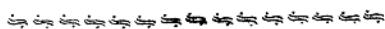


光 学



1975级学员用

四川大学物理系固体物理专业教研室

1977.2.

目 录

第一章 几何光学

内容提要	1
基本原理	
§1-1 几何光学的基本规律	3
§1-2 基本光学元件	12
§1-3 透镜	17
§1-4 光学仪器	28
实验与应用	
一、照相实验	36
二、金相显微镜	43
三、光学测角仪测量二平面的平行度	44
参阅资料	
一、三棱镜的最小偏向角	47
二、用临界角的方法测定圆棒介质的折射率	49
问题与习题	50

第二章 波动光学 (一)

光在各向同性介质中的传播	
内容提要	52
基本原理	
§2-1 波动	56
§2-2 电磁波, 电磁波谱	70
§2-3 波的衍射, 叠加和干涉	76
§2-4 相干光及其获得方法	82
§2-5 薄膜干涉	84
§2-6 光的衍射现象, 显微镜的分辨本领	91

实践与应用

- 一. 用干涉法检验光学元件表面的质量
- 二. 迈克尔逊干涉仪
- 三. X射线定向仪

参考资料

- 一. 衍射光栅 104
- 二. 伦琴射线的衍射, 布拉格公式 107
- 问题与习题 110

第三章 波动光学 (二)

——光通过各向同性介质的边界和各向异性介质时的现象

- 内容提要 113

基本原理

- §3-1 偏振的概念, 自然光和偏振光 117
- §3-2 反射和折射时的偏振, 布儒斯特定律 122
- §3-3 双折射现象 126
- §3-4 晶体中的波面和光率律 127
- §3-5 偏振元件和耳接触 136
- §3-6 椭圆偏振光和圆偏振光, 波片 139
- §3-7 偏振光的干涉 143
- §3-8 旋光性 145

实践与应用

- 一. 偏光显微镜 155
- 二. 应力仪 157
- 三. 晶体双折射率不均匀性的定量测试 158
- 四. 消光比的测定 163

问题与习题

165

第四章 量子光学

- §4-1 光电效应 166
- §4-2 光电效应的应用 170

§4-3 光的二象性	173
第五章 激光简介	
§5-1 原子的能级	175
§5-2 激光发射机理	177
§5-3 激光四	185
老字补无教材	

实验二 透镜的组合

实验三 研究衍射光栅及测定光波的波长

照像实验的附录

光波和光波的干涉、衍射、偏振、色散、吸收、散射、非线性光学、量子光学、激光、光纤光学、光通信、光计算、光存储、光显示、光传感、光测量、光加工、光医疗、光美容、光娱乐、光艺术、光科学、光工程、光技术、光产业、光经济、光社会、光文化、光生活、光未来。

色散：
$$v = \frac{c}{n} = \frac{c}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dn}{dx} \right)^2} \approx \frac{c}{n} \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{dn}{dx} \right)^2 \right)$$
 或
$$v = \frac{dn}{dx} = \frac{d^2 n}{dx^2}$$

衍射方程：
$$n = \sqrt{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dn}{dx} \right)^2}$$
 它表示了光的色散、衍射、偏振、吸收、散射、非线性光学、量子光学、激光、光纤光学、光通信、光计算、光存储、光显示、光传感、光测量、光加工、光医疗、光美容、光娱乐、光艺术、光科学、光工程、光技术、光产业、光经济、光社会、光文化、光生活、光未来。

第一章 几何光学

内容提要

一、几何光学的基本定律

1. 直线传播定律 光在均匀的透明介质中是沿直线传播的。

2. 反射定律 $\angle$ 射线、法线、反射线三者共一平面内。

$$\gamma = i \quad \text{入射角} \gamma = \text{反射角}$$

3. 折射定律 入射线、法线、折射线三者共一平面内。

$$\frac{\sin \lambda_2}{\sin \lambda_1} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

