

探索未知

光学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

光学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社

喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社, 2006. 8

ISBN 7—5373—1464—0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

光学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7—5373—1464—0 总定价:840.00 元(共 100 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前言

在半年之前,本编辑部曾推出过一套科普丛书,叫做《科学目击者》,读者反应良好。然而,区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中?所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意,于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系,也可以说是父子关系。说它们是姊妹,是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此,同是孕育于科学,同为中国基础科普而诞生。说它们是父子,则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验,让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣,得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲,《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品,那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩,选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

光学现象认识.....	1
古代光学发现.....	1
光源认识.....	5
针孔成像	11
影子的用途	15
日食和月食的秘密	21
哈增的光学贡献	22
镜子与光学	24
蓬莱仙境与沙漠绿洲	34
光学理论发展	41
全反射的发现与运用	41
折射定律与费马原理	48
望远镜与显微镜的诞生	55
白色光的奇异发现	61

奇异的冰洲石的双折射	64
光的干涉、衍射及偏振现象	70
光的干涉原理	77
光本质属性的争论	84



光学现象认识

古代光学发现

远在 3000 年前的殷周时期,我国就磨制出凹面镜与平面镜。人们将凹面镜称为阳燧,用它会聚太阳光取火。用平面镜照人照物,以观其相。在《考工记》中,还曾记载当时人们通过观察火焰颜色判断铜的冶炼进程等等。

春秋战国时期,在诸子百家争鸣中,光学得到了较快的发展。墨翟及其弟子们的著作《墨经》中,记载了大量的光学知识。书中写道:“光之煦人若射。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。”就是说,光照在人身上如同射来的箭一样,是沿直线进行的;光通过小孔将人成像,人的上部成像在



探索未知

下,人的下部成像在上,其结果将人成倒立实像。

《墨经》中还有关于影的记述:“景不徙,说在改为”;“光至景亡;若在,尽古息。”就是说,在某时刻,运动物体的影子是静止的,若人们观察到影子的移动,则是由于物体运动导致的;光若照到了,影子就没有了;观察到的影子的移动,是旧影不断消失,新影不断产生造成的。书中还说:“景二,说在重”;“二光,夹;一光,一。光者,景也。”就是说,一个物体有两个影子,是由于该物体受到了双重光源照射所致。当两个光源照射一个物体时,会有两个半影夹持一个本影;当一个光源照到一个物体时,该物体的影子只有一个;影子的形成是由于光被物体挡住,被挡之处即为物体的影区。

关于凹面镜成像,《墨经》中写道:“鉴洼,景,一小而易,一大而正,说在中之外内。”指明了实物在球心之外时,其像为倒立缩小(实)像,实物在球心之内时,能得正立放大(虚)像。前者是正确的。后者是不严格的,因为实物只有在焦点之内时,凹面镜才能将它成正立放大(虚)像,位置划分在焦点而不在球心。关于凸面镜,书中写道:“鉴团,景一”;“景过正,估短”。说明了凸面镜成像规律,即实物体无论在何处,像只有一个,其位置在镜面



之后,且像较原物体为小。这与我们现在所说的凸面镜将实物永远成正立缩小虚像,且物像分居镜面两侧的结论完全一致。关于平面镜,书中说:“临鉴而立,景倒”;“正鉴,景寡。……鉴、景、当俱就;去亦当俱,俱用背”。具体指明了,人站在镜面上,其像为倒立;平面镜,对一个物体只能成一个像;当人靠近平面镜时,其像随之靠近;人离开平面镜时,其像也随之离开。这些结论都是正确的。

自春秋战国之后,我国的光学发展成就集大成于北宋时期,大科学家沈括的《梦溪笔谈》之中,书中进一步肯定了月光这是由于太阳照射而生,坚持了“月本无光”,“日耀之乃光耳”的科学见解;沈括使“一弹丸,以粉涂其半,侧视之,则粉处如钩;对视之,则正圆。”他通过实验演示了月亮的盈亏现象。书中还写道:“古人铸鉴,鉴大则平;鉴小则凸。凡鉴洼则照人面大,凸则照人面小。小则不能全观人面,故令微凸,收人面令小,则鉴虽小而能纳人面。”这里着重指出了凸面镜有扩大视场的作用。沈括在该书中还指明:“阳燧面洼,以一指迫而照之则正,渐远则无所见,过此遂倒。”这里的“此”,即是我们现在所说的焦点,沈括当时称之为“碍”。这段话的含义是,(实)物在焦



探索未知

点之内时，成正立（放大虚）像，逐渐增大物距，当（实）物恰好位于焦点时，人眼无所见；（实）物位于焦点之外时，则得倒立的实像。

沈括的《梦溪笔谈》中所记载的光学实验，面镜成像规律及光学理论都较《墨经》前进了一大步，这是中华民族在发展光学科学中的光辉篇章。沈括在光学方面的贡献，足以使他跻身于当时的世界科学家之列。

