

光 学 趣 谈

魏凤文 乔际平 编

北京师范大学出版社

1983年

光 学 趣 谈

魏凤文 乔际平 编

*

北京师范大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

西安新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：5.125 字数：104千

1983年11月第1版 1983年11月第1次印刷

印数：1—16,000

统一书号：7243·155 定价：0.47元

前 言

本书以当前中学物理教材中的几何光学和物理光学的基本概念与基本规律为依据，广泛地联系了日常生活和自然界中的种种光学现象，共选择了近八十个小题目，数十个家庭小实验，按照光的直线传播与光速，光的反射，光的折射，光的干涉和衍射，光的偏振现象，光的散射，不可见光，光学仪器，眼睛与视觉，发光与颜色等九个方面编排而成。本书力求有一定的趣味性，在用幽默的小故事引导学生观察各种光学现象的同时，保持了一定的理论系统，以便更好地配合中学物理的课堂学习，从而培养学生善于运用所学的基本物理概念与规律去解释自然现象的习惯，以加深对物理基础知识的理解和掌握。本书是为中学生提供的一本课外读物，也可供中学物理教师教学时参考。

本书蒙张国栋同志审阅并提出了不少很好的意见，何崇义同志绘制了插图，在此一并致以谢意。并恳望广大读者对错漏之处给予批评指正。

编 者

一九八三年四月

目 录

光的直线传播与光速	(1)
光的行踪.....	(1)
神奇的小孔.....	(3)
从皇帝的影子到无影灯.....	(5)
影子的妙用.....	(6)
“天狗吃太阳”和“蛤蟆吃月亮”.....	(9)
最快的信使.....	(12)
为什么用光年做单位.....	(13)
巧测光速.....	(14)
光的反射	(18)
他们上当了.....	(18)
潜艇的眼睛.....	(21)
人造月亮.....	(23)
湖光月影.....	(24)
魔镜的秘密.....	(25)
遨游月球的角反射器.....	(28)
哈哈镜中的尊容.....	(29)
阿基米德的秘密武器.....	(31)
瑞光灯.....	(34)
光的折射	(35)
古玩的神秘.....	(35)

懂得折射规律的射水鱼·····	(37)
闪烁不定的星·····	(38)
鱼眼里的世界·····	(40)
空中的彩桥·····	(42)
神秘的幻景——海市蜃楼·····	(47)
峨嵋宝光和布劳甘幽灵·····	(51)
能同时看到三个太阳吗? ·····	(54)
四方形太阳·····	(57)
闪银光的露珠·····	(59)
光线是怎么拐弯的·····	(60)
内窥镜·····	(63)
奇妙的“光话”·····	(64)
焦点的故事·····	(65)
光的干涉和衍射 ·····	(68)
薄膜为什么是彩色·····	(68)
忠实的门卫·····	(69)
意想不到的发现·····	(71)
狭缝中观景·····	(74)
色彩绚丽的贝壳·····	(76)
谁使它们穿上美丽的衣裳·····	(77)
巧妙的分光·····	(78)
光的偏振现象 ·····	(81)
有趣的冰洲石·····	(81)
神奇的偏振片·····	(82)
害人的眩光·····	(84)
立体电影·····	(86)

奇异的斑马纹·····	(88)
光的散射 ·····	(90)
天空的颜色·····	(90)
为探索天空而献身的人·····	(92)
朝阳红与夕阳红·····	(94)
黄风天与雾灯·····	(95)
不可见光线 ·····	(97)
看不见的助手·····	(97)
响尾蛇的启示·····	(99)
窥视黑暗的“火眼金睛”·····	(101)
古画的再现·····	(103)
光学仪器、眼睛与视觉 ·····	(105)
显微镜史话·····	(105)
望远镜的由来与发展·····	(107)
达格尔和照相机·····	(110)
眼睛——活的照相机·····	(112)
是倒立，还是正立·····	(115)
眼睛的适应能力·····	(117)
昆虫的复眼·····	(119)
鱼眼·····	(120)
难倒了圣人·····	(122)
错觉视觉·····	(124)
立体视觉·····	(125)
视觉暂留·····	(127)
发光与颜色 ·····	(130)
太阳的光和热·····	(130)

