

钠与水反应实验的再设计及多种教学运用*

叶永谦^{1**} 张贤金² 吴新建²

(1. 福建省南安市侨光中学 福建南安 362314; 2. 福建教育学院化学教育研究所 福建福州 350025)

摘要 使用固体与多种液体连续反应制气装置, 将钠表面用 502 胶水处理后与水反应, 可以收集和检验生成的氢气。以再设计后的实验为载体, 选择不同的教学时机呈现, 可以使实验创新的功能得到充分发挥。

关键词 钠与水 实验改进 教学时机

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2016040132

关于钠与水反应的实验改进, 使用矿泉水瓶、三角漏斗及煤油等进行设计, 可以观察到氢气的燃烧, 现象明显^[1]。先将 50 mL 左右的煤油倒入矿泉水瓶中, 再加入 3 块边长为 0.5 cm 左右的立方体钠块, 装上三角漏斗, 再往漏斗中加满滴有酚酞的蒸馏水。关闭活塞, 产生的气体可以将液体压到三角漏斗。打开活塞, 点燃气体, 产生的气体可以燃烧, 如图 1 所示。

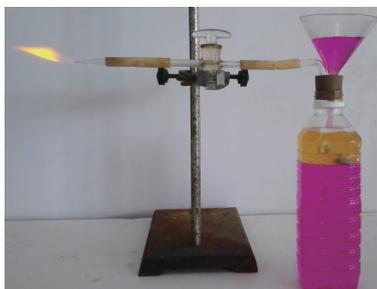


Fig. 1 Experiment device for reaction of sodium with water

图 1 钠与水反应的实验装置

以上改进存在的瑕疵就是煤油的存在, 由于钠与水反应所放出的热量可以使部分煤油挥发, 导致煤油蒸气混进氢气中一起燃烧。如果不使用煤油, 如何控制反应得到氢气气流并进行燃烧呢?

1 钠块表面的处理

煤油在以上设计中的作用相当于减少钠与水接触的面积和时间, 使反应趋于平缓。因此, 再设计的方向即如何减少钠与水的接触面积, 以控制反应进行的速率。在人教版教材中, 使用铝箔将钠块包住, 再扎 1 小孔, 就可以收集到氢气, 其原理就是减少接触面积。但用铝箔包钠块存在 2 点不足之处: (1) 氢气的生成到底来自铝与碱反应还是钠与水反应, 或者 2 者皆有, 无法直观判断; (2) 由于

有铝箔包住, 反应过程中钠的变化也无法观察。

取代铝箔对钠块进行表面覆盖的物质很多, 经过对比, 本实验使用 502 胶水进行处理。该胶水凝固后无色透明, 且紧贴钠的表面, 钠的形状和颜色清晰可见。为了提高浸泡效果, 本实验将 502 胶水注入一端密封的奶茶吸管中, 每注入 1 mL 左右放入 1 块黄豆大的钠块, 浸泡一段时间后, 用镊子将钠块取出放在滤纸上, 钠块表面的 502 胶水很快凝固。将处理后的钠块投入蒸馏水中, 钠块安静地浮在液面上。

在 502 胶水处理过的钠块表面用大头针刺 1 小孔, 投入蒸馏水中, 钠与水平稳反应, 有整串气泡冒出, 反应结束后, 剩下 502 胶水凝固后的空壳。

2 仪器的选择

502 胶水处理后的钠块与水反应产生氢气, 属于固体与液体制备难溶性气体的反应, 可以选择固体与多种液体连续反应制气的装置^[2]进行演示(图 2)。

在以上仪器中, 改装后的恒压漏斗作为钠与水反应的发生装置和氢气的集气装置, 502 胶水处理后的钠块放在其中。三角漏斗用于注入液体和盛接液体, 大烧杯中放肥皂水, 用于产生氢气气泡, 通过气泡燃烧证明氢气的可燃性。

