

尝试发掘科学器材在物理教学中的“天然”价值 ——以“光导纤维”的探究式教学为例

曾裕 余杰

（舟山中学教育集团舟山二中，浙江 舟山 316000）

摘要：本文以“光导纤维”的探究式教学为例，尝试发掘科学器材在物理教学中的天然价值。

关键字：器材教学 全反射 光导纤维

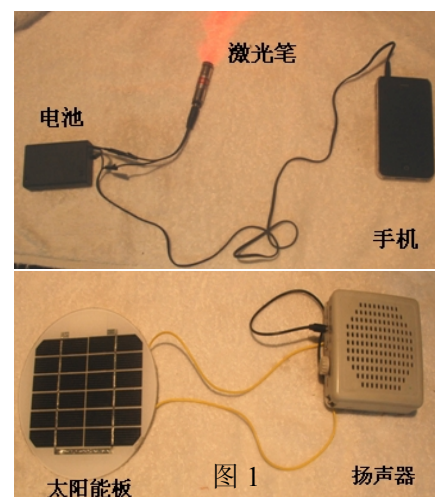
我们知道所谓探究式教学，并不是所有的教学内容都适宜在课堂上探究，关键要看教学的内容中需要解决的问题是否存在比较明确的解决思路和策略。教材中涉及的一些物理仪器往往隐含了重要的物理知识和物理思想、方法，器件的形成过程往往经历了由粗糙到精细的不断改进的设计探索，是天然的良好探究素材。吴加澍老师为我们分享的《回旋加速器》、《变压器》的教学设计，给我们提供了很好的示范，让学生亲历科学家在设计这些器材时不断改进的探索过程，不仅能使汲取前人的智慧，领悟思想方法，还有助于学生更好的掌握所学知识，做到学以致用。

此类器材教学的关键在于探究过程的设计。探究过程应遵循“以生为本”的理念，符合学生的认知过程，环节之间应循序渐进，先抛出问题：可以怎么做？然后引导学生质疑：这样做有什么不好？进而激发起学生探究的欲望：怎样做可以更好？三个问题恰好体现了教学目标由“分析”到“评价”再到“创新”三个层次的递进，使学生完成了一次思维的飞跃。探究点的设置还应契合学生的思维层次，力图使学生“跳一跳就能摘到思维的果实”。“行动需要勇气，勇气需要鼓励”，学生在经历器材研发的过程中体会到了成功的喜悦，这种成功的体验鼓舞他们有勇气去实践，去创新。

“光导纤维”这一器材在以往的教学当中，往往作为全反射这一知识点的应用直接向学生呈现，没有发挥其“天然”的探究价值。我们应该让学生参与到这一器材的研发探究过程中来，发挥其更大的教学功能。下面具体介绍我们对“光导纤维”这一器材的探究式教学设计。

1、创设情景：激光通信的演示实验

将电池、激光笔、手机简单地串联，构成“激光信号发射装置”，再将太阳能板和便携式扬声器串联，组成“激光信号接受装置”，（如图 1）两装置间隔一定距离，如教师手持放射装置站在讲台旁，一名学生拿着接受装置站在教室最后面。用手机播放音乐，并打开激光笔，只要当激光照到太阳能板时，扬声器中就会发出响亮的音乐



声，实现了手机音乐的无线传输。对于“激光通信”学生从各类媒体中也有所耳闻，这个演示实验让学生眼见为实，新奇不已，在激发学生后续学习的兴趣的同时，使学生确信“光信号能传递信息”这一事实。

问题一：“无线传输”的局限性，光被挡住了怎么办？

学生们普遍认为利用激光实现“无线传输”很有意思，但仔细思考其实用价值，不难发现问题：光被挡住了就不能传递信息。教师当堂演示，有障碍物遮挡光路，激光照不到太阳能板时就不能传输音乐。

改进一：“平面镜反射”改变光路

这时马上有学生提出了改进方案：用平面镜反射的方法改变光路，使激光重新照到接收装置，音乐再次响起（如图2）。教师肯定学生的想法，并指出现在广泛应用的“微波通信”，就是在信号直线传播遇到障碍时通过类似平面镜功能的“中转站”进行转发实现远距离传输。不过马上有学生提出来“平面镜反射”方案的局限性，如果要把光信号传输到挨家挨户或者在家中把光信号传输到每个房间，传播过程中势必遇到更多的障碍物岂不是要用不计其数的平面镜？显然这个方案也不现实，所以说这个方案只能实现光信号的远距离传输，比如从一个城市传输到另一个城市。教师另外补充，如果让光信号在空气中传播势必带来很大的能量损失。



