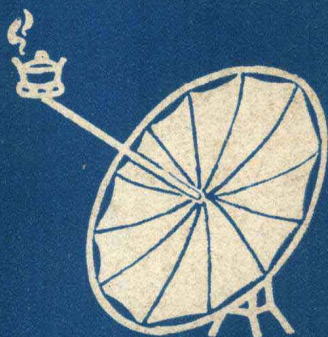
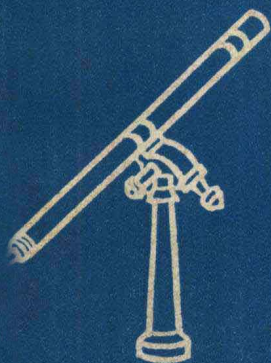


光

尤 异 编



吉 林 人 民 出 版 社

光

尤 异 编

吉 林 人 民 出 版 社

光

尤 异 编

*

吉林人民出版社出版

长春新华印刷厂印刷

吉林省新华书店发行

*

1975年3月第1版 1975年3月第1次印刷

印数: 1—21,000册

书号: 13091·30 定价: 0.30元

内 容 提 要

本书从辩证唯物主义的观点出发，介绍了人类对于光的本性的认识，系统地阐述了有关光的各种知识，同时对自然界中的许多光现象作了理论说明。对最新的科学技术领域——激光的产生及其应用，也做了简要的介绍。内容联系实际，语言通俗易懂，适于中学生课外阅读。也可作为知识青年及工农兵群众的科学普及读物。

插图：姚明德
菲东怀

目 录

引言	(1)
光是一种物质	(3)
1. 光的一般特性	(4)
2. 光的微粒说与光的波动说	(6)
3. 色与波长	(9)
4. 光的干涉与衍射	(11)
5. 光是一种电磁波	(14)
6. 光子	(16)
7. 光物质的波粒二象性	(19)
自然界的光现象	(21)
1. 揭开颜色的秘密	(21)
2. 天空的颜色	(23)
3. 蔚蓝色的海洋	(25)
4. 颜料的混合	(27)
5. 共振的原理	(29)
6. 星光闪动	(30)
7. 海市蜃楼	(32)
8. 空中霓虹	(35)
9. 气象谚语	(37)
光向人类揭示了什么?	(41)
1. 金属的火焰鉴别	(41)
2. 人类发明了分光镜	(42)
3. 分光镜发现了新元素	(45)
4. 星光揭示了天体的成分	(48)

5. 用光谱来分析合金	(49)
6. 透视与工业探伤	(51)
常见的光学仪器	(55)
1. 平面镜与潜望镜	(55)
2. 探照灯的原理	(58)
3. 从透镜到幻灯机、照相机和望远镜	(61)
4. 光学显微镜的作用及限度	(67)
看不见的光线	(73)
1. 紫外线及其应用	(73)
2. 引起热觉的光线	(77)
3. 用光栅来研究光线	(79)
4. 不肯屈折的光线	(81)
5. 光线的“大家庭”	(82)
原子为什么会发光?	(84)
1. 光由原子中的电子运动引起	(84)
2. 原子中的电子应怎样运动?	(86)
3. 氢原子模型及原子发光	(88)
简谈激光	(90)
1. 激光的产生	(91)
2. 红宝石激光器	(94)
3. 激光器的种类	(99)
4. 激光的应用	(102)
结束语	(109)
附录	(111)

引 言

黎明，一轮红日从东方冉冉升起，射出万道霞光，给大地带来了温暖，也带来了光明；夜晚，华灯初上，万家灯火照亮了街道、房屋、矿山、工厂……光，是人类生产生活中不可缺少的东西。

