

能源转换演示装置的设计*

叶永谦¹ 张贤金^{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 针对高中化学教材中提到的新能源问题,探索设计了可将太阳能转化为电能,电能转化为化学能,化学能转化为电能,电能转化为热能的能源转换演示装置。通过该实验的演示,可以让学生直观地感受到几种能量之间的转化过程,可供教学参考和借鉴。

关键词 能源转换 装置设计 高中化学 太阳能 化学能 电能

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2014010064

在苏教版《化学反应原理》教材中,特别提到能量的充分利用问题,指出太阳能、氢能等新能源是当前国际能源研究的重要课题^[1]。这些能源具有资源丰富、可再生、无污染或污染少的特点。如何对新能源的开发和利用进行研究,是学生十分感兴趣的课题,但是教材在这方面并无对应实验探究。从太阳能、电能、氢能(化学能)等几种能源之间的相互转化进行装置的综合设计,既可作为演示实验,也可作为对新能源研究的一种探索。特别是太阳能和燃料电池的综合利用,具有其他电池无可替代的资源优势和环保优势。同时对实验的自动化控制问题进行有益探索,也具有一定的现实意义。

1 实验重点与难点

作为一个化学课堂的演示实验,必须达到操作简便、现象明显、时间合理、安全环保等方面的要求。本实验的重点在于如何让学生通过明显的实验现象观察到太阳能转化为电能,电能转化为化学能,化学能转化为电能,化学能转化为热能。而要实现以上重点,必须解决的困难有4个:

(1) 光线强度问题:课堂演示实验通常在室内进行,太阳光线强度低或者没有太阳光,无法将室内光线转化为可观察到的电能。

(2) 燃料电池电流强度问题:常见的氢氧燃料电池普遍存在电压小,电流强度小,持续时间短的缺点,较难观察到明显现象。

(3) 实验时间问题:由于太阳光线强度限制,电解时电流小,要产生明显现象所需时间长。

(4) 实验安全问题:电解过程中电解液可能溢出,导致电路短路甚至引发火灾。

2 实验原理与图示

太阳能转化为电能:通过太阳光照射太阳能电池板,使灯泡发光演示;

电能转化为化学能:通过电解水产生氢气和氧气演示;

化学能转化为电能:通过构造氢氧燃料电池,使小闹钟指针转动,闹铃响起演示;

化学能转化为热能:通过将电解产生的氢气通入洗涤剂中产生泡沫,再点燃泡沫演示,此法可以不用在点燃气体的前验纯,可以防止因气体不纯直接燃烧导致爆炸且现象明显。

具体实验原理见图1。

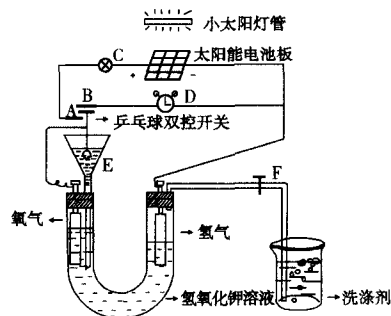


Fig. 1 Principle of energy conversion experiment

图1 能源转换实验原理简图

3 实验仪器与药品

小太阳灯管、太阳能电池板、乒乓球双控开关、大号U型管(管径5 cm, 单边管长20 cm)、石墨棒(直径2 cm左右)、漏斗、烧杯、小闹钟、氢氧化钾溶液、洗涤剂等。为解决以上实验难点,本实验创新性地使用了以下几种仪器:

3.1 小太阳灯管(图2): 解决太阳光强度问题

通过实验,在室内,使用功率为1000 W的小太阳灯管对功率为20 W的太阳能电池板进行照

* 福建省教育厅2014年福建省中青年骨干教师教育科研项目(JAS14360)

** 通信联系人, E-mail: zhangxianjin@163.com

射,产生的电流电压可以达到 6 V 以上,电流强度在 0.4 A 左右,解决了室内太阳光强度不足的问题。



Fig. 2 Small solar tube

图 2 小太阳灯管

3.2 石墨棒锉磨淬火并中空处理 (图 3): 解决燃料电池电流强度问题

实验前先对石墨棒进行中空加工,使其内部面积增大。然后进行表面处理,先使用锉刀锉磨石墨棒,使其表面粗糙,再使用酒精喷灯灼烧石墨棒,趁热浸入冷水中,反复多次淬火处理,使石墨棒表面多孔疏松,有利于吸附更多的气体在电极上,提高电流强度和放电时间。配合大号 U 型管 (管径 5 cm, 单边管长 20 cm) 后,可以使氢氧燃料电池的电流强度达到 100 mA。



