

海市蜃楼演示实验装置的创新改造

胡 安 正

(襄樊学院 物理与电子信息技术系, 湖北 襄樊 441053)

摘 要: 模拟“海市蜃楼”现象演示实验是大中学学生特别感兴趣的实验之一, 然而实践中发现, 现有演示实验装置至少存在“非均匀介质溶液配置难度大、配液必须多人操作、实验周期太长且成功率不高”等几大缺憾。该文介绍了针对存在的问题进行创新改造的做法, 以供同行探讨。

关键词: 海市蜃楼; 演示实验; 存在缺点; 创新改造

中图分类号: G642.423 文献标识码: C 文章编号: 1002-4956(2007)07-0061-03

The creative improvement on demonstration experimental apparatus of mirage

HU An-zheng

(The Department of Physics and Electro-information Technology, Xiangfan University, Xiangfan 441053, China)

Abstract: The demonstration experiment of “mirage” phenomenon is one of the most interesting experiments in universities and middle schools. However, in practical experiment we find there are several defects in present demonstration experimental apparatus including “the great difficulty in distributing salt’s solution of inhomogeneous medium, the multi-people co-operation in making up the solution, the long experimental period and the lower success ratio” and so on. This article introduces our creative improvement on the existent problems, to our colleagues for reference.

Key words: mirage; demonstration experiment; existent defect; creative improvement

1 海市蜃楼现象及成因

在平静无风的海面、湖面、沙漠、戈壁滩等地方, 有时会在上空或地面下的方向上出现城市建筑、亭台楼阁、山水湖泊等变幻奇妙的、令人深感神秘的自然景观, 这就是海市蜃楼现象。这种场景在未被充分认识以前的漫长岁月里, 往往被人们神秘化, 甚至迷信化。其实海市蜃楼现象是由光的折射或全反射造成的自然现象。出现在上空的称为上位海市, 出现在地面下方向的称为下位海市^[1]。

海市蜃楼的成因可以由光学理论给以圆满的解释, 它是阳光在大气中折射而产生的一种光学现象, 准确地说是光在密度分布不均匀的媒介中传播时, 产生折射或全反射而形成的正立或倒立的虚像。为把它重现于实验室之中, 人们研制出多种演

示海市蜃楼现象的装置, 其示意图如图 1 所示。它通常利用人工配制的折射率连续变化的溶液作介质(如清水-盐水或酒精-清水溶液), 演示光在其中传播时, 发生弯曲, 从而来模拟演示海市蜃景的成因^[2]。

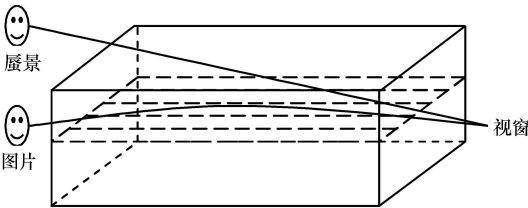


图 1 海市蜃楼演示装置示意图

光学原理如图 2 所示, 折射率连续变化的传播介质——盐水溶液的密度随高度增加而减少, 对光的折射率也随之减少, 从而形成一具有折射率梯度的溶液层, 当光线通过某层面时, 将发生偏转。设一束从景物 a 发出的光线以入射角 i 入射, 由折射率为 n 处射入溶液层, 由折射定律得:

收稿日期: 2006-10-25 修改日期: 2007-01-26
作者简介: 胡安正 (1965—), 男, 湖北省随州市人, 高级实验师
基金项目: 襄樊学院教研项目 (JY0624)。

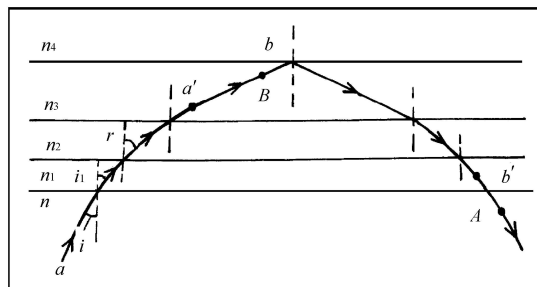


图2 光学原理示意图

$$n \cdot \sin i = n_1 \cdot \sin i_1; \quad (1)$$

$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin r. \quad (2)$$

联立 (1)、(2) 式可得:

$$\sin i = \frac{n}{n_2} \cdot \sin r. \quad (3)$$

可见, 当 i 、 n 为定值时, 由于 $n > n_2$, 所以 $r > i$. 因此, 从下层液体进入上层液体的入射角不断增大, 当增大到由某两层液体的折射率决定的临界角时, 就会发生全反射, 如图 2 所示。当人眼在 A 处逆着光线 Ab 观察时, 便可以看到经全反射形成的倒立的虚像。

