



光学世界

胡延华



人民出版社

光 学 世 界

胡 延 华

宁 夏 人 民 出 版 社

光 学 世 界

胡延华

※

宁夏人民出版社出版

(银川市解放西街161号)

宁夏新华书店发行

宁夏新华印刷一厂印刷

※

开本：787×1092 1/32 印张：4.375 字数：90千 插页：2

1980年4月第1版第1次印刷

印数：1—8,500册

书号：13157·10 定价：0.41元

内 容 提 要

本书通过浅显的事例、有趣的情节，形象地介绍了光的发生和本性、光的传播规律、光跟物体的相互作用，以及光在天文、国防、科研、工农业、医药、通讯、遥感等方面的应用，是一本内容充实、语言通俗的科普读物，可作为光的入学向导，适于中学生和爱好科学的工农兵和青少年阅读。

目 录

一、谁打开光学世界的大门.....	(1)
二、光源种种.....	(5)
热发光.....	(6)
冷光.....	(8)
生物发光.....	(9)
人体发光.....	(11)
三、光的干涉.....	(13)
投进湖里的两颗石子.....	(13)
肥皂泡的幻影.....	(14)
光干涉的应用.....	(16)
四、光的衍射.....	(18)
光能绕梁吗.....	(18)
月晕的启示.....	(20)
光衍射的应用.....	(21)
五、光的色散.....	(25)
光色的秘密.....	(25)
从彩虹说起.....	(27)
物体的颜色.....	(29)
六、光线的弯曲.....	(34)
有趣的实验.....	(34)
海市蜃楼.....	(35)

预言的胜利·····	(37)
七、光的速度·····	(39)
在求光速的路上·····	(39)
冠军是谁·····	(40)
八、光的视野·····	(43)
眼睛的局限性·····	(43)
管中窥天·····	(44)
望远镜·····	(45)
射电望远镜·····	(48)
放大镜·····	(51)
光学显微镜·····	(52)
电子显微镜·····	(53)
九、光谱·····	(56)
星星的身分证·····	(57)
星星的动向·····	(61)
神奇的眼力·····	(63)
十、太阳——理想的能源·····	(65)
太阳是一个巨大的能源宝库·····	(65)
绿色的能源·····	(67)
光热转换·····	(69)
光电转换·····	(72)
十一、激光——人造强光源·····	(75)
金光圣母·····	(75)
分离同位素·····	(76)
加工·····	(78)
采矿·····	(80)

在农业上的应用.....	(81)
十二、“光子医生”	(85)
诊断.....	(86)
治病.....	(90)
细胞手术.....	(92)
展望未来	(93)
十三、光子武器	(95)
从马采尔号传说谈起	(95)
红色哨兵	(96)
从电雷达到光雷达	(97)
长眼睛的导弹	(99)
战术激光武器	(100)
激光引发核聚变	(102)
激光——空间英雄.....	(103)
反激光武器	(104)
光子围墙	(105)
十四、光尺子.....	(106)
光年——度量宇宙的尺.....	(106)
神尺子	(108)
闪光观测仪	(108)
十五、光纤通讯	(110)
从烽火台到卫星传真	(110)
由电线所想到的	(111)
光在光纤维中的传播	(114)
光纤通讯的优点	(115)
展望前景	(117)

十六、光波遥感	(119)
遥感	(119)
探测技术的应用	(123)
展望未来	(126)
十七、光子时代	(127)
上天的路	(128)
超光速粒子	(129)
“黑洞”——光子的“牢笼” ..	(130)
光子时代	(134)



一、谁打开光学 世界的大门

光，给人以光明；光，给人以温暖；光，给万物以生机……每当人们想到光的时候，内心总是充满着激情。因为光象征着美好，象征着幸福，象征着未来；而黑暗则象征着阴森和恐怖。谁一旦离开了光，谁就是在走向死亡。所以，不但人每时每刻离不开光，就连世界上的一切生物也都每时每刻离不开光。人们常说万物生长靠太阳，一点也不夸大。

