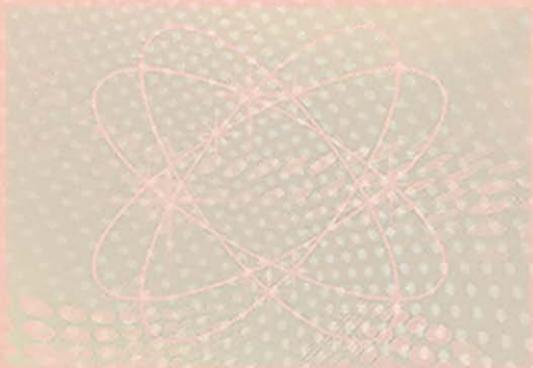


科学实验动手做·物理
光学实验改进设计实践



目 录

1 光学仪器的改进设计与使用

自制光路显示器·····	(1)
自制软片光栅·····	(4)
简易平行光源的自制·····	(5)
怎样清洗光学仪器·····	(8)
光学实验用电光源的改进·····	(10)
用白昼幻灯机代替光具盘中的平行光源效果好·····	(11)
自制简易光学学具·····	(11)
借光仪·····	(16)

2 几何光学实验的操作与改进设计

两则用自制装置做的实验·····	(18)
单色光复合成白光的实验改进·····	(20)
巧做“物体的颜色”一节的实验·····	(21)
变色小实验三则·····	(23)
三色板实验的原理及改进·····	(24)
“三原色光混合”简易实验两法·····	(29)
验证光的反射定律的一种简易方法·····	(30)

光的反射与折射实验	(32)
演示光路的一种方法	(33)
简易针孔照相机的制作	(34)
微小平面镜成“像”实验及由此引起的思考	(36)
小孔成像实验的改进	(40)
简易太阳能水泵演示器	(41)
利用阳光进行光学实验效果好	(44)
“光的折射”实验的简易装置	(45)
合成白光的实验	(46)
测定水的折射率的实验改进	(49)
测定玻璃折射率实验的改进	(51)
折射现象的观察和折射定律的验证	(55)
一个光学小实验的改进	(56)
光在不均匀介质中弯曲传播现象的演示	(60)
透明液体折射率的简易测定方法	(63)
简易液体折射计的制作与使用	(65)
自制光的折射实验器	(67)
“测定玻璃的折射率”实验中的几个问题	(68)
测量水的折射率的简易方法	(73)
光的全反射实验	(75)
用弯曲玻璃管演示光的全反射	(76)
对全反射演示实验的改进	(78)
光导纤维传光演示装置的改进	(80)
简单明了的光纤实验	(81)
用声音控制演示光的全反射现象	(83)
对全反射实验的改进	(84)

用玻璃酒瓶作光导实验	(86)
凹透镜焦距的测定方法	(87)
测定凹透镜焦距的两种方法	(91)
“凸透镜成像”实验的改进	(93)
凹透镜焦距的测定	(95)
对有关透镜成像实验的改进	(96)
巧测透镜焦距	(97)

3 物理光学实验的操作与改进设计

物理光学演示实验	(100)
巧用平面镜演示光的色散	(107)
火焰光谱	(108)
“吸收光谱”实验的改进	(109)
红外线演示实验的改进	(112)
红外线演示实验	(114)
自制紫外线光源	(115)
光电效应的佯谬	(116)
光电效应的演示实验及其改进	(118)
光电效应演示实验的改进	(121)
简易光电效应多用演示器	(123)
光电池的土法解决	(125)
一种演示光电效应实验的方法	(127)
“用静电计演示光电效应”实验	(129)
“光的偏振”辅助实验的两点改进	(131)
自制教具——玻璃堆	(133)

巧做“单缝衍射”实验·····	(136)
泊松亮斑的衍射演示实验及照片制作·····	(139)
用螺旋测微器观察光的衍射·····	(141)
双缝干涉实验的改进·····	(142)
用简易方法演示光的干涉与衍射实验·····	(143)
双缝干涉及学生实验·····	(145)

