

## 实验分析探究 分级优化创新

### ——关于“氨喷泉实验”的方案改进

山东省莱芜市第一中学 271100 张超峰

“氨的喷泉实验”是高中化学探究氨有关性质的重要实验,其目的是为验证氨极易溶于水并且水溶液呈碱性的基本性质,实验过程中采用直观演示喷泉效果来实现,但教材中的方案设计存在演示复杂、效果不佳、成功率偏低等问题,本文将对其进行实验分析,优化改进,以期引导学生学习实验探究过程。

#### 一、原实验存在的不足

人教必修1有关氨的喷泉实验存在以下不足:

1. 在开展氨喷泉实验之前需要预先在实验室收集氨,然后将其转移到教师中,这个过程不仅浪费时间,还容易导致氨泄露,污染环境,不符合绿色化学理念。

2. 氨转移过程,以及双孔塞的塞入过程中必然会有氨的外泄,会使氨的不足,在课堂演示过程中可能使获得的实验效果不佳。

3. 在实验结束后氨必然还有残留,但传统设计并没有尾气处理设计,实验结束后的氨会污染室内环境,对师生的健康也有一定的影响。

4. 上述实验装置重复性不好,只能进行一次实验演示,不利于课堂教学。

#### 二、实验改进,方案设计

根据对传统喷泉实验的分析,为提升实现效果、成功率,基于现代化学实验要求,对喷泉实验提出如下改进设想:

1. 氨制取与性质验证实现一体化设计,并提高演示重复性;

2. 对喷泉实验实现分级设计,从一级、三级喷泉进行方案设计;

3. 考虑实验过程的尾气吸收,实现喷泉实验的环保化。

根据上述提出的实验设想,现设计了如下两套实验方案,其中方案一为单级喷泉、方案二为三级喷泉,具体设计方案如下。

#### (一) 实验方案一(单级喷泉)

##### 1. 实验仪器与药品

实验仪器:铁架台、酒精灯、大试管(带单孔橡胶塞)、250 mL的烧瓶(带双孔橡胶塞)、T型管、止水夹(4个)、烧杯、玻璃导管、瓷片。

实验药品:浓氨水、水、酚酞试液。

##### 2. 实验装置

采用图1所示实验装置。

##### 3. 实验原理

首先加热浓氨水生成氨,并沿导管进入烧瓶中,向充满氨的烧瓶内加入少量水,使得氨溶于水形成负压,产生喷泉效果,并且氨水解呈

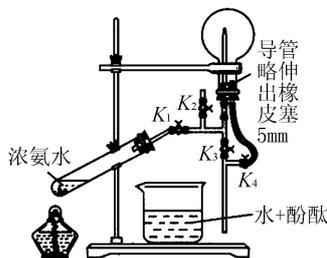
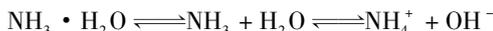


图1

碱性,使酚酞溶液变红,反应原理可表示为



##### 4. 实验步骤及现象

(1) 按照图1连接仪器组装实验装置,并检查装置气密性。

(2) 首先关闭止水夹 $K_2$ 、 $K_3$ ,打开止水夹 $K_1$ 、 $K_4$ ,将烧瓶伸出的导管插入滴有酚酞试液的盛水烧杯中,然后用酒精灯加热浓氨水。

(3) 烧杯内的水变红后说明氨已经集满烧瓶,打开止水夹 $K_3$ ,关闭止水夹 $K_4$ ,排净T型管中间的空气,并用水将多余的氨吸收干净。

(4) 停止加热,关闭止水夹 $K_1$ ,此时烧瓶内充满氨,氨逐渐溶于水,产生负压导致倒吸现象,形成喷泉效果。

(5) 重复操作:打开止水夹 $K_2$ 、 $K_4$ ,将烧瓶内的水排出,重新更换一个滴加酚酞并盛有水的烧杯,重复实验步骤(2)~(4),可实现喷泉实验的重复演示。

### 5. 实验说明

(1) 实验步骤(3)时烧瓶内有一定的残留水,此时虽然氨可以少量接触到水,但由于氨生成的速率大于溶解速率,烧瓶内不会形成负压,因此不会有喷泉效果,并且可以将多余的氨吸收,始终保证烧瓶处于氨充满状态。

