

锡和铅的金属性比较

江苏省盐城中学 224000 陈宏兆

锡和铅在元素周期表中同属第 IV A 主族元素, 铅位于锡的下方。按主族元素性质递变规律, 从上到下递变的规律应是铅比锡的金属性强; 而在金属活动顺序表中, 锡却排在铅的前面, 究竟何者金属的性更强? 要从以下两方面进行分析和阐述。

首先从锡和铅的主要特征常数及性质来分析。两者的第一电离能和标准电极电势相差不多 (见表 1)。

表 1 锡、铅的一些性质

	锡	铅
原子序号	50	82
价电子层结构	5s ² 5p ²	6s ² 6p ²
主要氧化数	+4, +2	+2(+4)
第一电离能/kJ·mol ⁻¹	171	172
电负性	1.72	1.55
标准电极电势/V	-0.136	-0.126

在碳族元素中, 锗分族具有金属性。碳和硅的主要氧化数为 +4, 在锗、锡、铅中, 随着原子序数的增大, 稳定氧化数由 +4 变为 +2。

碳族元素的离子型化合物中, 碳和硅总是存在于酸根阴离子中, 而锗、锡、铅却可以形成 +2 价的阳离子 Ge²⁺、Sn²⁺、Pb²⁺。但锗和锡的 +2 氧

化态不稳定, 而铅则是 +2 氧化态稳定, +4 氧化态不稳定, 只有氧化数为 +2 的铅化物才是典型的离子化合物。

它们的氢氧化物也有 M(OH)₂ 和 M(OH)₄ 两种, 它们都是两性氢氧化物。锗、锡、铅的两性氢氧化物的酸性强弱递变规律如图 1 所示。

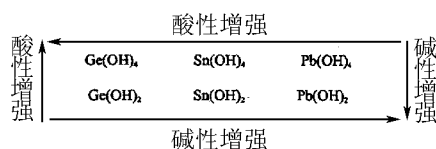


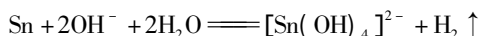
图 1

可以看出其中 Pb(OH)₂ 的碱性最强。

锡和铅都可以和酸反应放出氢气, 即:



锡和冷的稀硝酸作用生成 Sn(NO₃)₂, 而热的浓硝酸能把锡转变为不溶的 SnO₂·H₂O, 锡和氢氧化钠溶液作用生成亚锡酸盐和氢气:



由锡和浓硝酸和氢氧化钠的反应, 说明锡具有非金属性。而铅只能和稀硝酸反应生成 Pb(NO₃)₂, 它不能和浓硝酸反应。

新切开的铅有金属光泽, 但受空气中的氧、

的一组体积为 1 L 的溶液, 溶液中部分微粒与 pH 的关系如图 1 所示。下列有关溶液中离子浓度关系叙述正确的是()。

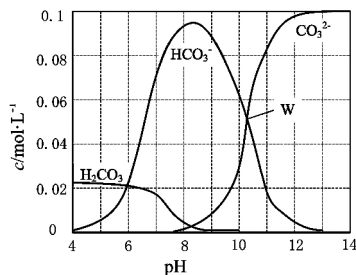
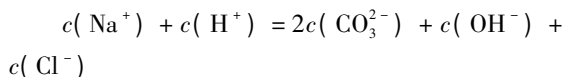
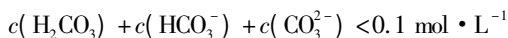


图 1

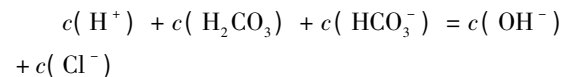
A. W 点所示的溶液中:



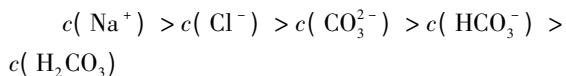
B. pH = 4 的溶液中:



C. pH = 8 的溶液中:

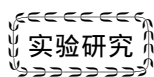


D. pH = 11 的溶液中:



答案: B

(收稿日期: 2014 - 11 - 15)