1

光学仪器的改进设计与使用



❁ 自制光路显示器

由于常规演示光路的装置,其显示性和可靠性较差,给演示操作和演示效果带来困难。重庆市第一师范学校刘景惠老师介绍一种自制的光路显示器,与常用的氦氖激光器配合使用,能克服上述缺点,达到演示要求。

① 结 构(如图 1)

显示器为一个直径约 16cm 厚 2cm 的有机玻璃盘状容器,内装可由手柄 K 控制并绕轴 M 旋转的 $10\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 条形平面镀铬反射镜 MN ,容器边沿有注烟小孔 a 、 b , H 为夹持手柄。底盘为边沿标有 360° 的分度盘。

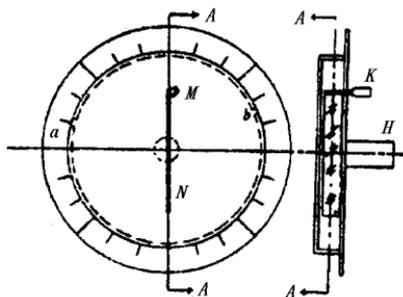


图 1

② 使用

(1) 光的直线传播

由小孔用软管注入烟雾,将平面镜 MN 旋离半径方向,以激光为光源,演示光的直线传播。(如图 2)

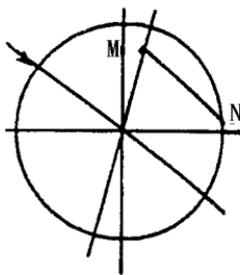


图 2

(2) 光的反射

注入烟雾,将平面镜 MN 旋至直径方向,以激光器为光源演示光的反射及反射定律。(如图 3)

(3) 光的折射

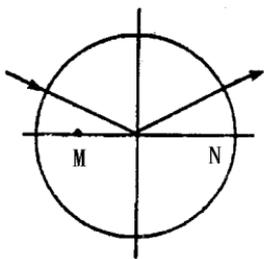


图 3

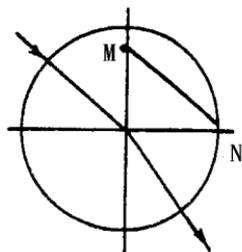


图 4

由小孔注入烟雾和掺有少量牛奶的清水,将平面镜旋离半径方向,以激光器为光源,演示光的折射及折射定律。(如图 4)

(4)光的全反射

由小孔注入烟雾和掺有少量牛奶的清水,将平面镜旋离直径方向,改变入射光路,演示全反射。(如图 5)

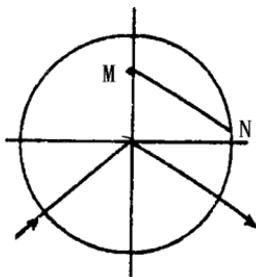


图 5

(5)选择光源调整装

置还可作光的散射和光的色散等演示。

✿ 自制软片光栅

高中、师范和其它中等学校的物理教学,都需要衍射光栅。安徽省徽州师范谢克敬老师用照相法制作了两批不同规格的衍射光栅,操作容易,成本低廉,教师演示和学生实验,效果都很好,今介绍如下。

第一次:

①取一张光洁的白纸(长约 110 厘米、宽约 78 厘米),先用鸭咀笔每隔 4 毫米和 6 毫米分别划细黑线,再用毛笔把 6 毫米间隔涂成黑色,黑白线各 110 条。

②把有黑白线条的纸平正地钉在小黑板上,并把小黑板挂在室外。用 135 型照相机(固定在三脚架上,内装 GB21° 全色胶卷)拍摄。当时,冬天的上午,天空有薄云。我们在 7.22 米、9.35 米、12.81 米等不同远处,分别进行拍摄。底片冲洗凉干后,测得其光栅常数分别为 7.7×10^{-2} 毫米、 6.5×10^{-2} 毫米和 4.6×10^{-2} 毫米。即 130/cm、153/cm、215/cm。