相对折射率 $n_{21} = \frac{1}{n_{12}}$

折射率 $n = \frac{c}{v}$ c : 真空中 v : 介质光速

4. 全反射 光由密介质进入疏介质时可能有全反射现象。

全反射现象的出现是当入射角大于临界角以后。

临界角

$$\sin i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

二、薄透镜

透镜的厚度与两个球子的曲率半径相比可以忽略时，称为薄透镜。

1. 薄透镜的基本点、轴、系。

光心：位于薄透镜的几何中心，凡通过光心的光线传播方向不

变。光轴：通过透镜光心的光线都叫光轴。

主光轴：通过透镜两球心的球心而垂直于透镜界面的光轴。

副光轴：除主光轴以外的光轴都是副光轴。

焦点：焦点位于主光轴上，凡通过焦点的光线（或其近线）经过透镜后平行于主光轴；或平行光线经透镜后会聚（或其近线）于焦点。透镜有两个焦点，分别在透镜的两侧，焦

点到光心的距离称为焦距 (f)。

像平面：通过焦点垂直于主光轴的平面。

光焦度：光焦度是焦距的倒数。

$$\Phi = \frac{1}{f}$$

光焦度的单位通常为度，规定透镜的焦距为1米时它的光焦度为100度。
 $1 \text{ 度} = 100 \text{ 度} \quad 1 \text{ 度} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ 度}$

2. 透镜的成像作图法

在近轴光线和不弥散色散的情况下，由一物点发出的光线经过透镜折射后会聚于一点，这一点即是象点，因此，只须利用经过透镜折射后的光线中某几条已知光线的任意二条光线，找到它们的交点即是所求象的位置。
三条特殊光线：

(1) 平行于主光轴的光线，经透镜后必过（最近线通过）焦点。

F'

(2) 通过（或反向线通过）焦点下的光线，经透镜后必平行于主光轴。

(3) 经过透镜光心的光线其方向不变。

3. 物象公式

符号规定：凡位于光心左方或主光轴上方的线为（ u 、 v 、 f 、 R 、 y ）为正，反之则为负。

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

4. 放大率 $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{v}{u} = \frac{\text{像高}}{\text{物高}}$

放大率可以大于1，等于1，或小于1；可以是正值或负值，正值表示象为正立的虚象，负值表示象为倒立的实象。

三. 光学仪器

1. 放大镜

主观放大率

$$M = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{y'}{y} = \frac{D}{f} = \frac{\text{明视距离}}{\text{焦距}}$$

2. 显微镜

- (1) 一般显微镜的成像原理和提高质量的途径。
- (2) 金相显微镜的构造和与光学显微镜的区别和保养注意事项。
- (3) 显微镜的放大率 $\rightarrow$ $M = \frac{\Delta}{f_1} \times \frac{D}{f_2}$ $\rightarrow$ 物镜放大率 $\times$ 目镜放大率

$$M = \frac{\Delta}{f_1} \times \frac{D}{f_2} = \text{物镜放大率} \times \text{目镜放大率}$$

$\frac{\Delta}{f_1}$ 是物镜放大率, $\frac{D}{f_2}$ 是目镜放大率, 显微镜的放大倍数等于物镜放大率与目镜放大率的乘积。

3. 照像机

- (1) 照像机的构造原理和使用方法。
 - (2) 影象的记录过程和影象记录的原理; 乳胶的特性曲线, 如何选择曝光量。
 - (3) 掌握摄影、冲洗底片、印相法和放大的初步技术。
- ### 4. 光学测角仪的构造和使用方法, 并用以测量晶体的平行度。

