

上海市大学教材

基础物理

(工 科 用)

下 册

上海人民出版社

上海市大学教材

基础物理

(工 科 用)

下 册

《基础物理》编写组

上海人民出版社

上海市大学教材

基 础 物 理

(工 科 用)

下 册

《基础物理》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 5.0625 插页 1 字数 122,000

1974年8月第1版 1974年8月第1次印刷

印数: 1—42,000

统一书号: 13171·101 定价: 0.42 元

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

目 录

第四篇 光 学

第十五章	几何光学	3
第一节	几种基本光学元件	3
第二节	光的反射 平面镜和球面镜	5
第三节	光的折射 全反射 棱镜	11
第四节	透镜	17
第五节	光学仪器	25
第十六章	光的波动性和粒子性	35
第一节	光的干涉及其应用	35
第二节	光的绕射现象 光栅	45
第三节	光的偏振及其应用	50
第四节	光电转换 光子	57
第五节	微观粒子的波粒二象性	66

第五篇 原子物理讲座

第一讲	原子的能级和发光	70
第一节	原子光谱	70
第二节	原子结构	73
第三节	原子的发光	76
第四节	原子的激发	79
第五节	光谱分析	81
第六节	光源	82
第二讲	激光及其应用	86
第一节	激光的特性	86
第二节	激光的形成	88

第三节 激光器	91
第四节 激光的应用	95
第三讲 原子核和核能的利用	100
第一节 原子核的组成	100
第二节 原子核的结合能	103
第三节 核反应	108
第四节 重核裂变和轻核聚变	112
第四讲 放射性同位素的应用	123
第一节 原子核的衰变	123
第二节 放射性射线的特性和放射性的探测	127
第三节 放射性同位素的应用	129
第四节 使用放射性同位素时的注意事项	132
结束语	134
一、物质是无限可分的	134
二、自然界是无限的, 人类对自然界的认识发展过程也是无限的	136
阅读材料之七 红外线和紫外线	138
阅读材料之八 长度和时间的测量	144
附录一 元素周期表	插页
附录二 习题答案	155

第四篇 光 学

光学知识在生产上、国防上以及科学研究上有着广泛的应用。例如使用显微镜、望远镜等各种光学仪器作为观察工具；利用光的干涉现象检验工件表面的平整度或进行精密测量；利用光电效应进行自动控制；此外如照明、摄影和电影技术等等，都需要了解并掌握有关的光学知识。

光现象是常见的自然现象之一。例如对物体加热、燃烧或气体放电时，都能使它们发光；反之，当物体受光照射时，也会产生热现象、电现象或化学反应等作用。这表明光与其他的物质运动形式（如热、电和化学等运动形式）之间可以相互转化。

光学研究也促使人们对物质世界有了进一步的认识。毛主席说：“人类认识的历史告诉我们，许多理论的真理性的不完全性，经过实践的检验而纠正了它们的不完全性。许多理论是错误的，经过实践的检验而纠正其错误。”（《实践论》）对于光的本性的认识，就经历了这样一个辩证的发展过程。早在十七世纪，在光的本性问题上就有两种不同的观点。一种是光的波动说，认为光是一种由发光体引起的、靠媒质以太传播的弹性振动波；另一种是光的微粒说，认为光是由发光体发出的弹性粒子流。这两种学说互相对立，微粒说因为容易说明光的直线传播和反射、折射等现象，所以较为人们所接受。十九世纪初，对光的干涉、绕射和偏振现象的深入研究，特别是光的电磁波理论的建立与发展，使得光的波动说占了优势。可是，到了十九世纪末、二十世纪初，发现了不少光与其他物体相互作用的新现象，如光电效应等，不能用波动说来解

释。为了解释这些现象,人们又提出光子的理论,认为光是具有一定质量、能量和动量的光子所组成的,光不仅有波动性而且有粒子性。迄今为止的大量事实表明,光是既具有波动性又具有粒子性的,即具有波粒二象性的对立统一物。

实践表明,只有波长在 4000~7600 埃范围内的光,才能被人眼所感知,叫做可见光。不同颜色的可见光,对应于不同的波长,其中红光的波长最长,紫光的波长最短。在本篇内,主要讨论可见光运动的客观规律。但是,这些规律对于可见光范围外的电磁波,如红外线和紫外线等,也都是适用的。