谁不愿意为光唱一曲赞歌，谁不想沐浴在和煦、温柔的阳光之中？

可是，朋友当你在这美好的阳光中学习、工作的时候；当你在柔和的灯光下散步的时候；当你在彩色电视机荧光屏上观看用“光笔”描绘的人世间壮丽美景

的时候；当你通过光纤电话与千里之外的亲人“面对面”谈心的时候；当你伴随着篝火的跃动光芒翩翩起舞的时候。你可曾回顾过：人类的祖先为取得光能而走过的漫长道路吗？

如果你没有的话，那么，请你放开你的思想缰绳吧……

记得那还是在很久很久以前，大约是距今五六十万年前的远古时代，我们的祖先为了驱赶严寒和防止猛兽的袭击，千方百计地保留着偶然得到的一点点火种——这火种是无私的太阳把光能通过辐射的形式传给地球上的植物，而植物又通过燃烧变成火，再把光能释放出来。那时的人类还不会把隐藏在蒿草、树木、煤炭、石油中的光能呼唤出来，只好等待大自然的恩赐。每当大自然暴怒的时候，才会丢下一点点光能（火种）。在那黑云低垂，暴雨滂沱，雷声滚滚的雨天里，人们冒雨监视着四周，当震雷劈倒树木，闪电点着朽木的时候，人们拚命奔上去，抢夺一点点火种；当一道蓝光闪过，大地震裂，山洞倒塌，火山爆发，岩浆外泄的时候，人们冒着生命危险，去抢夺由于滚烫的岩浆点燃的一点点火种。

到了距今大约两三万年前的上古时候，人们利用光能的本领才逐渐提高。相传燧人氏发明了钻木取火，第一次学会了用人工的方法把隐藏在木材里的光能提取出来。在摆脱大自然束缚方面，这是一个很了不起的进步。

到了距今大约3,000多年前，我们的祖先在利用光能的路上又向前跨出了一步。他们利用光学原理发明了用阳燧取火的方法，揭开了人类利用太阳能的新篇章。阳燧是用铜锡各半的合金铸造而成。它象一面圆形的小铜镜，有一个非常光滑的凹球面，可以将太阳射来的光线反射会聚成一个焦

点。取火时,把阳燧的凹面对着太阳,将干燥的艾绒放在焦点处,一会儿艾绒就被点着了。西方国家直到公元1300年初才有金属磨制的凹镜,远远落后于我国1600年。

到了距今2300年前,我们的祖先又学会了用凸透镜的原理向日取火。他们把冰削成凸透镜形状,放在阳光下,使主轴和光线平行,形成温度很高的焦点,把点火用的艾绒放在凸透镜的焦点处就可以点燃。虽然冬天的太阳光线不足以把冰晒化,但冰做的凸透镜,因能把光线聚焦,却足以使艾绒起火。那时的人们已经能在寒冷的冬天,向太阳索取光能了,这在人类利用光能的路上又向前迈出了可喜的一步。

从以上这几个小例子中,人们不难发现,我们的祖先为了向大自然索取光能,曾经经历了多少艰难的岁月,洒下了多少辛勤的汗水。今天光学给人类带来的文明和幸福中有着他们巨大的功劳。

我们的祖先在不断地改进向大自然索取光能方法的同时,也逐步地加深了对光学性质的理解和认识。在那只有些简陋仪器、条件极为艰苦的环境中,他们细心观察、记录生活中遇到的光现象,并力求用浅显的道理来解释这些光现象,总结出许多在今天看来仍不失为真知灼见的道理。

例如,在2300多年前,我国古代伟大的学者墨翟,在他所著的《墨经》内就有八条关于光学的记载。其中对阴影、反射、光的直线传播,平面镜、凹镜、凸镜的性质等等,都分别作了论述。那时,墨翟已经认识到,影是怎样形成的。他认为光所照到的地方不能成影,而成影的地方,则是光所照不到的。他说明了光线穿过小孔而仍然按直线传播,造成形象上下倒置、左右对调的原因。他还叙述了人在凹镜焦点之

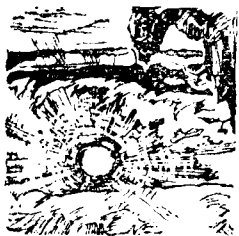
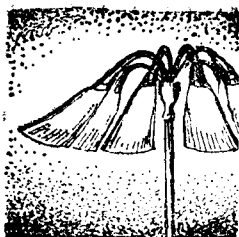
外，可以看到自己缩小而倒立的像；在焦点之内，可以看到自己放大而正立的像的道理。《墨经》里还记载了凸镜的性质，说明凸镜所造成的像只有一种，即物体放在凸镜前的任何位置上，所成的像总是缩小而正立的虚象；只是离镜近时所造成的像大，离镜远时所造成的像小而已。