以光的直线传播为基础来研究在透明介质中传播问题及其应用的科学称为几何光学。几何光学是光学中发展最早的一部分。人们在长期的生产实践和科学实验过程中总结出一些几何光学的基本规律。几何光学在研究中, 常从这些基本规律出发采用类似于推证几何定理的方法去导出其它定律和公式, 用以解决实际问题。现代光学仪器的理论基础虽是多方面的, 但光学是其中的根本, 借助于几何光学, 可以近似描写光学仪器的主要性能。对于一般的应用, 这种描述已足够准确, 因而几何光学是光学仪器的主要理论基础。晶体生长及工件工作中经常会用到几何光学的基本定律及有光光学仪器。这一章所介绍的是晶体专业所需的基本内容。

基本原理

§1-1 几何光学的基本规律

一、光的直线传播定律 大量事实表明, 光在均匀的透明介质中是沿直线传播的。这个由经验总结的规律, 称为光的直线传播定律。

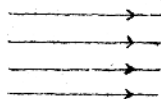
光的直线传播定律: 光在均匀的透明介质中是沿直线传播的。

定律，注意“均匀”二字，这个规律是在均匀介质中观察得到的。“均匀”就是指介质的性质处处一样。

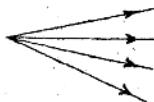
人们对于光的直线传播的经验是很多的，放映幻灯或电影时，我们可以看到从放映机发出的一束光经过空气直射到银幕上。人们观察自己的影子，总是不自觉地按照光直线进行的经验追逐到光从哪一方射来。木工师傅要判断刨过的木条的直与不直的简单办法是：把眼睛对准木条的首端和末端，看木条的中部是否与两端同在一视线之上。例子很多，这里就不多举了。

在几何光学里，常用一条几何线来表示光的进行方向，并用以代表光，称为光线。按光的直线传播定律可知，在均匀介质中光线为一直线。

许多光线组合在一起叫做光束。光束有不同的种类：^①互相平行的光线组成平行光束；^②从一点发出或收敛于一点的光束称为同心光束。^③发出同心光束的点称为点光源，许多点光源构成面光源或体光源。



(a) 平行光束



(b) 同心光束

图 1-1 光束图

源。太阳光从很远处射来，可作为非常近似的平行光束，离电灯较远的地方观察电灯，可作为近似的点状光源，从它射出的光线是近似的同心光束。

二、光的反射定律 从前已知道光在均匀的透明介质中是沿着直线传播的，那么，当光射到两种介质（例如空气和水）的界面上时，将产生什么现象呢？让我们先来看一个实验，它的装置如图 1-2 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 射到两种介质的界面上时，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。这两种现象，前者叫光的反射，后者叫光的折射。这里先研究反射。

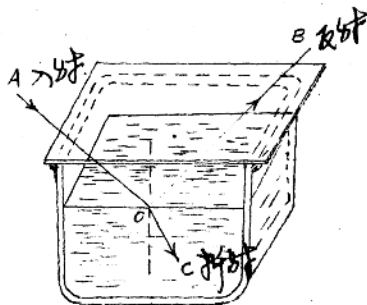


图 1-2 光线通过两种透明介质界面时的反射、折射现象

如图 1-3， MM' 为不同介质的分界面。 AO 为入射光线，简称入射线。 OB 为反射光线，简称反射线。 O 称为入射点，为了便于研究起见，试过 O 作一条垂直于界面 MM' 的直线 ON ，称为法线。夹角 $\angle AON$ ，以 i 表示，称为入射角。夹角 $\angle NOB$ ，以 r 表示，称为反射角。

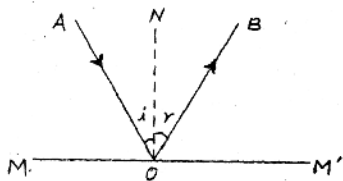


图 1-3 光的反射

实验表明：入射线 AO ，法线 NO ，反射线 OB 三者在一个平面内，并且 反射角 r 等于入射角 i

$$r = i$$

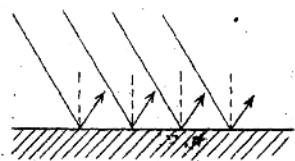
(1-1)