第十五章 几 何 光 学

几何光学是以光在均匀媒质中的直线传播为基础，阐述光在两种媒质分界面上反射和折射的规律。本章结合幻灯机等光学仪器，分析反射镜、棱镜和透镜等基本光学元件的作用，以及在光学系统中的成象规律。

第一节 几种基本光学元件

在国防、工农业生产和科学实验中，广泛地使用着望远镜、显微镜、照相机、电影机和幻灯机等光学仪器。这些光学仪器，既能使我们观察到宇宙空间遥远的星球，又能辨认细菌等微小颗粒；既能把实物或象摄成照片，又能把图象放映出来。图 15-1 是幻灯的示意图。强光源 S 发出的光，通过凸透镜 L_1 会聚后，穿过透明的幻灯片 P ，再经过凸透镜 L_2 射向银幕。适当调节凸透镜 L_2 与银

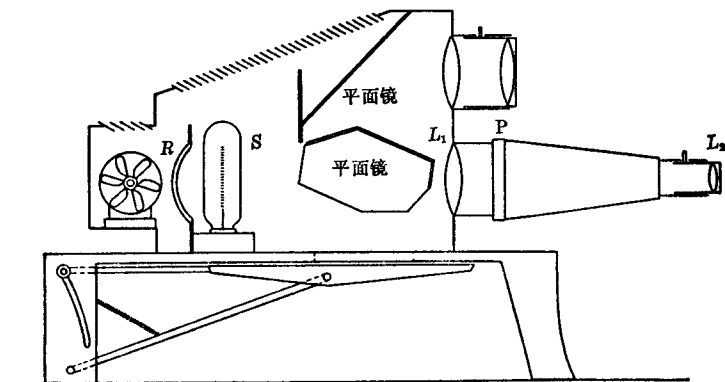


图 15-1 幻 灯

幕间的距离，就能在银幕上映出放大而清晰的幻灯片 P 的图象。为了增强幻灯片的亮度，在光源的后面，装置一个凹面反射镜 R ，使光尽量集中到幻灯片上。

由图 15-1 可知，幻灯机主要由反射镜、透镜等几种光学元件所组成。上面列举的望远镜等光学仪器，虽然它们的构造不同，用途不同，但都是由反射镜、透镜、棱镜等几种光学元件装配而成的。

综合各种光学仪器，基本光学元件大概有下列几种：

(1) 反射镜：反射镜是由平面或曲面的金属、玻璃片制成的。玻璃片的一个面上镀铝、银或铬等金属薄膜。一般有平面镜和球面镜(图 15-2)。



图 15-2 反射镜

图 15-3 半反半透镜

(2) 半反半透镜：半反半透镜是在玻璃片的一面，涂有半透明的薄膜，使入射到面上的光，一部分反射，一部分透过(图 15-3)。

(3) 透镜：透镜是用玻璃或石英(水晶)等透明材料制成的。有凸透镜和凹透镜两种(图 15-4)。

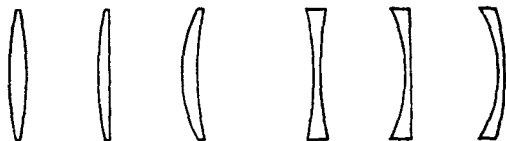


图 15 4 透 镜

(4) 棱镜：棱镜是用玻璃或石英等透明材料制成的。它的截面是等边三角形、等腰三角形或其他多边形(图 15-5)。



图 15-5 棱 镜

上面列举的这些元件，在光学仪器中起着什么作用呢？成像时又遵循着怎样的规律？这些问题将在下面各节中分别进行讨论。

第二节 光的反射 平面镜和球面镜

光在均匀媒质中是沿着直线传播的。放映幻灯或电影时，我们可以看到从放映机发出的一束光经过空气直射到银幕上。木工师傅检验木板的平直，解放军战士射击时进行瞄准，也都是利用了光的直线传播这一性质。