③把摄制的光栅底片,夹持在马粪纸做的框架上,分发给上课的学生,并在讲台上点亮一只直丝灯泡(普通白炽灯泡也可以)。学生坐在座位上,人手一片。拿着光栅,放在眼前,隔着光栅看灯泡钨丝,可以看到 5~6 级鲜艳的彩色条纹。把光栅向眼睛方向倾斜,相当于使光栅变密,则看到条纹的宽度增大。若用红玻璃盖住灯泡,则见明暗相间的红色条纹。

第二次：

①在白纸上画上述黑线是很费时间的。我们又改在长 34 厘米、宽 21 厘米的木板上，包一层黑纸，然后用缝纫机白线、每隔 1 毫米绕捆一道。

②冬天的下午，在阳光下，用装有 BG21° 全色胶卷的 120 型照相机（固定在三脚架上）分别在 1.15 米、2 米和 2.7 米距离，用光圈 11 和速度 1/125 秒正面拍摄。底片冲洗出来，加上马粪纸框架，即成光栅。由于黑白比例已从上次的 1.5 提高到 10，光栅的透光性较好。用游标卡尺测出光栅总宽度，除以白线条数，即得光栅常数，如 13×10^2 毫米 $\sim 5.7 \times 10^{-2}$ 毫米，或 76/cm ~ 174 /厘米。

③让氦氖激光器发出的红色激光，通过自制的光栅，就能在较远的光屏（或白墙）上显示出 5~7 个衍射点，供全班学生观察。若用不同常数的光栅演示，可测知衍射点的距离是不相等的：光栅越密，衍射点间的距离越大。用强白光束进行类似实验，效果也好。

❁ 简易平行光源的自制

平行光源是几何光学实验中经常要用的光源，除太阳平行光外，一般难人为获之，利用激光技术产生平行光虽很理想，但激光器的价格昂贵。广西柳州铁路二中肖毅老师介绍了一种自制的简易平行光源。

① 该装置的构造与制作

该简易平行光源构造的俯视图如图 1 所示。它包括 P、Q 两部分、P 部分是只能透射出三束(或五束)光线的凸透镜，Q 部分是取掉了玻璃片和电镀反光镜的手电筒。

P 部分的制作方法：从无色透明的可乐瓶体上剪取图 2

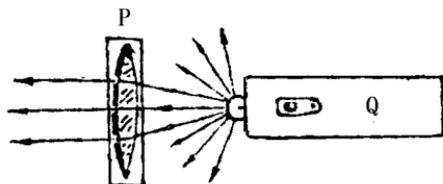


图 1

所示的两块薄片，其两侧直线边必须取在瓶体母线方向上，长度取 3.5 厘米，上下两弧线边与两侧直线边垂直，弧线边的跨长，一块取 4 厘米，另一块取 4.4 厘米。在 4.4 厘米跨长这块的两直线边旁 0.2 厘米(图中虚线处)，向薄片弯曲的方向折出约 20° 的角，再将 4 厘米跨长的薄片的两直线边各插进一折角内，并用“502 瞬间胶”密封粘接好接头，这样两块薄片便围成图 3 所示的上部的框，图 3 的底板是块不透水的薄板，长 5 厘米，宽 1.5 厘米，底板与上部透明框的连接，亦是用胶密封粘接的，待粘胶干后，向透明框内注入清水，它就成了简易凸透镜。图 4 所示是压平坦后的牙膏皮剪成的三缝(或五缝)板，它长 4.8 厘米，高 3.5 厘米，这高度与凸透镜薄片等同，所开的三条(或五条)窄缝缝宽各 1 毫米，缝长 2.5 厘米，缝间距离 1 厘米(五条的取 0.7 厘米)。把剪制好的牙膏皮紧靠在凸



图 2



图 3

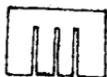


图 4

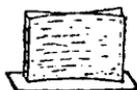


图 5

透镜的一面上, 组装时, 窄缝的开口应朝下, 且让中窄缝在凸透镜中线位置, 然后小心地将牙膏皮两侧推压打折, 使之包在凸透镜的两边角。

② 调制平行光

将只能透射出三束(或五束)光线的凸透镜 P (内盛有清水) 置放于水平桌面上, 把一只已取掉了玻璃片和电镀反光镜的手电筒 Q (如图 1 所示) 正对着 P 放置, 打开手电筒开关, 小灯泡发光, 这时能看到有三束(或五束)通过凸透镜折射的光线穿过窄缝, 清晰地映射在桌面上。若这几束光线不平行时, 则移动 Q 到 P 的距离, 至使它们达到良好平行为止, 这时小灯泡灯丝就在凸透镜焦点位置(焦距约 7 厘米)。同样, 用可乐瓶做图 5 所示的凹透镜。

