

## Na 与 H<sub>2</sub>O 反应实验装置的改进

安徽省阜阳第一中学 236000 李亚东

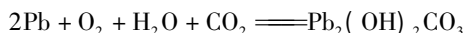
### 一、研究背景和意义

Na 与 H<sub>2</sub>O 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

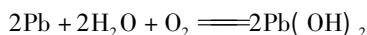
面,剧烈反应,急速游动,并熔成一个闪亮的小球,逐渐缩小,最后完全消失,在溶液中滴加酚酞,溶液变红。

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 [ $\varphi^\ominus(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.126 \text{ V} > \varphi^\ominus(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.136 \text{ V}$ ]。这是什么原因呢?

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  $\Delta H$ ,而且和反应的熵变  $\Delta S$  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  $\Delta H$  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:

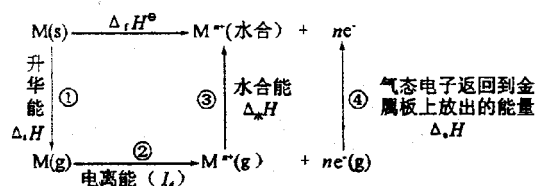


图 2

以上①、②、③、④能量的总和,才是金属离子的生成热:

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

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  $\text{Sn}^{4+}$  离子半径为  $71 \text{ pm}$ ,  $\text{Pb}^{4+}$  离子半径为  $84 \text{ pm}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$  的离子半径小于  $\text{Pb}^{4+}$  的离子半径。两者所带电荷相同,因为  $\text{Sn}^{4+}$  离子半径较小,而  $\text{Sn}^{4+}$  的水合能大于  $\text{Pb}^{4+}$  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)

使反应过程生成的氢气能收集起来,并能在空气中燃烧(点燃)加以验证呢?

针对教材中,钠与水演示实验存在不足的问题,我们认为为了能在初中、高中化学课堂教学中有效进行“钠与水反应”的实验教学,充分发挥化学实验教学的教育功能,对钠与水反应的演示实验作了进一步的改进是必要而且有意义的。

### 二、研究设想和过程

基于前人对“Na 与 H<sub>2</sub>O 反应的教学仪器”实验装置的研究,笔者得出了该研究项目,旨在借鉴前人研制项目的优点,制作出一套能集展示反应现象、收集反应生成气体、并能点燃为一体的“Na 与 H<sub>2</sub>O”一体化演示实验教具替代教材中的在烧杯中做 Na 与 H<sub>2</sub>O 的反应实验。

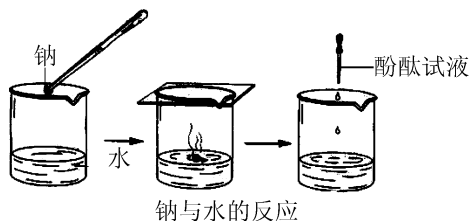
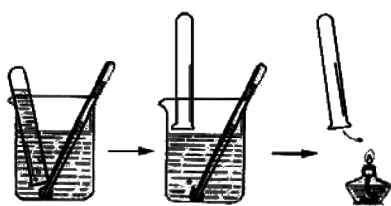


图 1



收集并检验钠与水反应生成的气体

图 2

该教具应具备以下特点:

1. 适合学生的认知特点,原理清晰、现象生动;
2. 便于全班同学直观、全面的观察实现现象;
3. 操作简便、快捷、安全,体现绿色化学理念;
4. 能重复使用,省时,省药品,成本低。

### 三、研究成果

1. 实验装置(如图 3 所示)

2. 实验操作说明

(1) 检查装置的气密性。

(2) 用铁架台将高低 U 形管夹平,然后从低

端管口注满水,并在管口滴 1 滴~2 滴酚酞。

(3) 切割一小块金属钠,并用滤纸将煤油吸干。然后迅速塞住 U 形管的另一端,让金属钠与水充分反应。

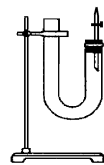
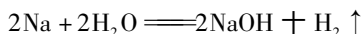


图 3

(4) 待反应完毕后,用手打开玻璃阀门,控制气体的流量,用酒精灯在尖嘴处点燃。

(5) 实验现象:钠与水剧烈反应,熔成闪亮的金属小球,并在液面上游动;发生反应的 U 形管低端液面迅速下降,另一侧高端管中液面上升,有水贮存;且 U 形管钠与水反应的一侧管内的溶液变红。点燃气体的时,可见气体安静的燃烧,火苗较长,且火焰呈淡蓝色,直至气体耗尽。

