



教育推广演示指南

光学手提箱

由美国光学学会罗彻斯特分部制作

2011年2月18日

引言

光学手提箱 (*Optics Suitcase*) 中有可重复使用的耗材和赠送的主题包，用作在白
光下探索彩色的课堂演示。其目标在于帮助对学生进行技术职业的启蒙教育。如果演示人
使用过这些材料，典型的演示大约需要 45 分钟。

两个抛砖引玉的演示

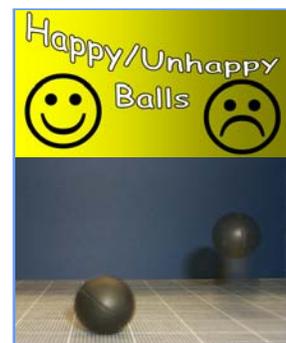
• 加热板

从课堂上挑选一名学生，让他（她）上来帮助您。拿出加热板，递给该名
学生，让他（她）轻轻拿住加热板，并举起来让大家看到。让小孩认识到加热板包含一种室温下的粘糊状液体。将加热板举到一个大家能看到的位置，并帮助小孩点按加热板里面的金属盘。[这会使液体流过金属中的细孔，从而使液体开始结晶 — 您可能需要尝试多次。]几秒钟之内液体就结晶，使热量散发到整个加热板。现在提醒小孩描述一下加热板 — 它已经变得坚硬和发烫！这是超饱和溶液放热反应的一个例子。此商业产品是一个即时加热板，用于治疗某些疼痛。只要接受过化学或类似技术的培训，就可以发明此产品。将加热板放入开水几分钟，让结晶溶解，加热板就可以重复使用。将加热板放回“手提箱”中。



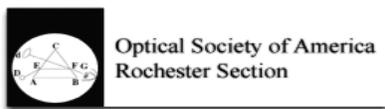
• 高兴/悲伤小球

选择另外两名学生。给每名学生一个小橡胶球，并询问学生小球的外观和手感是否相同。[回答为“是”。]让每名学生在其他人可以看到小球和硬表面（桌面、墙壁或地板）之间接触点的位置击球，使球反弹。其中一个小球会反弹，另一个则不会。这是聚合物和材料科学的一个例子。“高兴小球”已完全硫化；其成份设计为在与硬表面接触时可阻止变形。由于“高兴小球”的摩擦系数比较低，因而会以比“悲伤小球”更快的速度滚下斜面。“悲伤小球”会变形，以吸收与硬表面接触的冲击力。它不会反弹。哪种橡胶是用于汽车减震器的好橡胶？哪种橡胶最适合用于生产手球，或者运动鞋的鞋底？将演示物品收好。

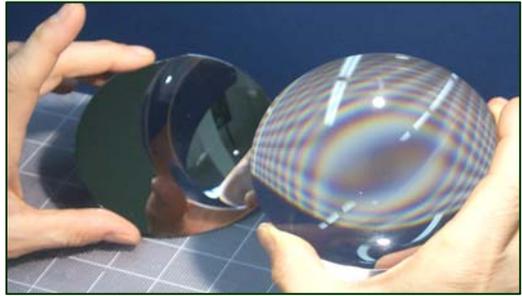


光学工程 - 硅和硅石

光学手提箱的赞助商希望通过分发这些教学材料，促进光学和光学工程的启蒙教育。为了介绍这些材料，“手提箱”中有两个光学物体：一个硅晶片（薄而易碎，请小心拿放）和一个硅石透镜。



拿起硅晶片，使发亮一面朝外，并拿起大硅石透镜，使整个班级能够看到。让学生来辨别这两个光学制品。[透镜通常很容易辨别，而硅晶片则可能被描述为“镜子”。]将硅晶片形容为一种单晶硅、一种纯元素物质以及所有计算机（芯片和微电路）的基本材料。向学生展示灰暗的硅晶片反面，并解释这一面是底面，另一面则抛光成镜面。光学工程师开发的这些技术将粗糙的硅晶片转化为用于制造计算机芯片的集成电路。您可能想进一步详细解释。



向学生分发元素周期表（对初二、初三或更高年级学生有用）。说明周期表是一种显示所有人类已知元素的视觉方式，宇宙中的每种物质都由这些元素中的一种或多种组成。陶瓷工程师、化学家、材料科学家、地理学家和光学工程师都在研究许多种元素及它们所组成的化合物。解释硅晶片和硅石透镜之间的唯一区别是氧气。帮助学生找到硅（第 14 号元素）和氧气（第 8 号元素）。指出氧气的添加可以将不透明的材料转换为透明的材料。向学生提示：如果我们是红外线视物的外星人，那么硅石透镜将看起来变得不透明，硅晶片则变成透明！向学生提及：光学工程师将透镜组成可进行光成像的系统，比如哈勃太空望远镜、钱德拉 X 射线望远镜、数码相机、手机或“智能”电话。