这个实验规律，称为光的反射定律。

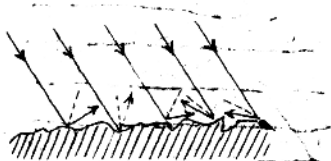
法线和入射线所构成的角又叫入射角，由反射定律知道，反射线总在入射角内。

光的反射现象是很普遍的，静水面、玻璃面以及其它光滑面都有比较显著的反射性质。常说的“绝对光滑平面”是指这样的平面。若用一束平行光入射到这种平面上时，反射光线按反射定律规定的方

向进行，结果反射出来的光仍为一平行光来（见图1-4a）。这种反射叫做镜面反射。比如，从室外远看玻璃窗，只有当走到适当位置给遇到玻璃反射出来的光时，才看到玻璃是发亮的。一个粗糙



(a)



(b)

图1-4 光滑平面反射和毛面反射的比较

不平的平面，如用一束平行光向它照射，反射光将不是一束平行光而是各个方向都有光。这种反射称为漫反射（图1-4b，图中是把粗糙结构放大画出的）。在漫反射中，对任何入射点来说，反射线和入射线之间的关系，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。一个能将入射光完全均匀地向各方反射的表面，叫做绝对毛面。实际上，绝对光滑面和绝对毛面都是不存在的。一般情况下，物体表面的反光性质介于这两者之间，只是表面光滑和毛糙的程度不同罢了。

三、光的折射定律，折射率。 从前我们已经知道光线在两种介质的界面上要发生折射现象。例如光线无论由空气进入水，或者由水进入空气都要发生折射。我们可以作一个试验来说明光线由水传到空气中的折射现象。如图1-5所示，在一个不透明的盆子底部放一铜片M，观察者可以把站立的位置选好，使观察铜片的视线刚好与盆子的边缘所遮蔽而看不见铜片。然后将水倒入盆中，此时观察者若仍保持原来位置不动的情况下，居然能看见铜片，看到的铜片似乎位置提高到M₁。这就是由于从M发出的光经水射出时发

生向盆边缘折射才能使人眼看到较浅的。这个现象在日常生活中我们也可以体会到，比如，我们常能清楚地看到有水的河池、井底部，看起来的水深总比真实的深度要浅一些，特别是总是斜着看愈浅。

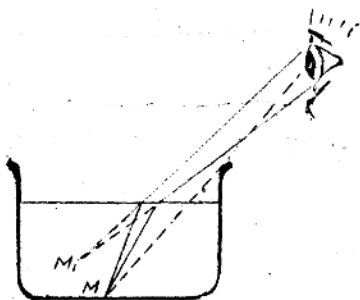


图 1-5 光线从水到空气的折射

现在来研究光的折射遵循什么样的规律。为此，先来介绍几个名词概念。如图 1-6，设光由介质 I（例如空气）进入介质 II（例如水）发生折射， MM' 为两个介质的界面，设 AO 为某一条入射线， OC 为其折射后的光线，称为折射线， NON' 为通过入射点 O 的法线。入射线和法线间成的角以 i_1 表示（ $i_1 = \angle AON$ ）称为入射角，折射线与法线间成的角以 i_2 表示（ $i_2 = \angle CON'$ ），称为折射角。

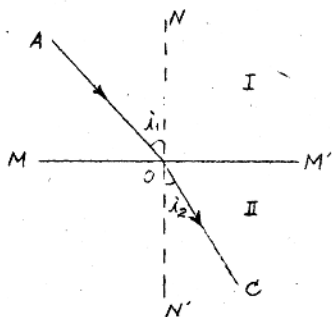


图 1-6 光的折射

首先观察到：（1）入射线、折射线在法线的两旁，三条线都在同一平面内。（2）当入射角由小变大时，其相应的折射角也随之由小变大。进一步测量还可以得出入射角和折射角间的数值关系为：

