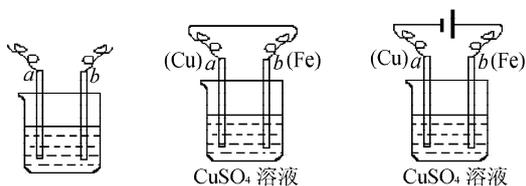


图 1

图 2

图 3

资料编者给出的答案是 D 选项, 笔者则认为答案是 A 选项。题中的 B 和 C 两个选项的说法显然正确, 毋需讨论, A 和 D 两个选项的正误是如何判断的呢?

A 与 D 的正误问题, 实质是图 1 装置是电解池还是原电池的问题。如果图 1 一定是原电池, 则 A 说法错误而 D 说法正确, 答案应为 A。

图 1 装置可以是原电池, 这一点毋庸置疑, 比如按图 2 所示加入试剂并连接好, 就是符合题意

► 可以用标准电极电势 (φ^{\ominus}) 加以准确判断。标准电极电势是指电极处于标准状态时的电极电势。 φ^{\ominus} 值越小, 表示该种金属在水溶液中越易失去电子变成水合阳离子, 其金属活动性越强, φ^{\ominus} 值越大的, 其金属活动性越弱。由于 $\varphi^{\ominus}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.3402 \text{ V} > \varphi^{\ominus}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.7628 \text{ V}$, 因此 Cu 的活动性弱于 Zn。

金属活动性顺序表正是按各金属单质与其在水溶液中形成的简单低价态离子所构成的电对的

的原电池。那么图 1 可不可以是电解池呢? 将图 1 具体连接成图 3 的装置, 它是电解池吗? 图 3 接入了一个外电源, 且两个电极反应也符合电解反应的一般规律, 不少人(包括上述资料编者)认为图 3 是电解池, 其实不然, 图 3 不是电解池, 而是一个与外接电源串连(短接)在一起的原电池。

查阅各类教材对原电池与电解池两个概念的定义, 尽管文字表述略有差异, 但都是从能量转化角度来描述的, 即原电池是“将化学能直接转变成电能的装置”, 电解池是“将电能转变为化学能的装置”。无论是图 2 还是图 3 装置, 发生的反应都为 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ($\Delta H < 0$)。作为一个 $\Delta H < 0$ 的反应, 是将化学能转化为其他形式的能量(如电能、热能等), 故发生该反应的电化学装置只可能是原电池。图 3 装置其实是以铁铜为两极的原电池与外电源用导线直接串联在一起, 其中原电池的 a 极(铜)为正极, b 极(铁)为负极, 两个电池短接后电路中电流增大, 原电池损耗加快, 产生热量使温度升高, 严重时可导致电路烧毁与爆炸, 图 3 烧杯内部分(对应图 1 部分)的能量转化形式是化学能 \rightarrow 电能 \rightarrow 热能。

总的来说, 题中的图 1 装置一定是原电池, 对应的能量转换形式是化学能转化为电能, A 选项是错误的说法, D 选项是正确的说法。

二、为什么称为“牺牲阳极的阴极保护法”

以苏教版教科书《化学反应原理》为例, 其对

标准电极电势由小到大的顺序排列的。

由此可见, 元素的金属性按照元素的第一电离能强弱进行排列的, 其顺序为 K、Na、Al、Ca、Cr、Sn、Pb、Mn、Ni、Mg、Ag、Cu、Fe、Pt、Au、Hg、H, 这是由元素原子的内部结构决定, 与其他因素无关。与金属活动性是两个完全不同的概念。此类情况, 除锌与铜外, 还有锡与铅、钠与钙等。

(收稿日期: 2013-12-23)