(6) 实验结论:滴有酚酞的水变红,说明有碱生成,据参与反应的物质所含元素分析一定是氢氧化钠。发生反应的一端液面下降,证明有气体生成,据参与反应的物质所含元素分析,生成的气体要么是氢气,要么是氧气。因为生成的气体能够安静的燃烧,且有淡蓝色的火焰,证明生成的气体一定是氢气。反应化学方程式为:



### 3. 装置改进的意义

(1) 组装方便,实验仪器简单

第一次组装好后,重复实验时安装比较方便。本实验装置分为二部分,一是特殊 U 形管;二是尖嘴导管构成的阀塞。实验仪器简单,可循环使用,降低实验成本。

(2) 操作简单,便于教师演示

该实验是将反应装置和气体的收集装置连成一体,利用产生的气体造成一定的压强,将压出的水贮存于一侧较长的管内,同时将生成的气体贮存起来。在气体点燃时,贮水一侧的水能顺利地将气体压出,有利于气体的点燃;因为起始液面等高,压出气体时不至于将水压到容器外边,同时又能将气体全部压出,不会残留。火苗的大小可通过控制玻璃阀来控制,该装置的自动化程度比较高。

(3) 气体纯净,实验安全有保障

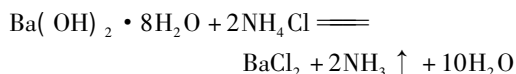
反应前, U 形管中注满了水,迅速将放有钠

# 氢氧化钡晶体与氯化铵晶体 吸热反应的实验改进

湖北省武汉市第六中学 430010 方 兰 刘 炜  
湖北省襄阳市东风中学 441004 但世辉

人教普通高中课程标准实验教科书化学必修2“化学能与热能的相互转化”一节中,通过“ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  晶体的反应”这个典型实验,让学生认识和感受化学反应中的吸热现象。笔者在实际教学过程中发现:当环境温度略高时,烧杯和玻璃片往往无法粘在一起,且产生的氨气扩散到空气中,污染环境。基于以上考虑,笔者多次实验,创新设计了一套集科学性、趣味性、观赏性于一体的封闭式装置。

## 一、实验原理



反应吸热。

## 二、实验装置

改进装置如图1所示。

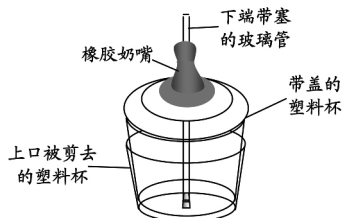


图1

(说明:本实验所用塑料杯在奶茶店或者餐饮店均有售,廉价易得。)

►的带有尖嘴的玻璃阀塞在U形管的一端,此时形成了充满水的密闭体系,生成的气体中不会混有空气。虽然钠与水反应是放热反应,但因生成的气体中没有混有空气,不会发生爆炸。钠的用量只影响生成气体的量,不影响实验安全。钠少,生成的气体较少,燃烧时间较短;钠多,生成的气体较多时,据液压原理可知,最多也只能收集到与U形管底端液面持平处,多余的气体会从装有贮

## 三、实验方法及现象

1. 在盖子内壁上粘上一张剪成花瓣状的滤纸,并喷上酚酞试液。往上口被剪去的塑料杯中加入约15 mL水,再将另一只塑料杯套在上面,在下端带塞的玻璃管内加入约1 mL红墨水,插入塑料奶嘴处。

2. 将事先称好的20 g  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体与10 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  晶体加入到上层塑料杯中,盖上盖子,快速用玻璃管搅拌。盖子内壁上粘有的喷有酚酞试液的滤纸变红色,杯内固体慢慢变得粘稠,最后变成糊状物,用手触摸杯子外壁感觉很冰,两个杯子粘在了一起。从整体上看,像是冰山中盛开的雪莲一样,十分漂亮。

3. 分开两个杯子,发现水变成了冰;取出玻璃管倒立,玻璃管内的液体不会滴落下来。用另一根细玻璃棒从未封口的一端轻轻一推,取出红色的冰柱。

改进后的实验装置操作简单易行,有效地防止了氨的扩散,环保无污染,体现了绿色化学的理念,不仅可用于教师演示实验,也可用于学生分组实验。此外,喷有酚酞的试纸遇氨气变红,既可检验氨气,又增加了实验的趣味性。

(收稿日期:2014-11-15)

水装置的一端中溢出,同时也不会混入空气,实验科学,安全也有保障。

## (4) 现象明显,便于学生观察分析

在进行该实验时,因为能收集到纯净的气体,点燃时能见气体安静地持续燃烧,有淡蓝色的火焰等明显实验现象,有利于学生观察实验现象。

(收稿日期:2014-09-03)