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \text{常数} \quad \text{注 1}$$

将光的折射现象的实验结果总结起来即可得光的折射定律：

(1) 入射线、折射线和法线在同一平面内，前二者在法线的两

旁。

(2) 入射角 i_1 的正弦与折射角 i_2 的正弦的比值对于给定的两种介质来说，是一个常数，这常数以 n_{21} 表示，即有：

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad (1-2)$$

n_{21} 称为介质 II 对于介质 I 的相对折射率，或折射系数。

某介质对于真空的相对折射率称为该介质的绝对折射率，或简称折射率，常用 n 表示。一般对于空气的相对折射率与绝对折射率相差很小，除非有精细的考虑两者通常不加区分。下表列出了一些常见介质的折射率。由表中看出，空气的折射率很接近于 1。

表 1-1 几种介质的折射率 (室温下)

空气 (标准状态)	1.000293	光学玻璃	1.4 — 1.9
水	1.333	有机玻璃	1.49
加拿大玻璃	1.530	熔凝石英	1.54
酒精	1.362	金刚石	2.417
普通玻璃	约 1.5		

因为折射率是表征透明介质性质的一个很重要的物理量，下面我们对它再作进一步的讨论。在上世纪中叶以来，人们已能测出光传播的速度数值。由此从实验上肯定了这样的事实：两种介质的相对折射率的数值与光在两种介质中传播速度有关，并且 II 介质对于 I 介质的折射率 n_{21} 等于光在 I 介质中的传播速度 v_1 与光在 II 介质中的传播速度 v_2 之比。即

折射率,
$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1-3)$$

例如，光在水中的速度的等于真空光速 c 的 $3/4$ ，光在金刚石中的传播速度的等于真空光速 c 的 $1/2.4$ 。由此可以求出金刚石对于水

的折射率约等于 $[(3/4c)/(1/2 \cdot 4c)] = 1.8$ 。

从上述关系还可以得出 I 介质对于 II 介质的相对折射率 n_{12} 和 II 介质对于 I 介质的相对折射率 n_{21} 之间的关系。因为如果设想光从 II 介质进入 I 介质中，那么

$$n_{12} = \frac{v_2}{v_1}$$

将此式与 (1-3) 式比较，即得

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}} \quad (1-4)$$

就是说， n_{12} 和 n_{21} 是互为倒数的关系。

某介质的折射率 n 同光在该介质中速度 v 间的关系也可以得出来，即

$$n = \frac{c}{v} \quad (1-5)$$

实验表明，光在介质中的速度都比其在光速 c 为小，所以任何介质的折射率 n 都大于 1。

现在可以进一步得出绝对折射率和相对折射率之间的关系。设光在 I、II 介质中的传播速度分别为 v_1, v_2 。那么，这两种介质的绝对折射率应分别等于 $n_1 = \frac{c}{v_1}$ ， $n_2 = \frac{c}{v_2}$ 。于是 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{(c/v_2)}{(c/v_1)} = \frac{v_1}{v_2}$ 。由 (1-3) 式 $n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$ ，故得

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1-6)$$

是说，两种介质的相对折射率等于它们的绝对折射率之比。

利用上项关系，折射定律可以写为

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1-7a)$$

或者写为

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (1-7b)$$

(1-7b) 式表明光由一个介质进入另一介质时，介质中光线与法线间成的角的正弦 $\sin i$ 和该介质的折射率 n 的乘积 $n \sin i$ 对两个介质说来都相等。如果 $n_1 > n_2$ ，那么 $\sin i_1 < \sin i_2$ ，即

$n_1 < n_2$ 。如果 $n_1 < n_2$ ，那么 $\sin i_1 > \sin i_2$ ，即 $i_1 > i_2$ 。光学上常说到某介质为光密，某介质为光疏，这是相对而言。光由两种均匀介质的界面折射时，具有较大折射率的介质叫做光密介质；具有较小折射率的介质则叫做光疏介质。它们只有互相比较时才有意义。例如，水对空气来说是光密介质，但水对玻璃来说就是光疏介质了。