公元前4世纪，古希腊的科学家欧几里德著有《反射光学》一书，书中明确地提出了光的直进性，比较深入地探讨了光的反射现象，并用几何学方法表达了光的反射定律。该书还论述了凹面镜焦点的概念，欧几里德是世界上最早提出光的反射定律的人。

希腊人精心地推敲过视觉产生的理论。毕达哥拉斯、德漠克利特等人认为，视觉是由所见的物体发射出的微粒进入人眼的瞳孔所引起的。显然，这种观点是唯物主义的。然而，恩培多克勒、柏拉图主义者，以及欧几里德却主张奇怪的眼睛发射说，这个学说认为，眼睛发出某种类似触须的东西，一旦这些东西碰到物体，物体就被眼睛看见。这个观点不是把眼睛看成“照相机”，而是看成“雷达”，显然，它是错误的。



古罗马帝国早期，著名科学家克罗狄乌斯·托勒密继承并总结了古希腊的光学知识成果，经过自己的研究和实验，于公元 139 年写下了《光学》一书，书中写道：“可见光可以有两种方式改变路径：一是被反射，即被物体反弹回来，这种物体称为镜子，光线不能穿透；一是在介质中被弯曲（即折射），这时光线能穿透介质，这种介质有一个共同的名称——透明物质，由此可见光能够穿透它们。”

总之，人们在古代研究了光的直进性、光的反射与折射，制造了凹面镜、平面镜等光学元件，为光学的进一步发展奠定了初步的理论和实验基础。这是经典光学的萌芽时期。

光源认识

清晨，一轮红日从东方升起，向大地洒下万道金光，新的一天开始了。太阳这颗巨大而灼热的火球是太阳系里热和光的最主要来源。太阳的表面温度高达 5700°C ，中心温度要达到 $1.5 \times 10^7^{\circ}\text{C}$ 。每天它以光和热的形式



探索未知

向外发出 3.8×10^{30} 卡热量。除太阳之外,金属和碳在高温下也会发光。 800°C 的时候它们就会发出暗红色的光;温度再升高,光变黄色;温度超过 3000°C 时它们就处在“白炽化”状态。我们见到的白炽灯就是利用了这个道理。白炽灯才发明了 100 多年。在此以前火是人造光源的惟一形式。人类在旧石器时代的中、晚期就知道用打击石头的方法来取火,后来又发明了摩擦、钻木等取火方法。据《周礼》记载我们的祖先外出狩猎或打仗,总要“左佩金燧……右佩木燧”,金燧是一个像酒盅模样的凹面镜,对日聚光可以点燃火绒。而木燧就是钻木取火的工具。可见古代人对保存火种是很重视的。为了能取得明亮而持久的光源,我国古代有“神农作油,轩辕作灯,唐尧作桺,成汤作蜡烛”的传说。虽然不可靠,但燃烧某些含碳氢或烃类物较多的油类或木材来作光源是有书为证,有物为据的。《周礼》一书中介绍古代火炬是“以苇为中心,以布缠之,饴蜜灌之,若今蜡烛。”《三秦记》曰:“秦始皇墓中燃烧鲸鱼膏为灯。”现已出土的秦汉时期的古灯具也大多是直接燃烧液态油类为光源。汉代巧匠丁缓发明了一种常满灯,会自己添油使灯火不熄。早年出土的西汉“长信宫灯”,它造型生动,设计精巧,不仅灯座、盘罩都



能拆卸还可以通过合开灯罩来调节光的照度，油燃烧时产生的烟雾则通过宫女的空心右臂作为烟道，暂存在体腔内以保持房间里的空气清洁，是件融科学与艺术于一体的无价之宝。

世界上除热光源之外，还有一类温度不高但也能发光的物体，称作“冷光源”。萤火虫就是一种冷光源。夜间我们可以在野外看到它们，尾部一闪一闪地发光，十分有趣。雄虫 5~6 秒闪一次、雌虫 2~3 秒闪一次，这是它们在说悄悄话呢，雌虫选中了对象发出白绿色的光，两虫相遇后便熄灯安息。科学家说萤火虫的腹部长有发光器，它在呼吸的时候，发光器上的荧光酶受到催化与氧化合而闪闪发光。美丽的荧光人见人爱，墨西哥的妇女用蒹纱装着萤火虫插在头发上，显得珠光宝气。西印度群岛上的小孩把装着萤火虫的透明匣子缚在脚上，走起来不愁脚下看不清路。印度有一种点灯鸟，鸟巢壁厚而粘，光线暗淡，点灯鸟便抓了许多虫来装饰内壁。据《北史》上说风流的隋炀帝对萤火虫也情有独钟，夜里游览时，将捉在袋子里的萤火虫一起放掉，鏐光溢彩、辉遍岩谷。“囊萤夜读”更是个脍炙人口的故事，说的是东晋时代有个叫车胤的少年，家里很穷没钱点灯，夜里没有办法读