有了光，才可以看见东西，不仅可以看见眼前的一切，而且可以看很远或很小的东西；利用光，人们可以看见距我们亿万光年（一光年约为94600亿公里）远的天体；用了光，人们可以看各种细菌、微生物乃至原子分子的结构。太阳光所发生的光和作用，为人类制造了各种粮食、蔬菜、水果以至于氧气，这些人类赖以生存的必需品。紫外线、X光、 γ 射线或者可以用来消毒杀菌，或者可以用来诊断治疗疾病以及工业探伤。光还可以用来通讯或制造自动控制仪器。光谱分析可以鉴定物质中的各种微量成分。人们广泛地应用着眼镜、照相机、电影放映机、电灯、电视机、经纬仪、测高仪、望远镜、显微镜等各种各样的光学仪器。在工业生产和国防建设上，光学仪器、光学的原理和方法都在被广泛地应用着。激光，这种新的光学技术的发展，给人类的科学和生产技术带来了更加美妙的前景。

美丽的大自然，浓施粉黛，万紫千红，朝晖夕阴，气象万千，也是因为光为它涂抹了五颜六色，这一切都在向人们

暗示着大自然的秘密。

总之，人类的生活、生产劳动和光是不可分割的，因而光是人类最熟悉而又接触最为广泛的东西。

然而，光到底是什么呢？

光是一种物质

光是一种物质，因为它是一种客观存在，对于它的存在可以被人类的器官所察觉。太阳光照到我们身上，便感到温暖；通过我们的眼睛可以感到明亮，并且可以看到周围物体的颜色和形状。不仅如此，光还可以转变为物质的它种形式，例如，可以把光的能量转化为热能、电能或可以把光能变为化学能。在一定条件下，光还可以转化为组成物质的其他基本粒子，如转化为一对正电子和负电子。

以上这些都充分说明了光是一种物质。

有的东西本身会发光(如太阳)，有的东西本身不会发光(如月亮)。本身发光的東西直接就可以被人们看见，本身不发光的東西，只有当光照到它身上，它把光反射或散射时才会被人们看见。月亮被人们看见，就是它反射了太阳光的缘故。

人的视觉是由于有光投入人的眼睛而引起的，没有光进入眼睛里，人就不会看见东西。

因此，光是可以引起视觉的物质。

是不是所有的光都会引起视觉呢？是不是所有的光都可以看得见呢？不是的。太阳光里含有紫外光，红热的炉火中发出红外光，这些光不仅是人眼看不见的，而且对人眼也是有害的。检查身体要用到X光，X光也不能被人眼直接看到。可被人眼看见的光，叫做可见光，可见光只是所有光中的一小部分，大部分光是看不见的。

要问究竟什么是光，还必须先从光的特性说起。光具有哪些特性呢？

1. 光的一般特性

首先，人们注意到光是沿直线前进的。许多人都有意无意地利用着这种特性：当阳光十分耀眼时，人们会用手来遮挡一下。如果光并不沿直线前进，而是会绕一个很大的弯儿，那么手决不能挡住光的去路。瞄准的要领是三点成一直线，这正是因为光沿直线传播的缘故。

在日常生活中，可以常常看到光沿直线传播的现象：透过孔洞射入室内的光线以及不透明的物体在阳光或灯光下留下影子等等。

利用光沿直线传播的性质，可以自制最简单的照相机。

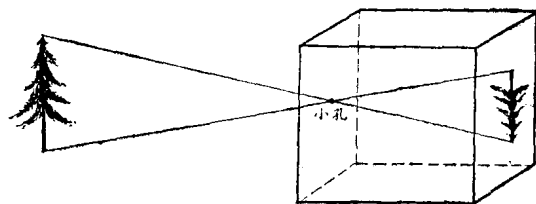


图1 小孔成像

取一只不漏光的纸盒，把照象底片放在里面，再在底板对面的盒壁上刺一个小孔，这样就可以照象。这就是小孔成像(图1)的原理。

光沿直线前进的事实，引起了光线的概念。一个发光体的表面上每一点，都会发出光线来，而光线就在光进行的直线上。

不过应该注意的是，光事实上并不严格地沿直线进行，

从一点的光源(称为点光源)发出的光通过一个小孔时,投到幕上就生成了小孔的象,但这个孔的边缘并不清楚,几何投影以外还有光。这说明,光通过小孔或障碍物的边缘时,并不严格地遵守着直线的路线。光沿直线进行只是高度地近似的。