四、全反射 由(1-7b)式可知，相应于密介质的角另小，相应于稀介质的角另大，因此光由密介质到疏介质时，折射角总是大于入射角，当入射角还远没有达到 90° 时，折射角却早已达到 90° ，这种对应于折射角为 90° 的入射角 i_0 称为临界角。就是说，当入射角为临界角时，折射光线沿界面传播，当入射角大于临界角时，就不再折射光线，入射光就全部反射了，这种现象称为全反射。由上述讨论可知，只有光从密介质进入疏介质时才可能有全反射现象，并且出现在入射角大于临界角以后。既然全反射发生在入射角大于临界角以后，所以临界角愈小（密介质的折射率愈大，疏介质的折射率愈小）全反射愈容易发生。

对于不同介质，临界角大小不同。和临界角 i 对应的折射角等于 90° ，由折射定律 $\frac{\sin i_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$ ，故临界角可由下式来决定。

$$\sin i_0 = \frac{n_2}{n_1} \quad (1-8)$$

式中 n_1 为密介质的折射率， n_2 为疏介质的折射率。由此式可以求得水对空气的临界角约为 48.5° ；玻璃对空气的临界角约为 42° 。全反射现象可用于改变光路，下节所介绍的全反射棱镜就是利用全反射现象的光学元件，现在的新颖光学元件——光学纤维也是利用全反射原理制成的。

五、光路的可逆性 上节讲述了几何光学的三个基本定律。由这些定律可以说明光路的可逆性。光路可逆说的是，如果光线沿着出射光的方向传播，那么光将逆着原来入射光的方向射出。在光的反射现象中，如果逆着反射光的方向传播，这时的入射角就等于

原来的反射角，而原来的入射角就成为这时的反射角，所以这时的反射线当然在原来的入射方向上逆着进行。折射现象的光路可逆可由图1-7来表明。图中，设光由折射率为 n_1 的介质进入折射率为 n_2 的介质，当通过界面 MM' 时发生折射。我们画出了一条光路，此

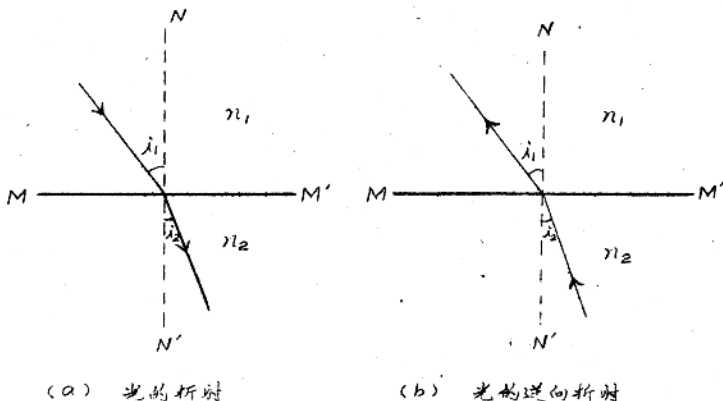


图1-7. 折射现象中光路的可逆性

时入射角为 i_1 ，折射角为 i_2 。按折射定律，

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

即在 n_1 介质中的角为 i_1 和在 n_2 介质中的角为 i_2 能满足上式。如果光逆着折射线方向进行，则上式仍然成立。这时为入射角既等于 i_2 ，

折射角非等于 i_1 不可，所以这时的射出光线是按照原来入射线的入方向传播的，这就说明了折射现象中的光路可逆性。光路可逆性是一个基本原理，在一些几何光学的问题中，常使用光路的可逆性来解决光路问题。