2 目前演示实验装置中存在的缺点

大多数学校和商家研制的海市蜃楼演示装置的蜃景成因和装置结构可用图 1 示意^[3]。本方案中, 以配置食盐溶液为例, 其程序基本可总结为: 先向水槽内注入深度约为拟配制总溶液一半的清水, 再将适当配分的食盐 (可通过食盐溶解度来计算) 放入清水中, 用玻璃棒搅, 使其溶解成近饱和状态; 然后在其液面上放一个塑料膜或是采用白布盖住下面的盐溶液, 向膜上或白布上慢慢注入满清水; 稍后, 将薄膜或白布轻轻从槽一侧抽出, 让盐水慢慢向上渗透形成所需浓度连续变化的食盐溶液。

显然, 本方案的难点, 也是关键点应是如何快速、高质量配置出折射率连续变化的非均匀介质。然而, 实践中发现, 目前的实验装置和介质配置方案至少有如下 3 个明显缺陷:

(1) 在配制非均匀食盐溶液时, 通常需多个人一起操作;

(2) 即便多人协同操作, 也很难做到在加入清水和抽出薄膜或白布时, 能使清水缓慢、均匀、无冲击加注到盐溶液面上, 从而顺利得到所需溶液;

(3) 最大问题是即使在常温下, 成功配置所需食盐溶液, 约需要 6 个小时左右, 这么长的实验周

期显然令人难以容忍, 课堂演示教学就更无法实施。

据了解, 使用这类装置的多所大学也有同感, 很难成功配制的折射率连续变化的介质—盐水溶液, 实验成功率很低。

3 研制的“注液浮槽”构造和功能

实践中, 经过反复研究、改造和试验, 我们利用“浮力和缓冲原理”研制成的“注液浮槽”, 巧妙地解决了目前海市蜃楼演示装置中存在的 3 个致命缺点。

“注液浮槽”构造如图 3 所示。带孔注液浮槽如图 4 所示。图 5 为空心密封塑料浮子 (图 3 中未画出), 实验制作中, 当浮槽不能自由上浮时, 可在浮槽两端加上适当大小的空心浮子以增加浮力。

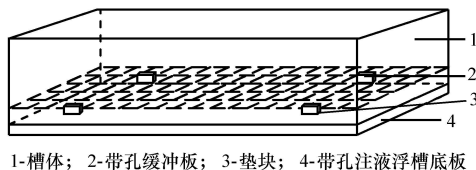


图3 注液浮槽

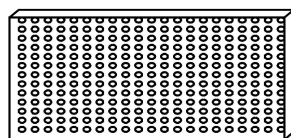


图4 带孔注液浮槽底板

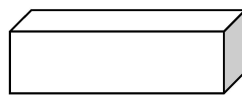


图5 塑料浮子

图 3 中, 浮槽的长和宽的尺寸, 以刚好能将如图 1 所示海市蜃楼装置放进液槽中、能上下自由移动、并且与水槽间距又不大, 由参照标准确定。“注液浮槽”中“带孔注液浮槽底板”最好选用漂浮能力较好的木质材料制成, 孔径大小适中, 其小孔位置应与“带孔缓冲板”上小孔位置刚好错开。在浮槽底板和缓冲板间嵌入厚度约为 4 mm 的“垫块”4~6 个, 其目的是在缓冲板和底板之间创设一个缓冲区。

4 改进后实验溶液的配制

4.1 溶液配制方案 1

改进后，实验溶液的配制方案 1：首先，如同改进前配液方案一样，先配制好近饱和状态盐水溶液，然后，将图 2 所示“注液浮槽”轻轻放置于食盐溶液上，待其稳定后，便可向“带孔缓冲板”上以适当速度加注清水，清水会从缓冲隔板小孔均匀滴注至隔板与底板之间的缓冲区，由于浮力的作用，缓冲区中清水会慢慢、均匀地从底板小孔渗入盐水中，直到水槽中清水至所需量为止。此时，清水和食盐水界面分明。常温下，大约需 4~6 小时以后，由于扩散，就会得到折射率由下向上逐渐减少的食盐水介质溶液。