流萤小技.....	(133)
荧光.....	(134)
激光器.....	(137)
奇妙的全息照相.....	(140)
物体的颜色.....	(143)
人眼的彩色视觉.....	(144)
互补色与滤色镜.....	(147)
颜料色.....	(150)
无色、白色、灰色和黑色.....	(152)

光的直线传播与光速

光的行踪

提起光来，你不会感到陌生，因为你每日、每时都生活在光的世界之中。比如你坐在教室里，光从窗外投射进来，照到同学们的脸上、身上、桌椅上、黑板上和墙上，然后又从这些物体反射到其它的物体上，光线就是这样来来去去。假若你一时异想天开，既使想把一束光的行踪全部描绘出来，你不停地画，从小画到老，画白了头发也不能把它们全部画完，可见光线的行踪是多么复杂了。但是，不管光的行踪怎样千变万化，它总是遵守着一定的规律，其中最基本的规律之一就是光沿直线传播。

俗话说“一叶障目，不见泰山”，这句成语就道破了光的直线传播规律。光线要是不沿直线传播而任意拐弯的话，眼前的一片小小的叶子怎么能把来自泰山这样庞然大物的光线挡住呢？

你参加过植树劳动吗？怎样才能把一排树种得笔直呢？你先眯起一只眼，用另一只眼睛



顺着正在种的树向前面种好的树瞄去，如果眼前的树把前面的树挡住了，那么这棵树就和前面的树排在一条直线上了。这里就应用了光的直线传播原理，这种方法还用在举枪瞄准，排队看齐等其它的例子上。

最早发现光沿直线传播的是我国春秋战国时期的墨翟（墨子），在他闻名的著作《墨经》中，这样记述：光线好比射出来的箭，沿直线飞行。更为使人钦佩的是，他不但成功地发现了这条规律，还进一步用小孔成像的实验来加以证明，并对这个实验做了精辟的解释。欧洲的亚里士多德发现光的直线传播规律比墨子晚一百多年。

你有没有想过这样的事？假若光线不沿着直线传播，它们任意拐弯会发生什么情况呢？你眼中看到的世界将变成什么样子了呢？如果你正在教室里上课，桌椅、黑板和同学们都在原来的地方，因为光线可以任意拐弯，你看到的每样东西都变了形，离开了原来的位置。甲同学的鼻子可能跑到乙同学的眼睛上，桌子脚飞上了天花板，你从来不曾见过的自己的后脑勺跑到了你的眼前，黑板似乎裂成了许多碎块……。形形色色的碎片胡乱地搅混在一起，使你根本无法分辨任何一个完整的形体。更为使你惊讶的是，教室内外的界限也消失了，来自外面的光线弯弯曲曲地钻进教室，这将是一幅多么可怕的景象呀！不过，请你不要害怕，因为从来没有发生过，也不会发生这样的事。可见，你能看到眼前这个有秩序的世界形



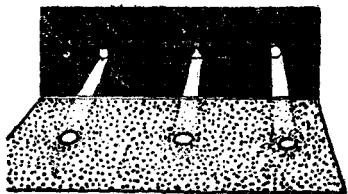
自己的后脑勺跑到了你的眼前，黑板似乎裂成了许多碎块……。形形色色的碎片胡乱地搅混在一起，使你根本无法分辨任何一个完整的形体。更为使你惊讶的是，教室内外的界限也消失了，来自外面的光线弯弯曲曲地钻进教室，这将是一幅多么可怕的景象呀！不过，请你不要害怕，因为从来没有发生过，也不会发生这样的事。可见，你能看到眼前这个有秩序的世界形

象，真多亏光沿直线传播呢！

神奇的小孔

利用三块硬纸板，可以做一个有趣的实验。在每块硬板的中心，挖一个小洞，一个是圆的，一个是三角形，一个是方形。这三个小洞的面积都在5平方毫米左右。先把带有圆孔的板放在太阳光下，观察纸板的影子，你会看到阳光在地面上投射出一个亮圆斑。你也许会觉得这是很自然的事。因为小孔是圆形的，所以它的