带回家的主题包实验：

在白光下显示彩色

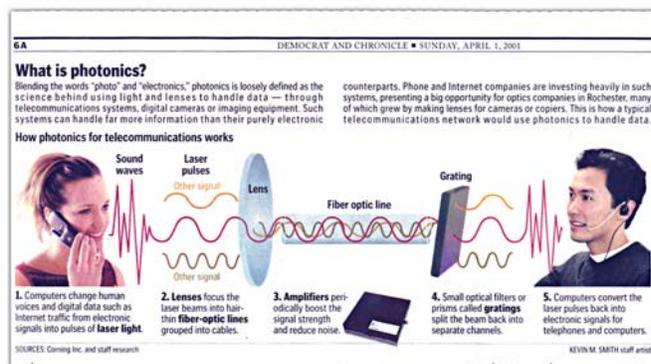
现在让学生准备进行三个在白光下显示彩色的实验。提醒学生：您将揭示其中包含的某些“秘密”，学生必须注意观察，以便学生可以将这些实验带回家，与其父母和兄弟姐妹共同完成。

实验 1：彩虹窥视孔和衍射

向学生分发“彩虹窥视孔”主题包，但要求学生暂且不要打开。每个人手里都有主题包时，从您的主题包中拿出手电筒和窥视孔，举起它们并说明名称。让学生拿出手电筒和窥视孔，并通过参考主题包背面的年轻女士图像，思考如何操作。在一片“哦”和“啊”声中，询问学生：“彩色从何而来？”[许多小孩会回答：彩色来自窥视孔。告诉小孩：彩色是来自手电筒中的白光。]您可以要求学生回答许多问题。是否看到有规则的图案？描述该图案。辨别所有彩色。这些彩色是否在每个点都相同？如果手电筒靠近或远离窥视孔，图案是否改变？如何改变？如果旋转窥视孔，图案是否改变？即使与其他人相离很远，是否也看到来自其他人的手电筒的彩色？是否从室内光线看到彩色？



举起主题包，从正面展示图片。向学生描述这是窥视孔中透明塑料一侧表面的高度放大照片。它是用一种称作原子力显微镜的仪器拍摄的。[光学工程师和物理学家发明了这样的仪器。]注意：刻度为微米，人的头发粗细为 30 到 80 微米，塑料的横切面具有有规则的小凸块排列，只是因为这些小凸块高度仅为 2 微米，无法看到或感觉到。凸块互相紧密挨着，大约 50 个凸块才能容纳一根头发。向学生说明，这些凸块造成白光根据窥视孔的彩色折射到窥视孔中。这种线程称作“衍射”。指出有规则凸块排列和通过窥视孔看到的图案之间的相似性。向学生说明电信和互联网使用光纤、激光和称作“衍射光栅”的窥视孔，将光线从一个光点分成许多个每个都具有不同彩色的光点，为实验划上句号。这点是全世界同时进行无数次通话的关键所在。该领域的人们从事“光子学”工作。要求学生将手电筒和窥视孔密封到其主题包中。提醒学生可以自己保存主题包。向学生提议向家人揭示通过衍射用白光看到彩色的秘密。严禁直接朝着太阳光用窥视孔观看！



实验 2：神奇的条带和极化

从“手提箱”取出卷带，选择一名学生，让其走上前来。递给学生卷带的一头，要求他（她）那一头拿稳在胸口高度。站在四英尺外，并开始画圈上下振动您这一头的卷带。您应该能够制造几个节点的持续波动，但无法精准地确定振动平面。向学生说明，除了彩色，光还具有光波性质。卷带代表着一个光波。随机振动代表着非极化光，即没有偏好振动方向的光。[为简单起见，我们忽略圆周运动的极化光。]停止圆周运动，开始仅垂直方向的振动。向学生说明：光线在一个方向振动时被“极化”，即垂直方向（切换手部动作）或水平方向（此动作在说话时较难维持，可能会返回到垂直运动。）将在平面中振动的光定义为线性极化光。收好卷带。