那么，当光射到两种媒质（如空气和水）的界面时，将产生什么现象呢？让我们先来看一个实验，它的装置如图 15-6 所示。为了清晰起见，可在空气中喷一些烟雾，水中加一些红色。当入射线 AO 射到两种媒质的界面时，将分成两部分：一束反射线 OB 返回空气中，改变方向继续直线传播；另一束折射线 OC ，进入水中，也改变方向继续直线传播。这二种现象，前者叫光的反射，后者叫光的折射。

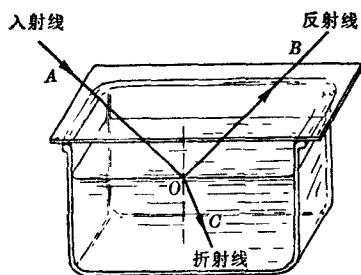


图 15-6 光的反射和折射实验

一、光的反射

常见的镜子,平静的水面,手电筒和探照灯里的反光罩等,都能使光发生反射。

那么,光的反射遵循什么规律呢?在上面的实验中,通过入射线和界面的交点(入射点) O ,作一垂直于界面的法线 ON ,如图 15-7 所示。入射线和法线的夹角 i ,叫做入射角,反射线和法线的夹角 i' ,叫做反射角。

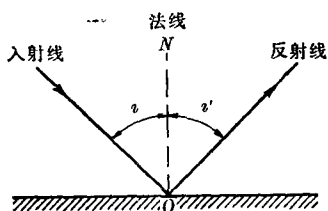


图 15-7 光的反射定律

通过实验可得到光的反射定律如下:

(1) 反射线在入射线和法线所决定的平面内, 反射线和入射线分别在法线的两侧。

(2) 反射角等于入射角, 即 $i' = i$ 。

如果使光线逆着原来反射线的方向射到界面上,它就要逆着原来入射线的方向反射出去,这种现象叫做光路的可逆性。

光线射到任何物体上都会发生反射。当一束平行光线射到极其平滑的镜面时,反射光还是一束平行光线,如图 15-8 所示。这种反射,叫做镜面反射。但当一束平行光线,射到粗糙不平的表面时,反射光线就不再平行,而是射向各个方向,如图 15-9 所示。这种反射,叫做漫反射。在漫反射中,对任何入射点来说,反射线和

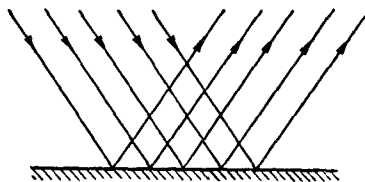


图 15-8 镜面反射

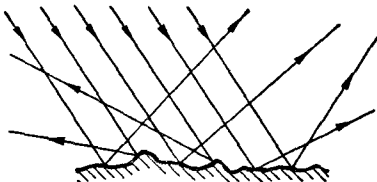


图 15-9 漫反射

入射线之间的关系,还是遵循反射定律的。一般物体的表面,都是粗糙不平的,即使纸张、桌面等看起来似乎是很平的物体,其实也是微有凹凸的。我们能从任何方向看见它们,就是因为光在它们的表面上发生漫反射的缘故。

二、平 面 镜

反射面是平面的反射镜,叫做平面镜。我们对着镜子,可看到自己的象。根据反射定律,利用作图方法,可作出平面镜中的象。如图 15-10 所示,从 S 点发出射到镜面的光线中,任取两条光线 SA 和 SB , 它们的反射线分别为 AC 和 BD 。将反射线反方向延长,相交于镜面后的 S_1 点。 S_1 点就是 S 点的象。在我们看来,这些光线好象是从镜后的 S_1 点发出的一样,但实际上光线并不是从 S_1 发出,也没有在 S_1 相交,因此 S_1 点叫做 S 点的虚象。一个物体可看作由许许多多点所组成,整个物体的象,就是这些对应点在镜中的虚象的总和。由图 15-10 可以证明, S 点和它的虚象 S_1 点到镜面的距离相等,也就是说,对镜面是相互对称的。象的大小和物体的大小也相等。