Na 与 H₂O 反应实验装置的改进

安徽省阜阳第一中学 236000 李亚东

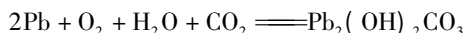
一、研究背景和意义

Na 与 H₂O 的反应实验是初中高中碱金属一章节中的经典实验。在高中经典实验“金属钠与水的反应”中,教学演示实验往往是这样做的,从煤油中取出一块金属钠,用滤纸吸干净表面的煤油后,用小刀切取绿豆大小的一小块金属钠,切口呈现银白色的金属光泽,但光泽迅速消失、变暗,原因是钠与空气中的氧气迅速反应。将这一块钠投入注有水的表面皿或烧杯中,水中,钠浮于水

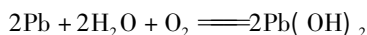
面,剧烈反应,急速游动,并熔成一个闪亮的小球,逐渐缩小,最后完全消失,在溶液中滴加酚酞,溶液变红。

传统实验只是将钠块放入到水中,观察其反应现象,如图 1 所示。如果要收集钠与水反应生成的氢气要用图 2 所示排水法来收集,并爆鸣,等等因此学生对钠与水反应的只有定性的认识也没有定量去研究,定性可能也是不全面的,如反应生成物中氢气只能爆鸣而不能看到其燃烧。如何能

►水和二氧化碳作用表面上生成一层致密的碱式碳酸盐的保护膜使表面钝化。所以铅切开的表面迅速变成灰色,失去金属光泽。



在空气存在下铅能与水反应生成氢氧化铅。



由以上分析可知铅的金属活动性比锡要强,但根据标准电极电势增大的顺序排列的金属活泼顺序铅则在锡的后面 [$\varphi^\ominus(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.126 \text{ V} > \varphi^\ominus(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.136 \text{ V}$]。这是为什么呢?

这是因为,处于元素周期表中的主族元素的金属活动性与其原子的价电子层的电子结构、原子半径及有效核电荷和原子得失电子的难易等因素有关。而电极电势是金属在水溶液中形成阳离子趋势大小的标志。也就是说,金属在不同情况下的活动顺序是不尽相同的。

在恒温恒压下,标准电极电势和热力学的函数关系为:

$$-nEF = \Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

从该式可以看出,标准电极电势不仅取决于反应的能量变化 ΔH ,而且和反应的熵变 ΔS 和温度 T 有关。在通常情况下,由于同类型的反应相比较时, $T\Delta S$ 一项差别较小,因此可以粗略地只从能量

因素来考虑。然而,仅从能量变化来看影响 E 的因素也不是简单的,它和电离能、升华能、水合能及气态电子回到金属板上所放的能量有关。

该反应的 ΔH 就是离子的生成热 $\Delta_f H^\ominus(M^{n+})$,此过程的能量变化可以分为如图 2 所示的几步来完成:

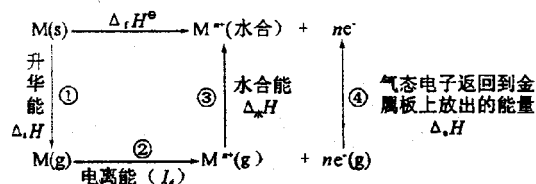


图 2

以上①、②、③、④能量的总和,才是金属离子的生成热:

$$\Delta_f H^\ominus(M^{n+}) \rightleftharpoons \Delta_f H + I_A + \Delta_{\text{水}} H^\ominus + \Delta_e H$$

由于锡和铅属同一主族的金属,其 $\Delta_e H$ 相近,引起它们不同的主要原因是前三项的综合因素。因为 Sn^{4+} 离子半径为 71 pm, Pb^{4+} 离子半径为 84 pm, Sn^{4+} 的离子半径小于 Pb^{4+} 的离子半径。两者所带电荷相同,因为 Sn^{4+} 离子半径较小,而 Sn^{4+} 的水合能大于 Pb^{4+} 的水合能,从二者的升华能、电离能和水合能这三项能量的综合考虑,结果在水溶液中锡的活泼性比铅大。

(收稿日期: 2014 - 12 - 15)