向学生分发**神奇条带主题包**，但要求学生**暂且不要打开**。每个人都有自己的主题包时，让学生从主题包取出所有物品，并将 5 件物品放置在其工作区。让学生检查是否有两块黑色塑料、一块上面有文字的透明塑料、一个断开的叉子以及一个小塑料瓶。从“手提箱”取出**两大块线性平板极化器**，每只手一块，举起它们。在您面前大约一英尺的位置将它们组合起来，并使传动轴保持平行。您应该能够看到学生，学生也能够看到您。要求学生用两块黑色塑料以相同的方式制作一个夹层结构。告诉学生这两块塑料称作“**极化器**”。向学生展示将一个极化器相对于另一个进行旋转时发生的情况。学生也应该进行相同的操作。在一片“哦”、“啊”声中，向学生揭示每个极化器都有一个秘密，即其表面上有一条细线。保持细线平行的情况下将塑料板组合起来，就能够使视线通过两块塑料板。使细线相互垂直（或交叉）的情况下组合塑料板，就会阻挡光线。将一块塑料板举起，使其暴露在室内灯光中，就会使**非极化白光**变成线性极化光。光线一发生线性极化，就会在一个平面（例如，垂直）振动，并且会被第二个塑料极化器传播或吸收。极化太阳镜就是由这种塑料制成的。



如果您能够使用悬挂的投影仪并使教室光线变暗，则可以将大极化器放置在悬挂的投影仪上，并展示极化器如何极化、传播和熄灭来自投影仪的白光。将交叉的极化器分开放置在四个角落，并使用**塑料杯**制作一个**偏光镜**。将“手提箱”中的**塑料银器**放置在偏光镜中，后退站立，并享受激动人心的一刻。询问彩色的来源。[您可能会得到一些正确的回答。]向学生解释：透明材料内部的应力会降低穿过偏光镜的线性极化光的质量，导致各种彩色的出现。借助偏光镜，地理学家可以识别某些水晶和矿物的结构。土木建筑工程师会检查用透明塑料制成的桥梁模型内部的应力，以理解如何建造出更坚固的桥梁。光子学技术人员也借助偏光镜来评估激光玻璃和激光水晶的质量。



重新打开室内灯光。使用主题包中的物品，向学生展示如何用一只手制作一个偏光镜。要求学生从其主题包中的透明塑料袋内找到彩色条带。[穿过交叉的极化器夹层结构观看悬挂的灯光时，必须将透明塑料插入到极化器之间。]要求学生评估小塑料瓶和叉子的内部应力。通过挤压叉子的尖端，学生可以感受和看到额外的应力。让所有人将所有物品放回主题包中。向学生建议，既然已经懂得极化器的秘密以及如何制作偏光镜，回家后就向家人演示神奇的条带。



实验 3：神奇的方片和选择性反射

确认每个学生都在看着您，取出用微胶囊装入液态水晶的大方片，将其放在靠近您的脸部的位 置，发亮一面朝外。[如果带着眼镜，请先摘下。]等待一会，让学生从一片“哦”、“啊”声中安静下来，然后询问...“彩色从哪里来？”[如果有些学生说是来自您脸部的热量，请回答否。]解释彩色是来自从黑色“纸张”反射的室内白光。分发神奇的方片主题包，并解释内附的黑色塑料方片的发亮一面的微小泡沫中注入或用微胶囊装入了液态水晶。在刚好合适的温度下（对于此小方片，84-91 华氏度或 29-33 摄氏度），这些液态小水晶滴会反射白光的选择性彩色。塑料方片温度低，就不会发生反射，方片的外观呈现黑色。液态水晶开始发热时，就开始反射红光。最后，如果发热到足够高的温度，就会反射深蓝色的光线。这是选择性反射。“心情戒指”使用液态水晶中的选择性反射来改变来自手指热量的颜色。将发亮一面朝外，要求学生将神奇的方片放在内手腕上，进行吸血鬼测试。[吸血鬼是魂灵，不会发出热量。]询问大家是否可以“看到”一条静脉。[这可以看做是一条蓝线。]效果是可逆的。学生可以将其方片放置在立方体冰块上或一杯热可可饮料的下方，以观看选择性反射的效果。警告学生：不要将方片折叠起来，或用铅笔之类的尖锐物品做标记。



致谢

光学手提箱的开发投入了大量精力。1999 年以来，已经向美国和全世界的机构、学校、公司和个人分发了 330 多个光学手提箱。向美国光学基金会 (OSAF) [<http://www.osa.org/forms/opticssuitcase.aspx>] 提交申请后，就可以免费获取光学手提箱。此项目的资金有许多种来源。我们要衷心感谢美国光学基金会、James L. Ferguson 先生、SPIE、美国光学学会罗彻斯特分部以及罗彻斯特大学激光能源实验室 (LLE) 的大力支持。同时要感谢美国物理学会和宾夕法尼亚州大学电子光学中心的支持。

Stephen D. Jacobs

Stephen D. Jacobs
LLE 高级研究员
光学教授兼化学工程师
罗彻斯特大学

Theresa M. Pfuntner

Theresa M. Pfuntner
教育推广协调员

版权所有 © 2011