该装置取材容易, 制作简单, 在稍暗的环境里实验效果明显。如将剪制好的牙膏皮紧贴装在图 5 所示的凹透镜上, 可演示发散光路。

✿ 怎样清洗光学仪器

在清理,保养各类仪器时,要数光学仪器较难保养和清洗了。怎样清洗才算合理呢?江苏省大丰县洋心洼实验中心肖红昌老师介绍的做法是:

① 清洗液的配制

一般可采用无水酒精或无水乙醚或是酒精与乙醚以 1 : 3 至 1 : 5 的比例混合液,以及二甲苯等等。

② 擦洗棉的准备

擦洗用脱脂棉:宜用特级长纤维棉,或是纤维较长的医药用脱脂棉,用纱布分小包将它们卷好,放在广口瓶中,再加乙醚,浸泡六至八个小时,然后取出待干后备用。

③ 清洗

清洗方法应视不同的光件分为两种:第一种是棱镜和透镜的清洗方法。这类光件的表面通常镀有氟化镁增透膜层;有的透镜是胶合的;而有的透镜的一面是涂银的。在清洗它们时,切不可将它们放入清洗液中浸泡。实践和理论表明,若浸泡了易使透镜脱胶、或使镜面增透膜层和棱镜银面剥掉。另外棱镜和透镜上如有灰尘、油污一般不要将它们从镜框或镜架中拆出,只需将柳木棒(或其它软质木料)头削圆滑,卷上

脱脂棉，蘸上少许混合液，轻轻地在镜面上擦拭几遍，边擦边转动棉球。但不要在镜面上往返擦试。在擦拭的时候，不能让清洗液渗入镜的四周，以及压环的内面，以免腐蚀金属。如果镜面长了霉，可用去霉剂（如 3204 溶液）清洗，擦拭后，如仍有斑痕，可用纯氧化铁粉加入水中，取其沉淀物，涂在麂皮上，用它从镜面的中心向边缘作圆周运动进行擦拭，或用脱脂棉蘸上上述沉淀物，用同样的方法进行擦拭。为了避免镜面曲率发生变化，一般只需擦到镜面无霉斑即可，最后用清洗液将氧化铁洗去。

第二种是带刻划线的光件的清洗。带刻划线的光学零件，也要区别对待。有的是直接刻划上色的，有的是照相制版，还有的是有一层保护玻璃胶合在一起的。对于直接刻划的光学零件，擦拭前，要先检查脏物的所在面。若在刻画面，可用干棉签擦拭，当擦不掉时，再用棉签蘸上微量清洗液，沿刻划的垂直方向轻轻擦拭，以免擦掉刻划的颜色，边擦边用放大镜检查，直至擦拭干净为止；若刻划背面也脏，则应将分划板取下擦拭，除用上述方法外，也可用考贝纸，将要擦拭物放在考贝纸上，全面擦拭，考贝纸用清洗液稍微湿润，擦拭后立即将它装复，装后如发现局部污迹，可再作局部清洗，直到合乎要求为止。擦拭带划线的光学仪器时，要用棉签蘸上微量混合液清洗。对于刻划面上胶有保护玻璃的，则在清洗时应防止清洗液渗入胶合层，以免脱胶。

总之，不论用什么方法清洗，一定以不损伤、损坏光件为准，清洗的目的，是为了延长仪器的寿命，提高仪器的使用效率。

✿ 光学实验用电光源的改进

中学光学的演示实验大多数都要在光具盘上做,但由于所用光源一般是低压(8—12V)小灯泡,功率仅为十几瓦特,光线太暗只得在暗室中演示,且可见范围小,效果不佳。

湖南岳阳第五信箱学校刘志坚老师在多年的教学实践中,对光具盘的电光源进行过多方面的改进试验,最终发现利用幻灯机作光源是较为理想的办法。现在一般每一个中学都有幻灯机,所以作如下改进,取材方便,简单易行。