(2) 在进行重复实验时需要将止水夹  $K_2$ 、 $K_3$  完全关闭,  $K_2$ 、 $K_4$  处于打开状态,使装置内的气压平衡后再将导管插入烧杯中,可以节约反应时间。

### (二) 实验方案二(三级喷泉)

#### 1. 实验仪器与药品

实验仪器: 铁架台、酒精灯、250 mL 圆底烧瓶(3个)、大试管、橡胶导管、三孔橡胶塞(3个)、胶头滴管(3个)、长玻璃导管(3个)、短玻璃导管(4个)、止水夹(1个)、烧杯(3000 mL 和 250 mL 各一个)。

实验药品: 固体氯化铵、固体氢氧化钙、固体氧化钙、酚酞试液、水、红色石蕊试纸。

#### 2. 实验装置

采用图2所示实验装置。

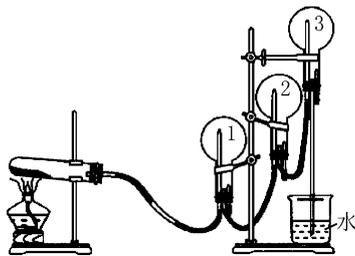
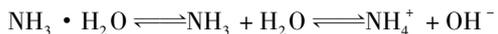


图2

#### 3. 实验原理

首先通过加热  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的混合固体制取氨,然后向盛满氨的烧瓶加入水,使得氨溶于水,形成负压,产生喷泉效果。并且氨水解呈碱性,使酚酞溶液变红。主要反应原理可表示为:



#### 4. 实验步骤

(1) 称量 7 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、5 g  $\text{CaO}$ 、7 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 混合均匀后加入到大试管中。

(2) 按照图2连接仪器组装实验装置,点燃酒精灯对大试管进行加热,收集氨。

(3) 观察到小烧杯中的气泡由大变小时,在橡胶导管的尾部用湿润的红色石蕊试纸检验是否集满。

(4) 烧瓶内氨收集满后,停止加入,并用止水

夹夹紧3号烧瓶的出气管和1号烧瓶的进气管,迅速将1号烧瓶的进气管断开,并插入到滴加有酚酞试液、盛有水的烧杯中。

(5) 将1号烧瓶进气管的止水夹打开,并将3号胶头滴管中的水挤压到烧瓶内,此时氨逐渐溶于水,产生负压,无色酚酞溶液在外界压强作用下进入圆底烧瓶,并呈现出阶梯状红色喷泉。

(6) 重复操作: 打开止水夹,将烧瓶中的水排净,然后更换大烧杯中的酚酞溶液,将1号烧瓶中的进气管与氨制取装置相连,关闭3号烧瓶出气管,重复(2)~(4)的操作即可。

(7) 实验结束后,将所有导管全部插入烧杯中的溶液中,进行氨残留吸收操作。

### 5. 实验说明

(1) 在进行重复性操作时需要将止水夹打开,烧瓶内的水充分排净,使瓶内气压完全平衡后再进行重复实验。

(2) 在进行喷泉实验过程中,要防止酚酞溶液中的导管与烧杯内壁贴合,造成溶液进入烧瓶不畅。

### 三、实验解读,创新说明

本次创新方案是对教材中传统喷泉实验设计的改进,并建立了拓展性的三级喷泉体系。两个方案设计均存在重大创新,在一体化、实验效果、尾气处理、重复性操作等方面具有良好的创新性,主要概括如下:

1. 一体化设计。两个方案的实验装置设计,都将氨制取与喷泉实验紧密的结合在一起,实现了“一器连用”的效果,避免了氨气泄漏、不足导致的实验效果不佳问题。

2. 操作性。由于实验方案采用氨水现用现制的方式,并且可以快速的集满氨,不仅节约了实验时间,而且喷泉喷发效果良好。

3. 尾气处理。方案设计均对尾气处理作出了详细说明,由于实验体系封闭,可以将多余的氨用水充分吸收,减少了尾气对环境的污染,符合绿色化学的实验理念。

4. 重复性操作。两个方案的实验步骤都对重复性操作作了说明,由于实验中氨充足,不需要对烧瓶进行干燥,可以进行多次演示,因此具有良好的实验重复性。

(收稿日期: 2018-03-25)