《墨经》是一部中国最早最完整的光学著作，它比西方国家最早的光学著作——欧几里得的《光学》早100多年。

以后张衡（公元78—139年）发现月的盈亏，以及月食和日食的初步原因。沈括（公元1031—1095年）对光的直线传播和小孔成像做了很多实验，并进行了详细观察。在他晚年所著的《梦溪笔谈》中，就有这样一段记载：一只老鹰在空中飞，它的影子随着老鹰而移动，如果老鹰的影子经过窗纸的小孔而投在室内，则影子的运动方向与老鹰飞的方向相反，老鹰向东飞，则影子向西移，老鹰向西飞，则影子向东移。

在我国历史上对光学作出过杰出贡献的人很多，因为本书不是专门研究光学史的，在这里就不再一一赘述了。

回过头来，人们要问：是谁首先发现了光学世界中的无数珍珠宝玉和无穷能源财富？回答是肯定的。他不是西方神话中的普洛米修斯，而是我们聪明勇敢的祖先，用他们智慧的金钥匙，打开了光学世界的大门。



二、光源种种

晴朗的夜晚，当你仰望深邃的天空，蓝灰色的天幕上，挂满了亮晶晶的星星。

明媚的春天，当你漫步在祖国大地，远处的青峰直插云天，近处的梯田层层叠叠，盛开的桃花引来百鸟，飞流的瀑

布从天而落……。

于是，你会问，是谁给了我们这美好的享受？使人们能够领略大自然的风骚，看到周围的一切景物。

人们很早就一直在寻找这个问题的答案了。远在古希腊的时候，有一些人认为：眼睛所以能识别物体，就象人能触摸物体一样，是从人的眼睛向着被观察的物体伸展着很长的触须，当触须碰到物体后，人才能看到。还有一些人认为：某



些物体在一定条件下所以能发光，那是光射入人们的眼内而引起光的感觉；即使某些不发光的物体，由于吸收光或改变光的传播方向后，而仍能被人们看见。也就是说，人的眼睛能够看到物体，是由于物体发光对人的眼睛引起光感的结果。这后一种认识显然是正确的。

那么，都有什么物体发光呢？归纳起来有热发光、冷发光、生物发光和人体发光。

热 发 光

有很多物体，发光的时候产生热效应，象太阳、星星、星系等自然光源；弧光灯、电灯、日光灯、激光器等人造光源，以及大多数化学反应在发光的时候都能产生热效应，所以都叫热发光，也叫发光体。有些不发光的物体，受到光的照射，能反射出光来，引起眼睛的感觉，我们同样可以看见它。比如白天在室外，我们可以看见受阳光照射的一切东西，象楼房、树木、田野、山岭、河流等；在室内，同样可以看见间接受到阳光照射的各种用具。

对我们居住在地球上的人来说，太阳是最大的光源。每天早晨一轮红日跃出东海，向四面八方喷出万道金光，给大地带来了光明、温暖、欢乐和生机。

太阳为什么能发光？因为在太阳上每时每刻都在进行着链式热核反应。在那里，氢的原子核（氢核）在极高温度下，聚变成更重的核（氦核）。

太阳，是一个巨大的炽热的气体火球。它的直径139万公里，是地球直径的109倍；体积是地球的130万倍，质量是

地球的33万倍。这个巨大的炽热气体火球，温度非常高，表面温度高达6,000度，内部温度高达2—4万度。约为2,000亿个大气压。在极高的温度和巨大压力下，使原子核反应能够不断地进行，同时向四面八方的宇宙空间放射出惊人的能量——每秒钟80亿亿亿卡，这个能量足以在一小时内把4万立方公里的冰融化成水。

地球离开太阳的平均距离约15,000万公里，它接受太阳的总辐射能量的22亿分之1左右，相当于180万亿千瓦。太阳照射到我们地球上的能量如果全部被利用起来，可以发电80亿千瓦，比现在全世界的发电总量还大几万倍。

