

一套能源转换演示装置设计及其应用浅探

叶永谦 福建省南安市侨光中学

◎ 引言

在高中化学苏教版选修四“化学反应原理”专题一“化学反应与能量变化”部分中，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。研究新能源的开发和利用，是学生十分感兴趣的内容，但是教材在这方面并不包含对应实验。本文针对太阳能、电能、氢能（化学能）等几种能源之间的相互转化进行综合设计，既可作为演示实验，也可看作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，具有其他能源无可替代的资源优势和环保优势。本文同时对如何实现几种能源之间的相互转化的自动控制问题进行了有益探索，也具有一定的现实意义。

◎ 9代演示装置的设计与改进

☛ 第1代演示装置：电能与氢能（燃料电池）的相互转化

第1代演示装置设计出氢气燃料电池的充电放电过程。实验时，先接通直流电源，此时阳极出现氧气，阴极出现氢气，实现电能到化学能的转化。当电解产生的氢气、氧气达到一定体积时，切换开关，此时形成氢氧燃料电池，实现化学

能到电能的转化。

由于实验室常见的U形管管径太小，无法将电极和漏斗颈同时插入橡皮塞中，受医用点滴瓶的启示，选用点滴用软管代替漏斗，并用手机充电宝代替直流电源组合成第1代演示装置。

☛ 第2代演示装置：电能与化学能的相互转化，电流表指针发生偏转

第1代装置电解速度慢，产生气体少，实验现象不明显。为此只好换用传统做法，使用长颈漏斗、直流电源和电流计组装成第2代演示装置进行操作，燃料电池接通后电流计指针发生偏转，实验现象比第1代装置明显。

☛ 第3代演示装置：发光二极管发光，液体可以进入漏斗

针对第2代装置的不足，我改用更大的U形管和更长的碳棒，以提高电流强度和燃料电池工作时间。经过摸索，最终选择了2支100mL针筒和5支碳棒纤维，碳棒纤维须进行淬火处理，并用三角漏斗代替长颈漏斗。这样组装成了第3代演示装置，其中燃料电池工作时电压2V左右，电流20mA左右，终于使发光二极管发光，且液体可以进入漏斗中。

☛ 第4代演示装置：发光二极管发光，液体进入漏斗，U形管中现象明显

鉴于第3代演示装置存在的问

题，采用定制的大U形管（管径5cm，单边管长20cm）代替大针筒，可以看到管中明显的气体产生现象及液体进入漏斗，且发光二极管发光能够发光，见图1。

至此，使用第4代演示装置，可以清晰观察到电能和化学能之间的相互转化。使用的电解质溶液为硫酸钠溶液，构成的是氢气燃料电池，消除了学生对于燃料电池构造及能否产生电流的疑惑。

☛ 第5代演示装置：太阳能与电能、氢能（燃料电池）的转化，现象明显

为了实现太阳能到电能、氢能的转化，只需在第4代演示装置基础上将直流电源换为太阳能电池板，就组装成了第5代演示装置，在阳光充分的条件下，实验现象十分明显。第5代装置原理见图2。

☛ 第6代演示装置：现象更加明显

为了实现太阳能到电能、氢能（燃料电池）、热能的转化，可在第5代演示装置的基础上将电解时阴极产生的氢气导出并进行燃烧。为此，在阴极处的橡皮塞上加装一个带活塞的导气管，构成第6代演示装置。此时氢气可以燃烧，实现化学能到热能的转化。

☛ 第7代演示装置：实现电解与燃料电池工作的自动控制

第7代演示装置安装了自动控



图1 第4代演示装置

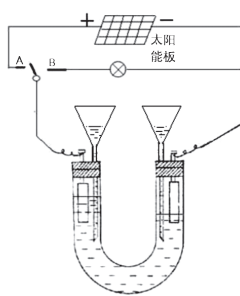


图2 第5代装置原理

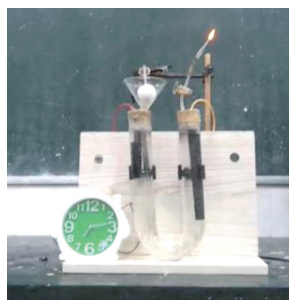


图3 演示中的第9代演示装置

制浮球,在第6代装置人为控制的基础上实现自动控制。在太阳能电池板的自动控制中,已经有了太阳能路灯光控开关,将其安装在燃料电池的控制电路中,也可以实现白天电解、夜间燃料电池供电的自动控制。

☛ 第8代演示装置:实现室内演示全过程

第8代演示装置改用家用浴霸取暖灯作为光源,实现在室内演示能量转换,效果很明显。如果在燃料电池的电路安装光控开关,就可以实现浴霸灯开启时电解开始,浴霸灯关闭时电解结束,且燃料电池开始工作,发光二极管发光,演示了几种能量的转化过程。

☛ 第9代演示装置及操作步骤和现象:优化室内演示效果

第8代演示装置已经可以实现室内演示,但在具体实验中发现还存在不够完善的地方:一是浴霸取暖灯在发光的同时大量放热;二是发光二极管的发光现象还不够明显;三是电解速度还不够快。为此,在3个方面进行改进:①使用小太阳灯管代替浴霸取暖灯;②使用小闹钟代替发光二极管;③使用氢氧化钾溶液代替硫酸钠溶液。第9代装置实物图见图3。

☛ 第9代演示装置的用途拓展

第9代演示装置除了可以实现

几种能量转化演示外,进行适当改装后,还具有其他用途。

◆ 改进教材验证电解饱和食盐水产物的演示实验。

◆ 用实验装置的思路解决远洋轮船的用电用火及长久续航问题。

◆ 演示装置的原理可用于太阳能路灯的供电供气改造。

◎ 创新点

经过多次改进,本装置不但可以完成能量转化的演示,还具备以下创新点。

◆ 填补空白:本装置的设计填补了目前中学实验室无能源转换演示装置的空白,并已取得国家知识产权局专利申请受理通知书。

◆ 仪器简单:小太阳灯管、太阳能电池板、U形管、碳棒、双控开关等均可在网上购买,且价格便宜,整套装置不超过200元。

◆ 操作方便:可重复进行,成功率100%。整套实验完成只需4分钟左右,适合在课堂演示。

◆ 现象明显:几种能源的转换通过小闹钟的指针转动、闹铃响声、液面的升降和燃烧等直观展现,效果明显。

◆ 应用广泛:可以演示能源转换、燃料电池、电解饱和食盐水等诸多化学实验,并进行产物判断,

在实际生活中可在货轮、路灯上进行改造,提供用电用火。

◆ 培养意识:通过太阳能、燃料电池等设计,培养学生节能减排的环保意识。

◆ 拓展视野:通过自动控制问题探究培养学生的创新精神和实践能力,激发学习兴趣。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果化学教学类一等奖。

专家评语

该作品依据电化学、光电技术、信息技术、燃料电池、自动控制等科学和技术原理,通过连续不断的改进和创新,采用市场上容易买到的元器件,制作形成了升级换代,且具备较为丰富和系统教育教学功能的能源转换装置,为化学和物理学及二者交叉的能源教学提供了很好的教育资源 and 手段。■