平面镜除能成象外,还可以用来改变光线的前进方向。例如沿水平方向传播的光线,要它垂直向下传播,就可把平面镜放在和

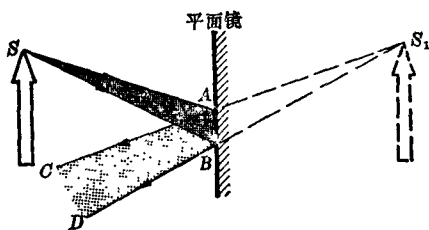


图 15-10 平面镜成像

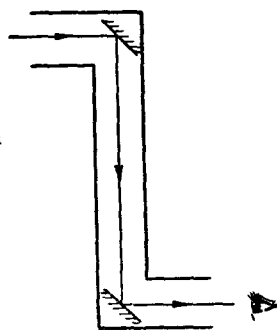


图 15-11 简易潜望镜

水平面成 45° 角的位置。如果在它下面再安装一块和它平行的平面镜,使光线再改变 90° ,就和原来入射光的方向一致了。这就是潜望镜的基本原理,如图 15-11 所示。其他如反射式幻灯机、投影仪及光点检流计中的平面镜,也是利用这一原理装置的。

三、球 面 镜

反射面是球面一部分的反射镜,叫做球面镜。球面的凹面作反射面的,叫做凹面镜(图 15-12(a))。球面的凸面作反射面的,叫做凸面镜(图 15-12(b))。球面的中心 O ,叫做镜的顶点,联接顶点 O 和球心 C 的直线,叫做球面镜的主光轴(简称主轴)。

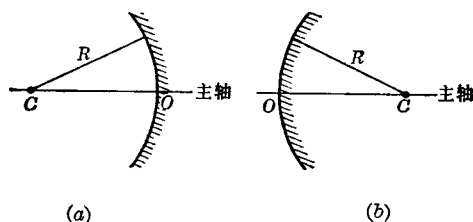


图 15-12 凹面镜和凸面镜

一束平行光线射到平面镜上, 它的反射光线仍是一束平行光线。一束平行于主轴的近轴光线(即靠近主轴的光线), 射到凹面镜上, 它的反射线都会聚到主轴上的某一定点, 这个点叫做凹面镜的实焦点, 如图 15-13 中的 F 点。平行于主轴的光线, 射到凸面镜上, 反射后成发散光束, 如图 15-14 所示。把这些反射线反方向延长, 在镜后也可相交于一点 F , 好象这些光线是从这点发射出来的一样。 F 点就叫做凸面镜的虚焦点。可以证明, 球面镜的焦点 F 在二分之一半径的地方。

球面镜的会聚和发散作用, 可以使物体成象。对于凹面镜, 由于它的会聚作用, 使得物体上某一点发出的光线, 经凹面镜反射

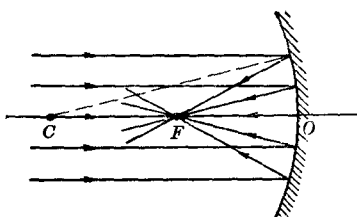


图 15-13 凹面镜的会聚作用

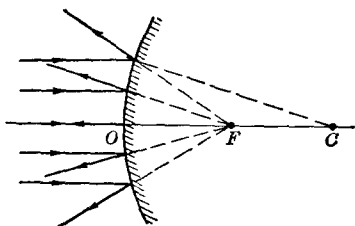


图 15-14 凸面镜的发散作用

后,会聚于一点,这一点就是它的象。这个象可以出现在屏幕上,所以叫做实象。对于凸面镜,由于它的发散作用,使得物体上某一点发出的光线,经凸面镜反射后,向各个方向散开,它们的延长线将相交于一点,这一点就是它的虚象。虚象不能出现在屏幕上。

球面镜的成象,根据反射定律,利用作图方法,可作出物体的象。如图 15-15 所示,凸面镜前有一物体 AB ,从 A 点发出的光线中,有两条特殊光线,它们的反射线的方向是完全确定的:

(1) 和主轴平行的光线 AA' , 它的反射线的延长线通过焦点 F 。

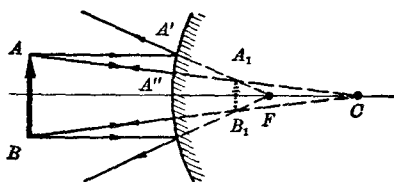


图 15-15 凸面镜成象

(2) 正对球心 C 的光线 AA'' , 由于和球面垂直, 所以它的反射线的延长线通过球心。用同样的方法,可作出物体上各点的象,把这些象点连接起来,就是物体的象 A_1B_1 。由作图法可知,不论物体放在凸面镜前面什么地方,凸面镜所产生的象,都是缩小的正立的虚象。