4.2 溶液配制方案 2

采用人工预先按计算好的浓度梯度配制 3~5 种不同浓度的食盐溶液，然后，按照自下而上，先后加注浓度逐渐变大的、预先配制好的食盐溶液，最上面加入清水。每层液体加注方法与方案 1 中加注清水的方法类似。此方案最大优点是利用人工的方法，使演示实验时间约缩短至 1.5~2.5 小时。

5 改进后的演示装置优点

实践证明，改进后的实验演示装置不仅解决了

原装置中存在的 3 大缺点，而且还有其他方面的改善。改进后，溶液配制操作方法简便、易掌控，很容易成功配制出折射率连续变化的介质，实验成功率几乎达到 100%。一人便可独立、从容操作，并大大缩短了配置溶液所需的时间，基本能达到当堂上课做完演示实验的需要。

参考文献 (References)：

- [1] 孙敬姝, 吕天全, 王秉超. 普通物理实习实验 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] 孙淑清. 海市蜃楼现象及其实验演示 [J]. 中学物理教学参考, 2002, 31 (9): 31-32.
- [3] 陈晓莉. “海市蜃楼”现象成因分析及模拟实验 [J]. 教学仪器与实验, 2005, 21 (2): 20-21.
- [4] 王忠纯. 用线性变折射率模型解释海市蜃楼 [J]. 大学物理, 2001, 20 (9): 24-27.
- [5] 秦霞. “浮力”知识复习梳理及应用 [J]. 物理教学探讨, 2005, 23 (2): 20-21.
- [6] 戴闻. 近藤共振电子结构的阴影 [J]. 物理, 2000, 29 (11): 702-703.
- [7] 白春礼. 扫描隧道显微术及其应用 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.
- [8] 宋艺新. 营造良好的实验环境, 培养高素质人才 [J]. 实验技术与管理, 2002, 19 (6): 102-105.

(上接第 19 页)

室面向全校、全省和全国相关科研院校开放制度，为提高重点实验室的社会效益，促进学科建设和发展奠定了新的工作平台。

5 建立研究室向本科生开放制度，为提高教师教育素质创造了良好条件

学院积极倡导研究室向本科生开放，使部分精力充沛、对科学研究感兴趣的本科生，从二、三年级即能够进入研究室，和研究生一起参加科研、学术交流和做毕业论文活动，使本科学生及早接受科学研究的熏陶，为科学研究思想、科学研究意识和科学研究能力的培养，为今后从事研究生学习和教学、科研等工作奠定了较好基础。

6 提高实验室的研究水平和社会效益

由于我们注重把学科建设、学位点建设、实验室建设、师资队伍建设、以及教学和科研工作紧密结合，减少了实验室和研究室的管理环节，最大程度地发挥了实验室和研究室的功能。我院目前承担各种科研课题 100 余项，为社会经济建设和基础理

论研究提供了良好工作环境和条件。每年招收硕士、博士研究生和博士后 100 余人，为研究室和实验室的建设和发展注入了巨大活力，使研究室和实验室较好地保证了学科各项内容建设的健康快速发展。

参考文献 (References)：

- [1] 段相林, 孙大业, 刘敬泽. 加强学科建设 促进教学改革 [J]. 中国大学教学, 2004 (1): 38-39.
- [2] 廖湘阳, 王战军. 大学学科建设: 学术性、建构作用与公共绩效 [J]. 学位与研究生教育, 2006 (3): 55-61.
- [3] 刘文达, 秦春生, 任增强, 等. 构建学科建设体制与机制的实践 [J]. 学位与研究生教育, 2006 (5): 54-57.
- [4] 问青松, 张文斌. 学科建设规划的实施及效益监控的探索与实践 [J]. 学位与研究生教育, 2006 (1): 53-56.
- [5] 屠萍官, 张荣庆, 王喜忠. 研究型大学实践教学体系的改革与创新 [J]. 实验技术与管理, 2005, 22 (1): 5-8.
- [6] 陈汝筑, 林明栋, 王竹立, 等. 实验生理学科创新教育的探索与实践 [J]. 实验技术与管理, 2004, 21 (2): 173-177.
- [7] 龚静怡. 加强重点实验室管理, 促进学科发展 [J]. 实验技术与管理, 2004, 21 (2): 189-191.
- [8] 赵宝华, 刘书广. 加强学科建设和实验室建设培养大学生创新能力 [J]. 实验室研究与探索, 2006 (7): 910-913.