3 操作步骤及现象

3.1 检验钠表面的处理效果

将已用 502 胶水处理过的钠块逐个放入水中, 检验其表面是否完全密封。若不与水反应, 用滤纸将其表面水分擦干, 再刺孔待用。

3.2 检验装置的气密性

按图 2 将仪器安装好后, 关闭玻璃活塞 1, 2, 往三角漏斗中加一定量水, 若三角漏斗内外存在液面高度差且不变, 说明气密性良好。

* 福建省教育厅 2018 年福建省中青年教育科研项目(项目编号: JZ170382)(福建教育学院资助); 福建省中学化学产业安名师工作室

** 通信联系人, E-mail: 15880968680@139.com

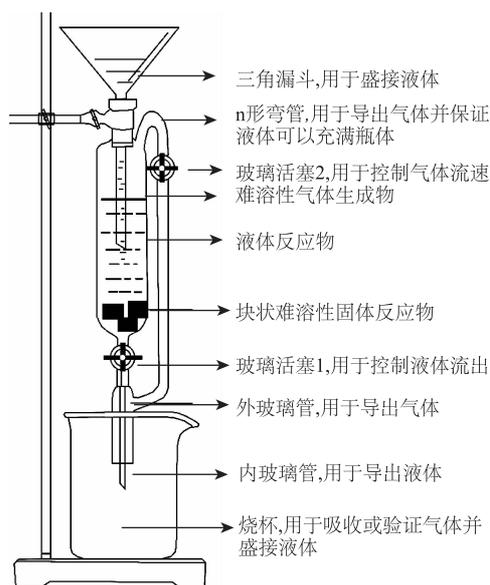


Fig. 2 Device of preparing gas by continuous reaction of solid and liquid

图2 固体与多种液体连续反应制气装置

3.3 钠与水反应

关闭玻璃活塞1, 打开玻璃活塞2, 往改装的恒压漏斗中放入3块502胶水处理后的黄豆粒大的钠块(刺有小孔), 装上三角漏斗。往三角漏斗中注入溶解有酚酞的蒸馏水至充满发生装置。此时, 钠表面有气泡冒出, 溶液慢慢变红, 产生的气体将液体压到三角漏斗中(图3)。

3.4 氢气的检验

钠与水反应的无色气体能将液体压到三角漏斗中, 说明该气体具有难溶性。打开玻璃活塞2, 三角漏斗中液面下降, 将产生的气体压入肥皂水中形成气泡, 用燃烧着的木条靠近, 气泡燃烧起来(图4), 伴有爆鸣声, 说明该气体具有可燃性。通过以上难溶性、可燃性检验, 证明该气体是氢气。

4 教学运用

化学实验的创新, 不能为了创新而创新。创新的成果应该在课堂教学中有所运用, 且应优于教材中原有的实验。本实验设计可以在高中不同时期出现, 从而达到不同的教学效果。

4.1 高一运用, 帮助学生获取基本的化学知识

高一化学必修《化学1》(苏教版)中钠与水反应的实验操作方法如下: 向1个盛有水的小烧杯中滴加几滴酚酞溶液, 然后投入1小块(约绿豆粒般大小)金属钠, 观察实验现象^[3]。教师在演示以上实验后, 通过酚酞变红, 得出钠与水反应有氢氧化钠生成。为了验证氢气的生成, 再演示502胶水



Fig. 3 Test of gas slightly solubility

图3 气体难溶性检验



Fig. 4 Test of gas flammability

图4 气体可燃性检验

处理后钠与水的反应, 通过生成气体的难溶性和可燃性进行证明。对于仪器的设计和钠块的表面处理方法只需简单地介绍, 重点在于引导学生观察实验现象。此时本实验的出现, 重点在于帮助学生通过明显的实验现象获取基本的化学知识。

4.2 高二运用, 教会学生科学的探究方法

高二化学选修《化学反应原理》(苏教版)介绍反应速率影响因素时, 主要从如何加快反应速率的角度进行分析^[4]。学生掌握影响反应速率的因素后, 要求以“减慢钠与水反应速率”为题设计探究方案, 有利于克服“加快”的思维定式。可能的探究方案示例见表1。

表1 减慢钠与水反应的探究方案示例

Table 1 An inquiry scheme to slow down the reaction between sodium and water

序号	设计维度	探究方案
方案1	基于温度控制的设计	降低温度, 用冰水代替水与钠反应
方案2	基于浓度控制的设计	降低水的“浓度”, 用饱和食盐水、乙醇的水溶液等代替水与钠反应
方案3	基于接触面积控制的设计	减少钠与水的接触面积, 用煤油、铝箔、油漆、玻璃胶、502胶水等处理钠的表面

确定探究方案后, 再让学生分组实验验证所设计方案的可行性。

方案1, 往冰水混合物中投入黄豆粒大的钠块, 反应现象和钠直接与水反应无明显区别。即便把钠放在冰块上, 一段时间后, 钠也会熔成小球并燃烧起来。说明控制温度的设计不可行, 其中一个重要的原因是反应放热, 钠周边的冰水温度快速升