证1. 入射角和折射角的数值关系可从下述实验测出。试在暗室中将一画有圆线的白板(图1-8)放入盛有水的玻璃槽中，使水的深度恰恰到圆的水平直径 MM' 上。这样，垂直于直径 MM' 的另一直径 NN' 恰垂直于水面。现在试取一个细光束 EA 投射到水面上 O 点附近，于是看到它的反射光线 OB 和折射光线 OC 。如果

保持入射点O不变，只改变入射光线方向，对于各种不同的入射角同时测出其相应的折射角，就可以发现入射角和折射角之间有确定的关系。例如，从入射线OE与圆周的交点A和从折射线OF与圆周的交点C分别向界面MM'作垂线AP、CQ。当入射角改变时，线段OP、OQ也要随着改变。但测量结果表明：不管入射角

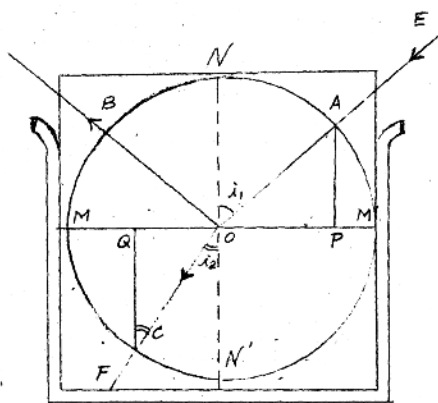


图1-8 光的折射的测量

是大是小，OP与OQ的比值总是一个常数（当光由空气进入水的实验中，这个比率约等于1.33）。若以圆的半径为单位长，OP就是 $\angle OAP$ 的正弦，亦即 $\sin i_1$ ；而OQ是 $\angle OCQ$ 的正弦，即 $\sin i_2$ 。因此得到：

$$\frac{OP}{OQ} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \text{常数}$$

51-2 基本光学元件

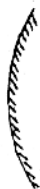
人们根据要求制成各式各样的光学仪器，种类是非常多的，但是就一般的光学仪器来说，若把它们分析开来，就看到它们都是由少数几种光学元件配置而成的。

常用的主要光学元件大致有如下三种，即反射镜、棱镜和透镜。现分别说明如下：

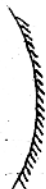
一、反射镜 反射镜，通常是在光滑反射面上镀上一层反射物质，如银、铝、铬等制成。镀上反射物质层能增强反射性能，使入射光的百分之九十五以上被反射，过去镀上的反射物质大都是金属。我们知道金属的纯洁表面呈金属光泽，金属具有很高的反射本领的光学特性；金属膜虽然可以有很高的反射，但它的吸收比较大，近年来便采用涂上多层介质膜的办法，使它对某一波长的光表现最佳的反射。例如，激光管的谐振腔一般就是多层介质膜的反射镜。



(a) 平面镜



(b) 凸面镜



(c) 凹面镜

图 1-9 各种反射镜示意图

(画有斜线的一面为非反射面)。

反射镜有平面镜和球面镜两种。利用平面反射的叫做平面镜 (图 1-9 a)。利用球面反射的叫做球面镜 (图 1-9 b、c)。反射面向外凸的叫做凸面镜，反射面向里凹的叫做凹面镜。

下面我们介绍平面镜的成像问题，常用的镜子就是一种平面镜。在白天或灯光下，人在镜前总可以看见自己在镜里的象。我们来看，平面镜是怎样成象的。如图 1-10， PP' 代表平面镜，空心箭头代表物， A 为箭端。由图看出，从 A 点发出的各光线射到平面镜上按反射定律——被反射出来，这些反射光线是发散的，不再会合于一点，但试作它们的延长线就发觉它们是交于一点 A' 的，并且 A' 处于与 A 对称的位置。 A' 点就是 A 点在平面镜里的象。按同样道理，箭形上的其他部分的光点也在对于平面镜为对称的地方生成象，就是说，在镜里形成整个箭形的象。这就是平面镜成象的道理。