光具盘改用幻灯机作光源,需要改动的只是原电光源筒。具体做法是:1. 取下电光源筒上的集光凸透镜、灯泡和灯座,并测出集光凸透镜的焦距。2. 用薄铁皮或铝皮剪一块直径略小于光筒内径的圆片,并在其中间开一长约3cm、宽为2—3cm的狭缝。3. 将剪好的圆铁片与筒壁垂直地固定在筒内。注意狭缝要水平,圆铁片与集光凸透镜的距离为集光凸透镜的焦距。最后将集光凸透镜装好,改装就完成了。

演示时,调好幻灯机和电光源筒之间的位置,就能得到一束明亮的平行光线。

必须注意,当幻灯光线正好会聚在圆铁片的狭缝中时,效果最佳。

另外,利用幻灯光源做光的干涉、衍射和偏振实验,也能取得很好的效果。

❁ 用白昼幻灯机代替光具盘中的平行光源效果好

湖南宁远县电教馆冯勤顺老师通过教学实践,认为用白昼幻灯机代替光具盘中的平行光源效果好。它具有器材易得,光亮度大,演示光路清晰等优点,是理想的可替代光源。

但使用中应注意:①幻灯机光源要用一厚纸板遮盖,只留一狭长的缝;②调节幻灯机光源使所照亮范围为最小;这样光源就比较接近于平行光源;③幻灯机的光线与光具盘要构成略小于 180° 的夹角;④圆形光盘、矩形光盘上要轻弹一层薄薄的彩色粉笔粉;⑤适当调整光具盘的高度。

❁ 自制简易光学学具

随着教学改革的逐步深化,课堂教学中除注重正确传授理论知识外,还应特别注重学生动手能力的培养。天津市咸水沽第一中学孙丞亮、刘钢、孙洪亮老师参照八年级物理新教材和高中物理必修教材中的几何光学部分“凸透镜成像规律及其应用”的内容,制作了这套简易的光学学具,让学生在课堂上手、脑并用来完成几何光学部分的学习。

① 学具的主要组成部分

(1) 自制简易光具座如图 1 所示, 为了便于存放该光具座可拆成三部分, 各部分之间通过铁叶与穿心钉相连(如图 2)。

(2) 点光源(图 5), 图中① 铝壳。② 灯丝接近点状的 12V5W 小灯泡。③ 固定灯泡的支架, 支柱为铁螺丝。④ 底座为钉在板上的橡胶塞。

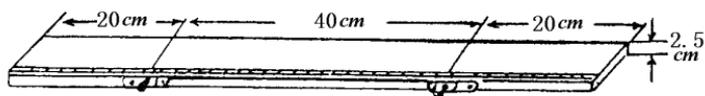


图 1

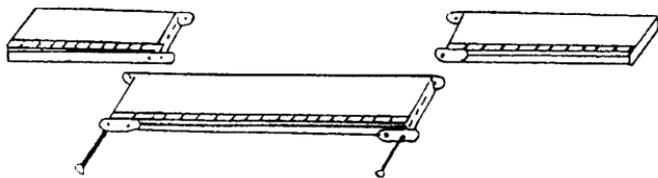


图 2

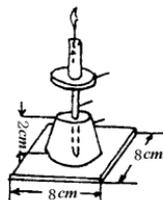


图 3

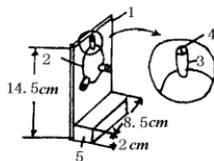


图 4

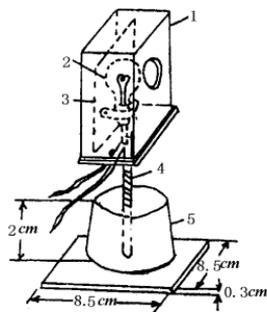


图 5