高,温度变得不可控制。

方案2,从浓度角度,要减慢反应速率,就必须降低水的“浓度”,除了使用饱和食盐水,还可将水视为溶质,再选择适当的溶剂将水稀释。要能溶解水,要求该溶剂含有亲水基团,如羟基、羧基等,但羧基电离使溶液呈酸性,会加快反应速率。使用乙醇等含有羟基的液体溶解水,问题在于乙醇自身也可以和钠反应,更重要的是乙醇本身易燃烧。由于乙醇水溶液可燃与不可燃的浓度界限在25%左右,为了防止因钠的燃烧而导致溶液燃烧起来,应控制乙醇水溶液的浓度在25%以下。基于以上事实,将黄豆粒大的钠分别投入饱和食盐水和20%的乙醇水溶液中,剧烈程度略弱于钠与蒸馏水直接反应,且溶液中有白色浑浊出现。因此,从浓度角度控制钠与水的反应速率虽略有成效,但控制的效果还不够理想,无法得到平缓稳定的氢气气流。

方案3,分别使用塑料膜、石蜡、油漆、玻璃胶、502胶水等包裹或者覆盖钠的表面。处理后一经对比,能保持钠的形状和颜色的只有502胶水,其他处理方法无法观察到钠的真实面目。

通过以上探究,让学生从相对简单的化学情境中发现并提出问题,做出可能的假设,依据假设设计实验方案,通过动手实验收集证据,并基于实验证据事实提出自己的看法,得出结论,从而训练学生科学的探究方法。

4.3 高三运用,帮助学生设计和评价实验方案

高三化学实验复习中,难点在于实验设计与评价环节。以本实验仪器为重点,介绍固体与多种液体连续反应制气的装置,以及502胶水处理钠块收集氢气的过程。然后可以提出以下问题,请学生设计和评价实验方案。

问题1,为了证明氢气的存在,大烧杯中应该放的溶液是什么?(肥皂水)

问题2,仪器右侧弯管设计时向上凸起呈n

形,请问设计的目的是什么?(保证液体充满发生装置,收集到较为纯净的氢气)

问题3,欲使用该仪器制备氯气,除了使用浓盐酸,还应该选用什么固体参与反应?(氯酸钾或者高锰酸钾)大烧杯中应该放什么溶液?(氢氧化钠溶液)

问题4,使用问题3的方法制备氯气,是否存在不妥之处?请针对该不足设计方案进行改进。(不足1:浓盐酸易挥发,进入三角漏斗后会挥发到空气中,造成环境污染。可以在液面上方覆盖一层植物油防止其挥发。不足2:氯酸钾或者高锰酸钾呈粉末状,与浓盐酸反应速率快,反应难控制。可以将粉末状固体制成药片状减慢反应速率)

通过以上问题的设置,从仪器的用途、药品的选择、装置的应用局限和改进等方面进行考查,有助于训练学生设计和评价实验方案的能力,从而培养其创新意识和批判精神。

本实验以减小钠与水的接触面积为设计方向,使用502胶水对钠的表面进行处理,使用固体与多种液体反应制气的装置进行演示,现象明显,便于理解。通过将再设计的方案在高中不同时期出现,可以帮助学生获取基本的化学知识,教会学生科学的探究方法,培养学生敢于质疑的批判精神和锐意创新的意志品质^[5],从而使实验创新的功能得以充分发挥。

参 考 文 献

- [1] 叶永谦,张贤金. 化学教育, 2016, 37(7): 83-85
- [2] 叶永谦,张贤金,吴新建,等. 化学教学, 2016(1): 74-76
- [3] 王祖浩. 普通高中课程标准实验教科书: 化学1(必修). 4版. 南京: 江苏教育出版社, 2009: 49-50
- [4] 王祖浩. 普通高中课程标准实验教科书: 化学反应原理(选修). 4版. 南京: 江苏教育出版社, 2009: 35-39
- [5] 杜啸红. 化学教与学, 2013(4): 12-14

Experiment Design of Reaction Between Sodium and Water and Multiple Teaching Application

YE Yong-Qian^{1**} ZHANG Xian-Jin² WU Xin-Jian²

(1. Qiaoguang High School, Nan'an 362314, China;

2. Chemical Education Research Institute, Fujian Institute of Education, Fuzhou 350025, China)

Abstract This paper used the device of solid and liquid continuous reaction for preparing gas to collect and test the hydrogen, in which the surface of sodium was treated with 502 glue before reacting with water. The experiment innovation function could be fully developed when used in different teaching opportunities.

Keywords sodium and water; improvement of experiment; teaching opportunity