影子也是圆形的。但当小孔是三角形、方形的时候又如何呢？继续实验会使你惊讶在三角形、方形孔后，地上的亮斑还是圆的。如果你再

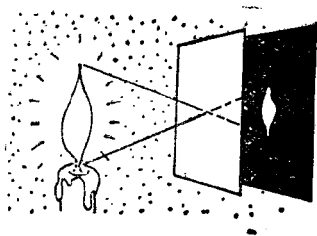
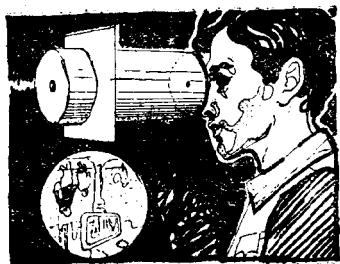


取几块纸板，把小孔挖成五角形、六边形等各种形状，只要这些小孔不很大，地面上的亮斑都是圆形的。这个亮斑似乎很固执，它并不理会小孔的形状，一律呈现圆形。这是什么道理呢？原来，纸板下的圆斑并不是小孔的影子，而是太阳的像。

炎热的夏天，如果你在大树下乘凉，强烈的太阳光从树顶上投射下来，它们透过浓密的树叶，在地上形成一片树影。仔细观察这片树影，你会发现，找不到任何一片树叶的影子，却只有一些圆形的光斑。光斑随着树叶的晃动时隐时现，这些光怪陆离的圆形光斑，正是太阳的像，它们是阳光经过树叶的缝隙形成的。这种现象叫小孔成像。

利用一个纸盒子，如盛中药丸的圆纸筒，就可以做一个

有趣的实验。先在筒盖的中心挖一个手指粗细的圆洞，再用一张描图纸蒙在筒的口上，然后套上盒盖子。在筒的另一个底面的正中心处，用锥子扎一个小孔，直径大约3毫米，这



就做成了一个小孔投影器。利用它可以观察小孔成像。

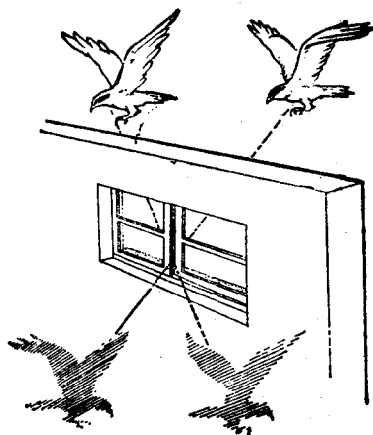
当把小孔对准室外阳光比较充足的地方，另一端朝向室内，从圆洞中你会看到，毛屏（即描图纸上）出现了一个彩色的画面，那是一个缩小的倒立的户外景色。如果你把小孔对准一支点燃的蜡烛，在毛屏上就会出现一支亮的火焰形象。这个像不但倒立，而且左右也是颠倒的。

在公元前五世纪，墨翟就做了这个实验，他还利用光的直线传播规律成功地解释了这个现象。在《墨经》中他这样写道：“景倒，在午有端”“景光之人照若射。下者之人也高，高者之人也下。足蔽下光，故成景于上；首蔽上光，故成景于下。……”意思是说，光线就象射出去的箭一样，通过小孔，人脚上的光成像在上面，而人头上的光，成像在下面，所以成一个倒像。小孔成像是光直线传播规律的又一个有力的证明。北宋时期的沈括，也对小孔成像做了精彩的记录。他在《梦溪笔谈》中记叙了这样一个有趣的现象。有一天，一只老鹰在天空飞翔，老鹰的影子透过窗户的缝隙投射

在屋里的墙上，老鹰从东飞到西，而影子却从西移向东，这就是小孔成像的左右互易性。

利用这个原理，可以自制一台针孔照相机。事先将感光片贴在一个封闭的纸盒内，（注意这要在暗室内进行）然后把纸盒固定在你要拍的景物前，在感光片面对的盒壁中心，用锥子刺一个直径约为1毫米的圆孔，使

小圆孔对准要拍的景物，掌握一定的曝光时间，也可以拍出比较满意的照片来。这种没有镜头的针孔照相机曾一度在中世纪的欧洲相当流行呢。不过，如果你想用这台照相机给自己照个相的话，由于小孔透过的光线太弱，需要很长的感光时间，你必须一动不动地在这台相机前坐上长长一段时间才行呢。