宇宙中的很多星星、星系，由于它们所处的条件不一样，有的温度接近绝对零度，有的温度比太阳高几万倍，有的处在超高压、超强磁场等特殊物理状态下，所以它们能发出各种波长的光，如从无线电波、红外线、可见光、紫外线、爱克斯射线到伽玛射线。

人们在生活中和生产上经常用的弧光灯、电灯、日光灯、激光器等人造光源，它们在外加能源——电能的作用下，温度很快升高，当热到一定程度时，就能发出白炽光来。

在宇宙中，凡是温度高于绝对零度（即 -273°C ）的一切物体都能发光，象平时人们认为不可能发光的墙壁、地面、车辆等都能发射长波红外线；而高温物体如电熨斗、火炉、油灯等则能发射短波红外线。我们不妨把金属加热，当热到 500°C 时，可发出暗红的光，温度再升高，光色变黄，热到 $1,500^{\circ}\text{C}$ 时，则成白炽光。温度超过 $6,000^{\circ}\text{C}$ 时发出紫外线的比重增加。红外线和紫外线是肉眼看不见的光。

冷 光

自然界中还有一种发光现象，不产生热效应，象荧光、磷光、生物光。

人们都知道，紫外线是肉眼看不见的光，如果让一束紫外线射进酸性的硫酸奎宁溶液中去，奇怪的现象就发生了，原来不发光的溶液也能发出蓝色的光，这种光称为荧光。

是不是只有硫酸奎宁溶液能产生荧光，其它物质能不能呢？

人们又做了一系列实验，用紫外线照射了很多物质发现：如氧化铀的黄玻璃、萤石（氟化钙）、石蜡油、煤油，还有某些如荧光黄、薇红胺、品红等颜料，都能产生荧光。这些能产生荧光的物质，称为荧光物质。

荧光的特点是，当入射光照射时才能产生，入射光停止照射，荧光也就随之熄灭了。

自然界中还有一些固体，平时它不发光，但当它们受到紫外线照射时，就能发出一种暗绿色的光。当入射光停止照射时，这种暗绿色的光并不立即熄灭，而能继续发光，有的甚至能持续发光几个小时，这种光称为磷光。

人们利用磷光的这种特性，做成夜光表和坑道、山洞的指示灯，给人们生活和工作带来了很大的方便。

人们发现能被紫外线激发磷光的物质很多，如钙、钡、锌的氯化物，以及某些金属的硫化物等。

荧光和磷光必须在紫外线激发下才能产生。它们不会象普通的光线那样产生热效应，因此又称为冷光。

冷光的另一种性质是它们的颜色和入射光无关，而是依被照射的物质来决定的。如用日光照射叶绿素的醇溶液时，会激发出红色荧光，照射铀玻璃则呈绿色荧光，照射硫酸奎宁溶液能产生蓝色荧光。

生 物 发 光

以上我们讲的都是无机界的发光现象，再来看看有机界的情形。

人们发现，在北非地方，有一种生长旺盛的树，日夜放光，甚至夜晚人们可以用它来看书读报。起初，人们不了解底细，怀着惴惴不安的心情，叫它“恶魔树”。在我国也生长着一种能发光的树，井冈山上有一种常绿阔叶树，在晴朗的夜晚，能放出明亮的光辉，当地群众叫它做“灯笼树”。这种树的根部能够吸收大量的磷质。我们知道磷的燃点很低，在常温下可以自燃而放出光来，俗称磷火。除了生长着的树木以外，森林的腐根、朽木以及死尸的骨头，每到夜晚也都能发出“青光”、“磷火”。

除了发光的植物以外，有很多动物也能发光。夏夜晴空，银河万里，黑沉沉的大地，田野里萤火虫在飞驰，尾巴上的“闪光灯”忽明忽暗，好象与眨眼的群星媲美。这星星点点的闪光，集中起来还可以办大事。我国古代《晋书·车胤传》记载着：车胤从小喜欢读书，因家贫点不起灯，他就把萤火虫装在纱袋里，用以取光读书。

溪边，纵横交错的丝网，多象一串串夜明珠，那是夜光虫设下的罗网，用来扑捉溪中的小虫。有很多小虫因贪恋这