Fig. 3 Processed graphite rod

图 3 经处理后的石墨棒

3.3 乒乓球双控开关 (图 4): 解决实验安全问题, 实现实验自动控制

使用时,当液面较低时,乒乓球处于低位,电路接通常开端 (A 端),当漏斗中液面上升到一定高度时,乒乓球上升,通过杠杆使电路接触常闭端 (B 端)。使用乒乓球单刀双掷开关,既可以实现单刀双掷开关的功能,还能控制液面不会漫过漏斗,确保实验安全。

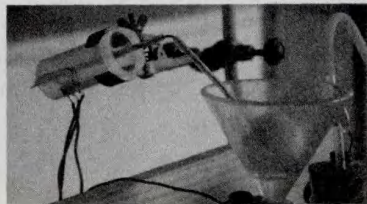


Fig. 4 Table tennis double control switch

图 4 乒乓球双控开关

4 实验步骤与现象

太阳能转化为电能的演示:按照原理图连接好装置,在 U 型管中装满氢氧化钾溶液,关闭活塞 F,打开小太阳灯管照射太阳能电极板,此时由于漏斗 E 中没有水进入,乒乓球双控开关连接常开端 (A 端),灯泡 C 发光 (图 5)。

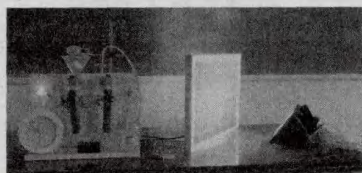


Fig. 5 Demonstration of solar energy converting into electric energy

图 5 太阳能转化为电能的演示

电能转化为化学能的演示:利用以上太阳能产生的电流,电解氢氧化钾溶液,在 U 型管中可以清楚地看到石墨棒上有气泡冒出,管中液体被压上漏斗,证明有新物质产生,而且新产生的物质是气体 (图 6)。

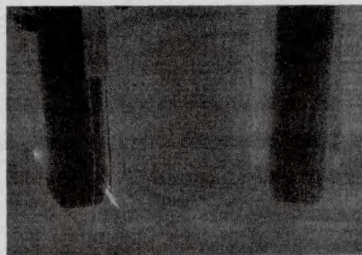


Fig. 6 Demonstration of electric energy converting into chemical energy

图 6 电能转化为化学能的演示

化学能转化为电能的演示:当漏斗 E 中液面上升到一定高度时,乒乓球上升,通过杠杆使电路离开常开端 (A 端),电解结束,灯泡 C 熄灭,液面不再上升。与此同时,电路接触常闭端 (B 端),氢氧燃料电池开始工作,可以使小闹钟指针转动且闹铃响起。

化学能转化为光能、热能的演示:打开活塞 F,将产生的气体通入由洗手液滴入烧杯中的水配成的洗涤剂,可以观察到产生大量气泡,点燃气泡,气泡燃烧起来并伴有爆鸣声。由于首次排出的气体中混有导管中的空气,爆鸣声显得清脆,再次收集气体重复以上实验,由于所排出的氢气较为纯净,爆鸣声变得沉闷。由此,既可验证化学能和热能、光能的转化,还可证明电解氢氧化钾溶液阴极上产生的是可燃性的气体——氢气。

本实验装置的设计,使在中学实验室进行能源转换演示成为可能。通过实验的演示,既可以让学

生直观地感受到几种能量之间的转化过程,还能培养学生节能减排的环保意识。特别是在乒乓球双控开关的设计、有关自动控制问题等方面的探究,有利于培养学生的创新精神和实践能力,促进学生综合素质的发展。

参 考 文 献

- [1] 王祖浩. 普通高中课程标准实验教科书: 化学反应原理(选修). 南京: 江苏教育出版社, 2009

Design of Demonstration Device of Energy Conversion

YE Yong-Qian¹ ZHANG Xian-Jin^{2**}

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

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

Abstract This paper designed solar energy, electric energy, chemical energy and heat energy conversion demonstration device, based on the new energy issues mentioned in high school chemistry textbook. Through the demonstration of this experiment, students could intuitively feel the conversion process of several kinds of energy, which provided teaching reference for teachers.

Keywords energy conversion; device design; senior high school chemistry; solar energy; chemical energy; electric energy