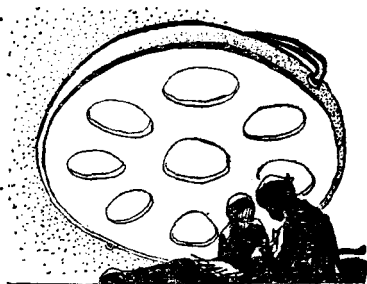
从皇帝的影子到无影灯

世界上的皇帝常常有各种各样的怪脾气。传说有这么一个皇帝偏偏特别讨厌自己的影子，他不喜欢影子尾随着自己，一心要把它消灭掉。于是，到处贴出了告示，花重金招募能消灭影子的人。有一天，一个聪明人说可以办到。皇帝非常高兴，就把他招进宫来。这个人在皇宫里大厅的四周摆了八百一十支蜡烛，每支蜡烛足有茶碗口粗细，点燃的蜡烛把大厅照得通明，光线从四面八方均匀地照向大厅的中心。

人们把蒙上了眼睛的皇帝抬到了大厅的中央，聪明人装神弄鬼地念了一段《光明经》，等皇帝睁开了眼睛，影子果然不翼而飞了。他心中大悦，赏给这个聪明人一大笔钱。

你当然会很清楚，皇帝的影子决不是被聪明人的法术赶跑的。如果点一支蜡烛，你的身后会出现一条影子，如果在影子里再点上一支蜡烛，由于背景变亮，你的影子就淡多了。如果你周围点上许许多多的蜡烛，自然影子就消失了。我国的墨子很早就发现了这个原理，他曾说过：“光至景亡”，意思是说，光线到了，影子也就没有了。

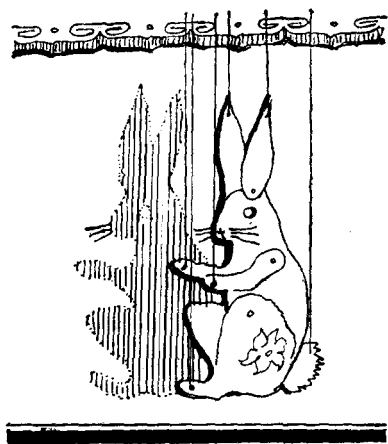
在许多情况下，很有必要消除影子，因为有时影子是有害的。比如医生做手术的时候，影子的出现就会妨碍医生的操作，为了消除手术中的影子，制成了“无影灯”。无影灯是由许多水银灯组成的，它们安装在一个巨大的圆盘形灯座上，各个水银灯从不同的角度照射，影子就消失了。无影灯和聪明人的蜡烛是一样的道理。



影子的妙用

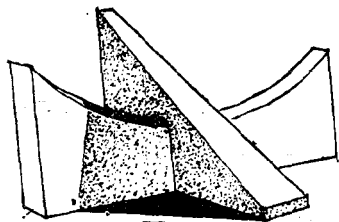
重重叠叠上瑶台，
几度呼童扫不开。
刚被太阳收拾去，
又教明月送将来。

这是我国著名的诗人谢枋得（叠山）的一首诗，它生动、风趣地描写了花的影子。影子有许多妙用，在炎热的夏天，影子可以遮荫；在晚上，利用影子可以做游戏，把你的手摆成各种各样的姿势，在墙上就会映出飞鸟、小狗、鸭子等形象，非常有趣，皮影戏也是这个道理。



利用影子还可以测量距离或物体的高度，比如在月球上，最大的环形山的高度大约有7000公尺，这个数据，最初是由著名的意大利物理学家伽里略利用测量影子的长度得到的。因为测出了月亮环形山影子的长度，又知道了太阳相对于地球和月亮的位置，自然可以计算出环形山的高度。

影子的另一个妙用就是计时。在古时候，人们没有钟表，就是靠太阳光所形成的影子来计时的。人们制造了利用影子的计时工具，这就是日晷。

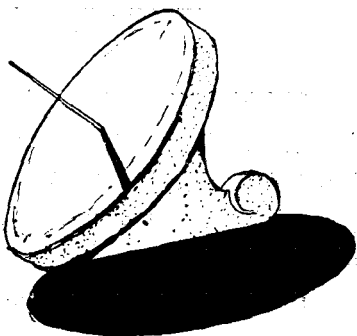


在印度的不少地方，可以发现这样一种奇特的古建筑，建筑的中心是一座巨大的石梯，有的石梯有五十多米高，几百级台阶一直通向顶端。在这座孤零零的石梯下，有一堵倒拱形的墙，它