图2

问题二：理想的方案如何

那么实现用光来传递信息的理想方案是怎样？平日里我们要把手机中的音乐输出到扬声器播放，两者之间需要连接音频线，即通过电信号在电线中传播来传递信息，由于电信号被约束在电线中，电线怎么铺设，电信号就怎么传播。试想如果光信号也能像电信号一样被约束在某一种介质所做成的“导线”中传播，岂不就解决问题了吗？为了寻找这样理想的媒介，学生顺其自然的进入接下来“全反射”的学习。

2、全反射教学：自制发光水槽实验

为了让光约束在某一介质中传播，我们势必把目光聚焦在当光通过两介质界面时发生了什么？折射和反射。折射是光从一种介质到另外一种介质的透射，我们现在自然希望光通过介质时发生尽量少的折射，最好是无折射，也就是“全反射”。接下来学生通过实验自主探究“全反射”的条件和规律。

用玻璃胶将透明的圆形巧克力包装盒做防水密封处理，在圆形包装纸背面标示角度并贴在包装盒外面，再在盒上开一小孔，注入一半体积的水，并在水中滴入几点豆浆或者奶茶等

使其成为胶体，最后在盒内喷入一些烟雾并密封小孔，这样一个取材方便，制作简单的放光水槽制作完成。当激光射入水槽，由于发生“丁达尔现象”可在光通过的地方显示清晰的光路（如图3）。以往教学中这一实验多为教师演示，现在由于本器材制作成本低廉，为每个学生进行自主实验提供了方便。

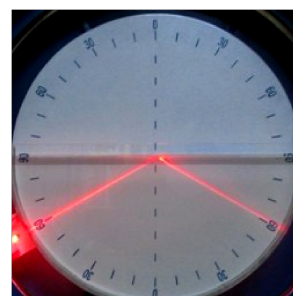


图3

改进二：利用全反射原理将光约束在水中传播

学生在学习了全反射的原理后自然想到了是否能让光信号在水中不断的全反射从而使光约束在水中传播，尝试将水槽中的胶体倒入到量筒中，当激光以一定的角度入射到胶体中，学生发现光在量筒中发生了全反射，将胶体倒入到U型管或其他弯曲的管子中，激光的光路也会随着管子的弯曲而弯折（如图4），都是因为光在水管中发生了全反射。