光的第二个特性是它传播的速度是极快的。它在真空中的速度为每秒三十万公里。以这样的速度绕地球的赤道进行,一秒钟可跑七圈半。

任何物质的速度都不可能超过光速。

光的第三个特性是,光投到一个物体的表面上时,可以发生反射和折射。

把一束光线由空气中射入水面。可以看到经过水面后,这一束光分成了两束:其中一束光在与入射的方向完全对称的方向上回到了空气中,即所谓反射光;另一束则与入射的方向屈折了一个角度而进入水中,即所谓折射光。

光的反射遵从如下的规律:

入射光线与反射光线分居法线(即通过入射点而垂直于反射面的直线)的两侧,且反射角与入射角相等(见图2)。反射线与入射线、法线处于同一平面上。

反射现象是常见的。镜子中的象

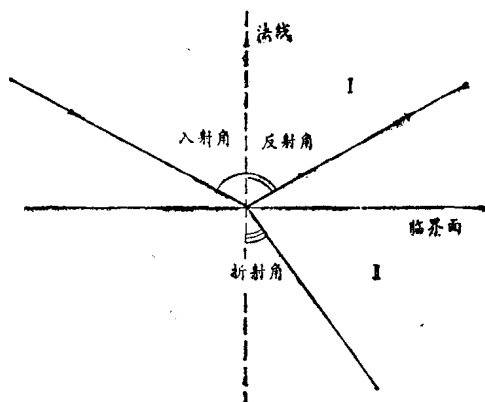


图2 在两种媒质分界面上光线的反射与折射

就是由于反射而形成的。人和象几乎一模一样。但细心地观察就可以看到，象与人并不是全等的，因为象把人的左手变成了右手，右手变成了左手，即左右位置发生了调换。因而象与人只是相似的，或说是相象的，顾名思义叫做“象”。

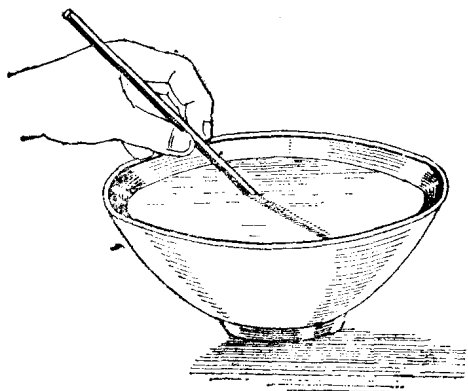


图3 光的折射

折射现象也是常见的。竹筷插入水中，在水面处看来好象被突然折断了(图3)。这就是由于从水面下那部分竹筷上反射出来的光，在透过水面时发生折射，因而所看到的象并不与竹筷完全符合的缘

故(光的折射定律详见附录)。

以上这些特性被称为光的一般特性。

2. 光的微粒说与光的波动说

人们很早以前就开始从光的一般特性出发来探讨光的本性。在十七世纪同时出现了两种对立的学说，即光的微粒说和光的波动说。

光的直线传播和反射现象，使人们自然想起了乒乓球或皮球在球台上的弹性反射，于是在三百多年以前，人们就想象光是由许多这样的弹性微粒组成的，这就是光的微粒学说。

以光的微粒学说来解释折射现象也是很容易的。因为按

照万有引力定律，物体间都存在着相互的吸引力，这种吸引力与相互作用着的两个物体的质量成正比。当光线由稀薄媒质(例如空气)进入稠密媒质(例如水)时，由于两种媒质的密度不同，因而它们对光的微粒的吸引作用就发生差异。由于吸引力大小不同，因而光由一种媒质进入另一媒质时就发生偏折。

在光的微粒说看来，光传播的速度实质上就是微粒流动的速度。它们在真空中运动的速度是每秒三十万公里，而在介质中由于受到阻力，运动的速度就要减小，因而光在介质中传播的速度就要小于每秒三十万公里。