探索未知

书，车胤使用薄布缝制了几个小口袋，扑取了许多萤火虫装进去，挂在案头，囊萤夜读。后来车胤成为一个有学问的人，他的故事也成为千古传颂的美谈。无独有偶，古代目不识丁的渔民也像车胤那样抓萤火虫来做光源，他们是把萤火虫装进洗干净的猪膀胱里，原来猪膀胱柔薄如纸，吹了气里面装了许多萤火虫再把口扎紧就像是一盏小灯笼。渔民把这样的小灯笼挂在水下的网口上，由于鱼都有趋光的习性，见到光亮便争相游来，鱼贯地钻入网中。

水中有不少生物也都有发光的本领。众所周知乌贼鱼每当遭遇敌害时便会放出一团墨汁，来蒙蔽敌害的视线。殊不知它还有一手，在四周漆黑的深海里放墨汁是无济于事的。这时乌贼会从墨囊里喷出另一种液体，这种液体喷出后会形成一团发光的“火球”，把来敌吓得一大跳，它便趁机逃之夭夭。乌贼的这种“发光弹”温度不高，也是一种冷光源。深水里还有一种会发光的生物叫光脸鲷，在它的器官中生存着 100 亿个会发光的细菌，这些细菌消耗鱼的血液和氧气，同时把化学能转变成光能，光的强度能使离它 2 米的潜水员看清楚手表上的数字。故潜水员常常抓了它放进透明的塑料袋里当做手电筒。



据生物学家统计,已知的会发光的生物计有 13 门 28 纲,除了上述动物和细菌,还有种类繁多的微生物,它们既能独立生活的,也有以寄生、共生或腐生方式生长在其他生物体上,使本来不会发光的生物也变为能发光的。科学家在实验室里将发光菌注入蛙的脊淋巴囊中,蛙体也大放光明,3~4 天后才逐渐消失。美国科学家正在研究把发光基因移植到植物体内,培育发光植物,并栽在高速公路的两旁来做标记。

此外,有些矿石或岩石也会自行发光。古代的印度人发现山上的一些岩石在暗里发出蓝色的微光,引来了蛇寻食,就称它蛇眼石。事实上是这些岩石里含有硫化砷和碳氢化合物等物质,白天经过阳光的曝晒发生激化,夜里发出美丽的磷光。我国古代对冷光源也早有认识。汉代的人就知道桫木树的皮,浸在水里,水会发出青色的荧光。桫树皮是一种药,叫秦皮。可以治痢疾,内含秦皮甲素和秦皮乙素等荧光物质,至今人们还利用它的这种特性来鉴别秦皮的真假!在国外,则要到 1575 年才有人注意到愈疮木切片的水溶液会有蓝色的光,迟至 1852 年斯托克斯才明确提出“荧光”一词。

磷光是另一种常见的冷光源,它是在人和动物的尸



体腐烂后，体内的磷化物分解还原成液体磷化氢，遇到氧气便自然发光。我国古代争战连年不断，生灵涂炭。所以磷光现象在古书中多有记载，说它“遥望炯炯若燃也。”“着人体便有光，拂拭便分散无数愈甚。有细咤声如炒豆，唯静住良久乃灭。”宋代《湘山野录》还记了这样的事：有人给皇上献了幅画，画面上是头牛，但白天观画和夜晚观画所见迥异：“白天啮草栏外，夜则归卧栏中”。皇上以示群臣，众臣啧啧称奇，但说不出其中的原委。此时，僧人赞宁奏曰：南方海滩上可觅拾到内藏了珍珠的大蛤，蛤壳里有“余泪数滴者，得之和色染物，则昼隐而夜显”。原来是画家用普通的颜料画了栏外的牛，再用含荧光物质的颜料画栏内的牛，所以显示出这种奇特的效果。又如南宋周辉在《清波杂志》也记载了一个类似的故事：画家元晖精于临摹。一次他从某人处借来一幅画，元晖临了一幅还给藏主，把原件留了下来。几天后，藏主来讨还真迹。说原画牛的眼睛中有一个牧童的影子，还件却没有此影，可见是件赝品。看来这牛眼中的牧童影也是利用掺有荧光物质的颜料画成的，一到暗处就会显示出来了。这种画古代称为“术画”。一般都私相传授，鲜为人知。英国人约翰·坎顿在1768年发明用煅牡蛎壳和琉璜粉