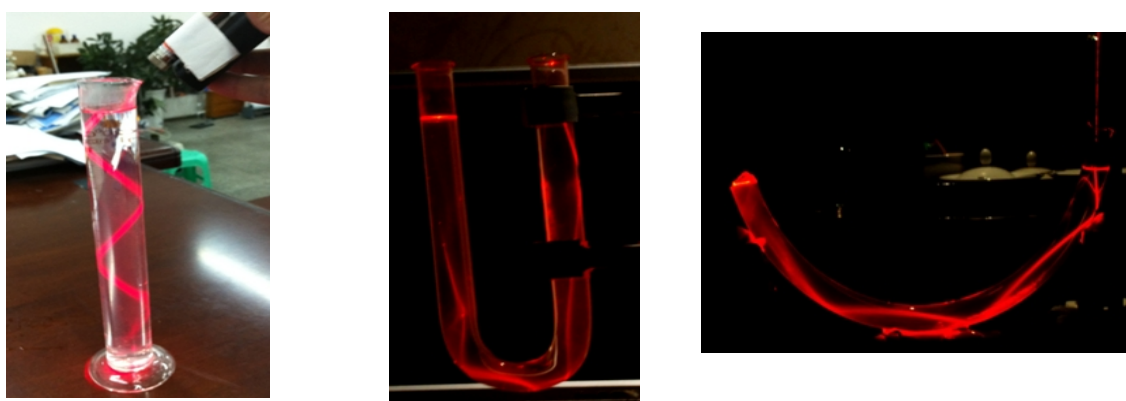


图4

问题三：用水管传输光信号不具实用性价值

运用全反射原理可用注满水的玻璃管传输光信号，水管怎样铺设，光信号就怎样传播，但是显然这样做的实用价值值得商榷，我们需要寻求更方便、更实用的材料充当光传播的介质。

改进三：利用有机玻璃棒传递光信号

学生已经知道全反射发生在光从光密介质入射到光疏介质之间的界面，查阅书本中介绍的各种介质的折射率数据后，学生提出了可用有机玻璃作为传输光信号的介质。教师演示用弯曲的有机玻璃棒把本来照不到太阳能板的光信号重新“引”到太阳能板，音乐再次响起。有机玻璃棒的机械强度较高，不像玻璃那么易碎，但是这么粗的有机玻璃棒还是不易弯曲，难以用来铺设线路。

改进四：利用“光导纤维”实现光通信

有学生提出可以来可以把有机玻璃棒做得细一点的，使它具有一定韧性易于弯折施工。教师肯定了学生的想法，并向学生展示这种直径较细的有机玻璃做成的“光导纤维”（如图 5）。值得一提的是这种材质的“光导纤维”已广泛应用于生活，比如近年来家里上网用的“宽带”都在升级为“光宽带”，用的就是这种光纤来实现光通信。此外，普遍应用的还有石英（玻璃）光纤，其直径可达微米级，便于弯折，外部用塑料包层保护增加了一定的抗折性，高纯度的石英光纤传输光信号时能耗极低，可达 1dB/km 。高保真的 hifi 音响系统都是用此类光纤传输音频信号。

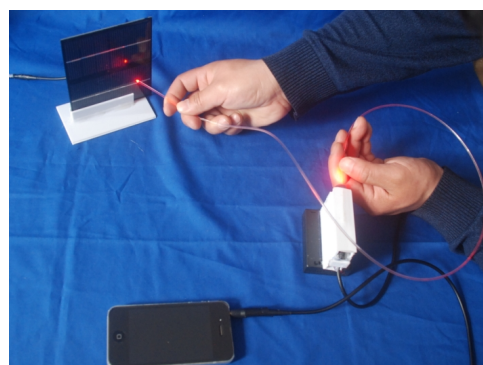


图 5

3、拓展延伸：讨论用光信号传递信息相比电信号的优势在哪里

关于这个问题学生展开了激烈的讨论，不难得出以下结论：（1）制作光纤用的原材料相比做电线的铜丝成本低廉。（2）由于电流的热效应，电缆传输电信号时有比较大的能量损耗，而光纤能耗少。此外由于光纤的基本成分是石英、有机玻璃等不导电材料，在其中传输的光信号不受电磁场的影响，故光纤传输对电磁干扰有很强的抵御能力。也正因为如此，在光纤中传输的信号不易被窃听，因而利于保密。对于这样的特点，学生很难在课堂上自己分析得出，为此我们设计了一个类比实验：将扬声器和播放音乐的手机放置在教室的两头，分别用普通电线（非屏蔽线）和光纤连接来传输音乐，摇动感应起电机并靠近中间部分的电线，发现扬声器发出的音乐参杂了明显的噪声，说明电场对电信号的影响较大，而当感应起电机靠近光纤时则听不到噪音。课后，让学生上网查阅资料继续了解光通信的优点，比如信息容量大、工作性能可靠等特点。此外，还有必要让学生继续讨论光通信的缺点，培养学生全面多角度考虑问题的良好思维习惯。最后向学生介绍光导纤维除了能实现光通信外，还有很多其他应用，比如在照明、医学等方面的应用。

4、教学反思

纵观整个教学设计，围绕着如何实现具有实用价值的“激光通信”这一问题，以“光导纤维”这一器材的不断的改进为主线，讨论了为什么要学习“全反射”这一概念，以及如何利用“全反射”原理实现光通信，让学生体会学有所依、学有所乐、学有所用，是我们在全反射教学中一种全新的有意义的尝试。这样的器材教学，以浓缩的时空和必然的形式重演人类丰富多彩的科学活动，让学生在探究中经历创造性解决实际问题的过程，训练学生的实验设计技能与自主探究能力，提升学生综合运用知识解决实际问题的能力，培养学生的科学思维能力与创新精神。在今后的教学中，我们应充分挖掘此类器材的物理教学功能。

参考资料:

梁旭.普通高中物理新课程案例研究[M] 浙江教育出版社 2010. (8)