微粒说满意地解释了当时的各种光现象。

与光的微粒说同时，另一些人提出了光的波动学说。他们认为光是一种波动。因为在均匀介质中，波动是以一定的速度传播的；而在不同媒介质的分界面上，波就可以起反射和折射作用。

波动是日常生活中常见的现象。在平静的湖面上投入一枚石子，便激起一圈圈的水波，水波呈圆环形，向外扩张。水波传到哪里，哪里就发生振动。

把绳子的一端握在手中并且上下振动，绳子上便产生了波动。绳上的波动，是由于绳的振动沿绳传播而产生的。如果手周期地振动，则绳上各处都同样地周期地振动。手来回振动一次的时间称为振动的周期；绳上各点振动的周期与手振动的周期是一致的。如果沿绳子的波动传播的速度为 v ，则在一个周期 T 的时间里，某一个振动传过了 $\lambda = vT$ 的距离， λ 就称为波长。在一秒钟内振动的次数称为频率。所以频率 $f = \frac{1}{T}$ ，而 $\lambda = \frac{v}{f}$ 。波在绳子上传播时，曲线的最高处称为波峰，而最低处称为波谷。一个波峰(或波谷)与它最邻近的波

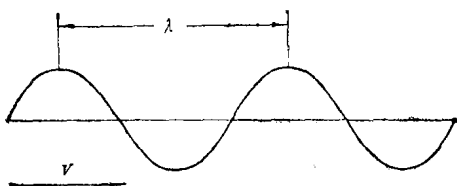


图4 正弦波。相邻两个波峰间的距离为波长
峰(或波谷)之间的距离就是波长(图4)。

光的波动说认为，光从一处传到另一处，就是有光波从一处传到另一处。光波的速度就是光的速度。光有一定的波长和频率。

在真空中光波的速度为每秒三十万公里，在物质中，光波的速度比这要小，因而光的速度也是如此。

在物质中，光波振动的频率并不改变，而光速改变，所以波长也改变。

从一点光源发出的光，在均匀的介质中，在某一时刻所传到的地方连成一个球面。这样的球面不断地随时间扩大。这样的光波是球面波。

离开光源很远的地方，球面波上的一部分可以看作是平面，这部分的光波是平面波。

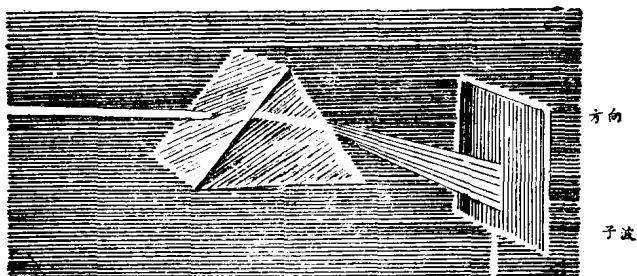
光的波面是与传播方向垂直的，光线就沿着光的传播方向，因而光线与波面垂直。

用了光波的假定，也很好地解释了光的直线传播、光的反射和折射(详见附录)等当时认识到的光现象。但由于机械论的束缚，以及不如微粒说那样直观，因而使光的波动说真正受人重视，还是在十九世纪开始以后，因为只有在这个时间发现的一些新的光学现象是为微粒说难以说明的。

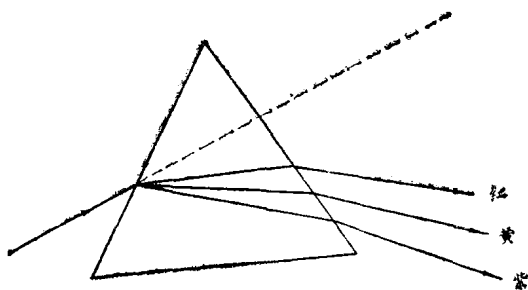
3. 色与波长

给光的微粒说带来第一个麻烦的这就是光的色散现象。

太阳光通过三棱镜后，分散成为红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色的光谱(见图5 甲、乙)。其中红色光偏离原来入