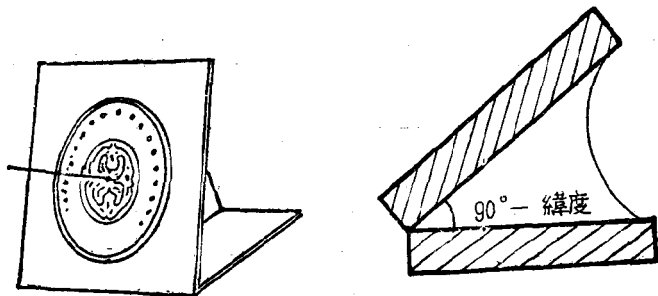
被石梯拦腰斩断分成左右两部分。整个建筑规模很大，但样式十分奇特，最使人不解的是，这种式样的古建筑，在印度许多地方都有。它是什么呢？是庙宇吗？没有拜神的殿堂；是祭坛吗？也不象。为了弄清这些象谜一样的古建筑，许多考古学家花费了很大的精力。最后，还是由一位天文学家找到了答案。他发现，在白天，由于太阳不断地运动，大石梯的影子也在墙头的弧线上运动，根据影子的位置，便能准确地报时。原来，它也是一种当做时钟用的日晷。

在世界各地，有各种各样的日晷，可以利用山顶的巨石做日晷，也可以利用教堂顶楼做日晷。世界上最大的日晷，要算古埃及的奇奥普斯大金字塔了。多少年来古埃及人就是利用观察塔影的远近来计算时间的。

我国的古代也用日晷计时。在北京故宫博物院几个大殿前面还保留着古代的日晷，它是一个直径1至2尺的石



刻圆盘，盘面朝南，与水平面夹一个角度。盘子的正中央直立着一根长针，盘的周围有许多刻度。当太阳光照在这个日晷上，长针的影子就象钟表的指针一样指示时间。



你可以自己动手做一个小小的日晷。用一块适当宽度的长纸板，对折以后一半当底，一半当日晷面并画好刻度，再用另一块硬纸板，剪成上图形状，使其托在对折纸板中间，日晷面与底板构成的三角形的底角角度为 90° 与你所在地区的纬度之差，比如你所在地区纬度是 30° ，那么这个角度就是 60° 。用大头针或其他适当长度的细针，垂直地扎在日晷面中心，这个小日晷就做成了。日晷上的刻度，要根据你所在地区具体情况绘制。

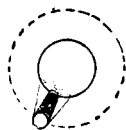
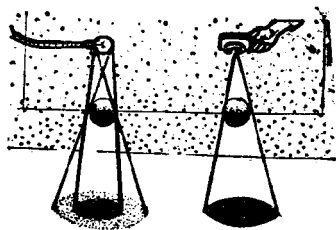
“天狗吃太阳”和“哈蟆吃月亮”

四千多年以前，在我国的一部古书《书经》中，记载了这样一个故事：在一个晴朗的秋天，明亮的太阳悬在高空，一切都很平静。突然，人们发现，太阳象月亮一样缺了一块，象是被一个看不见的“怪物”吞吃了一角，这个怪物似

乎很贪食，它不停地吃，一会儿，好端端的一个太阳只剩了一条，明亮的白天变得昏昏暗暗，鸡狗吓得归了巢，牛猪不安地鸣叫，似乎灾难来临了。为了赶走这个天上的怪物，人们急忙到庙里去打鼓，想用鼓声吓走怪物把太阳拯救出来。这个故事是人类历史上第一次对日食的记载。

传说的“天狗吃太阳”，“哈蟆吃月亮”就是日、月食。它们的发生都是一种光现象。

在晚上，你可以利用灯光观察一个皮球的影子。假若你用的光源很小，比如用蜡烛或小灯泡，皮球在墙上的影子很清晰，它是黑白分明的，如果你的眼睛在影子里，就看不到光源了；如果你用的光源比较大，比如用带灯罩的大灯泡，皮球的影子就不那么黑白分明了。在影子的中心区域是全黑的，叫做本影。在本影的周围，影子逐渐变淡，这个区域叫做半影。你的眼睛若在半影里，就只能看到光源的一部分。



我们都知道，地球绕着太阳旋转，每三百六十五天转一周；月球绕着地球旋转，每二十七天转一周。既然它们都在不停地运动，月亮就有机会转到地球和太阳之间，当它们在一条直线