对口径相同的平面镜和凸面镜来说,凸面镜所能观察到的范围要比平面镜广得多,如图 15-16 所示。汽车驾驶室的外面,都装有凸面镜,就使驾驶员能从镜里观察到更广阔范围内的情况。

对凹面镜的成象,也同样可利用作图法求得,这里不再

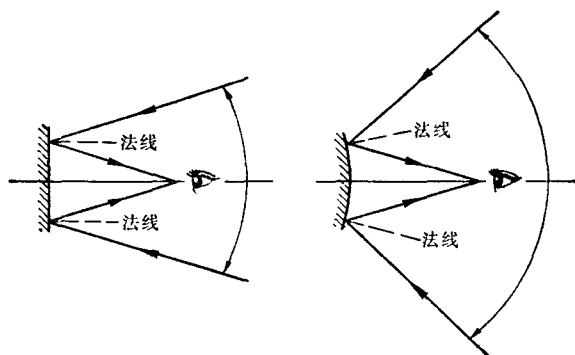


图 15-16 平面镜和凸面镜的比较

作介绍。

凹面镜能聚光的性质,在生产技术中有许多应用,红宝石激光器内的聚光器就是一例。这种聚光器是一个玻璃球面反射镜,内部真空镀铝,氙灯 Xe 和红宝石棒 P 对称地安装在靠近球心的两

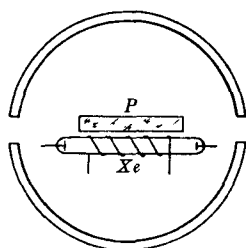


图 15-17 红宝石激光器中的聚光器示意图

侧,如图 15-17 所示。聚光器的作用,就是使脉冲氙灯发出的光会聚在红宝石上。目前,除圆球形聚光器外,用得更多的还有圆筒形聚光器。(有关激光的内容,可参阅本书第五篇第二讲。)

根据光路的可逆性,当光源放在凹面镜的焦点上时,由光源发射出来的光线经凹面镜反射后,成为平行光射出。日

常用的手电筒、军事上用的探照灯,都是把光源放在灯罩的焦点处,来得到平行光束。幻灯机的光源,放在凹面镜的球心附近,这样除一部分光直接射到凸透镜 L_1 外,还利用了凹面镜的反光作用,使更多的光射到透镜 L_1 上(图 15-1)。

在实际应用上,为了使聚光性能更好,凹面镜一般都采用抛物面做反射面,如探照灯的镜面,就是抛物面。

第三节 光的折射 全反射 棱镜

一、光的折射

上一节中已指出, 当光线入射到两种媒质的界面时, 除反射外, 还要形成光的折射。当入射线垂直于水面进入水中后, 前进的方向不变(图 15-18(a))。当光线 aO 以入射角 i 斜射到水面一点 O 时, 进入水中的光线, 将沿着 Oc 的方向传播, Oc 叫做折射线(图 15-18(b))。折射线与法线之间的夹角 r 叫做折射角。

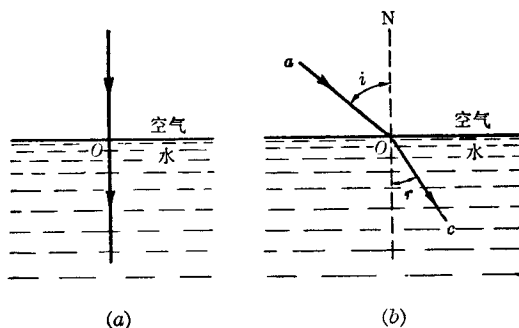


图 15-18 光在水中的折射

由实验可得光的折射定律如下:

(1) 折射线在入射线和法线所决定的平面内, 折射线和入射线分别在法线的两侧。

(2) 入射角的正弦和折射角的正弦的比值, 对于确定的两种媒质来说, 是一个常数。用数学式表示为

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}。 \quad (15-1)$$

式中 n_{21} 称为第二种媒质对于第一种媒质的相对折射率, 它的大小与两种媒质的光学性质有关。某种媒质对真空的折射率, 叫