甲



乙

图5 日光通过三棱镜后分散为有颜色的光谱
射的方向小，而紫色光偏离得最多。这就叫作光的色散。

为什么白光通过透明的三棱镜后分化成这样的光谱呢？这无疑地说明了，太阳光并不是一种单色光，而是由各种颜色的光混合而成，而当通过三棱镜时把它们各自散开了。

对此，微粒说应作何种解释呢？

此时必然假定每种颜色的光都由各自的微粒组成，而白光是各种颜色微粒的混合结果。当白光入射三棱镜时，由于玻璃对于各种颜色的微粒的作用力大小不同，因而它们偏折的角度就不同，对紫色微粒的作用最大，因而折射时偏离的角度最大；对红色微粒的作用最小，因而它们偏离的角度也最小。

这样，微粒说解释了色散现象，但是由于对每一种色光都必须引入一种微粒，而且还要假定物质对不同色光的微粒的作用也是不同，这些都未免使人感到太牵强。而波动说此时便无疑地显示了它的优越性，因为它无须作这样复杂的假定，而只要假定各种颜色的光的波长(或频率)不同就可以了。太阳光包含有各种不同波长的光，波长不同的光在三棱镜中折射率不同，因而偏转就不同。

利用色散现象，可以把一个光源的光分化成为光谱，用了光谱可以测定波长。所以色散现象不仅表示光有波动性，而且它可以被用来测定光波的波长。人们已经测得可见光的波长大约是从4000埃到7500埃之间(图6)。一埃等于 10^{-8} 厘米(用符号 $\text{\AA}$ 来表示)，也就是说它的大小只有一厘米的一亿分之一，由此可见光的波长是很小的了。

现在人们已经普遍承认了光具有波动性，光的这一性质

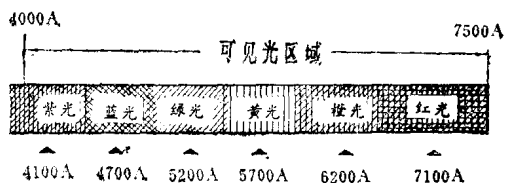


图6 可见光的范围及各种颜色光的分布

的突出标志就是在十九世纪初发现的光的干涉与衍射现象。

4. 光的干涉与衍射

为了说明光的干涉现象，让我们先来了解一下水波的干涉。

在平静的水面中同时投入两个大小相同的石子，这时便会分别以两个石子投入的地方为振动中心，产生了两列水波往外传播开来。当这两列水波相遇时我们发现，有的地方振动加强了，而有的地方振动削弱了。这些加强与削弱是彼此间隔地有规律地分布着的。这就是两列水波发生的干涉现象(图7)。出现这种波的干涉的原因是：在两列波相遇的区域内，由于它们相互叠加在一起，因而在一个波的波峰(振动的最高处)与另一个波的波峰

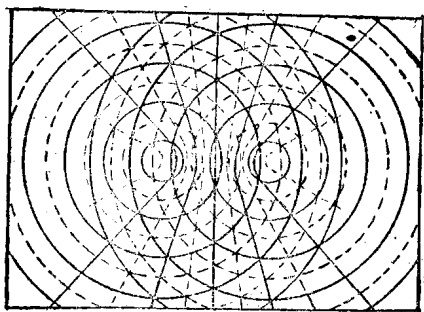


图7 水波的干涉

相遇或是两个波的波谷(振动的最低处)相遇的地方，两个波在那里分别引起的振动都是相同的，叠加的结果便使振动加强了；而在一个波的波峰与另一个波的波谷相遇的地方，两个波在那里各自引起的效果相反，叠加的结果便彼此削弱，甚至会使彼此的振动效果完全抵销，波动便被削弱了。

现在可以来研究光的干涉现象了。

光的干涉现象并不难看到，肥皂泡的颜色、水面上一层油膜的花纹、云母薄片的颜色等都是光的干涉现象。