

司南

中学物理教材编写组

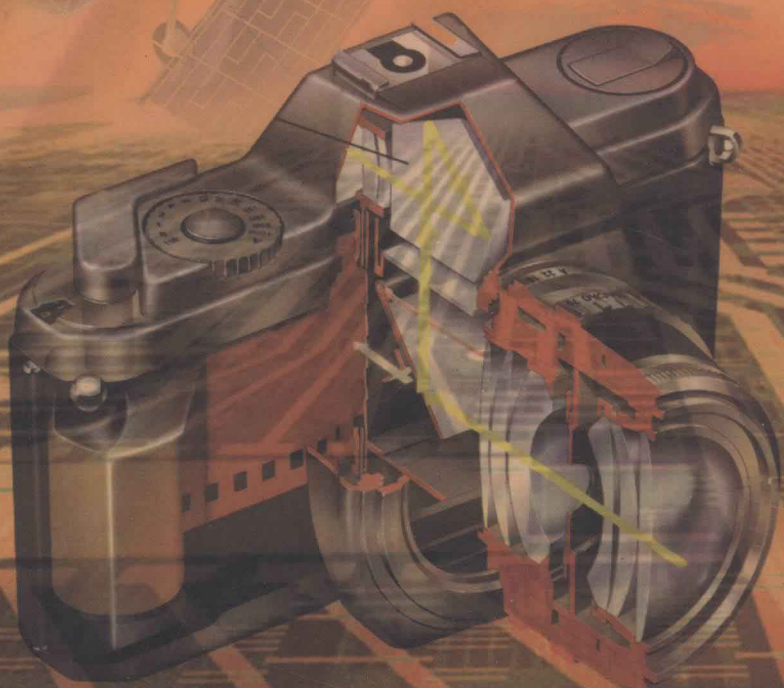
经全国中小学教材审定
委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

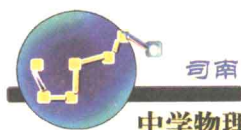
物理

PHYSICS

(选修 2-3)



山东科学技术出版社



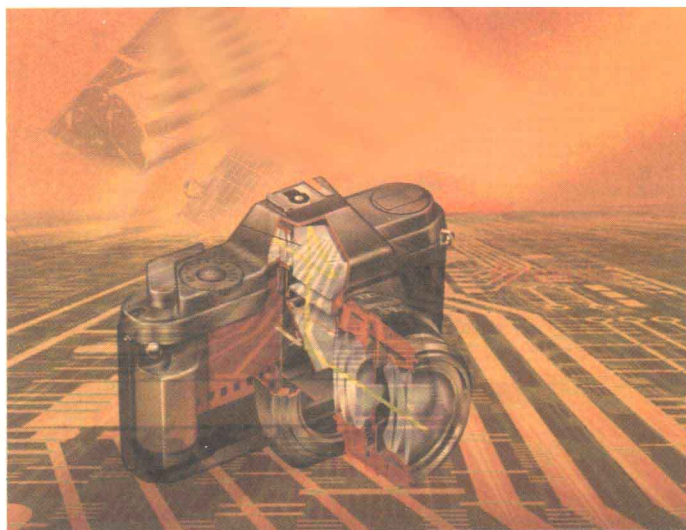
中学物理教材编写组

普通高中课程标准实验教科书

物理

PHYSICS

(选修 2-3)





物理

PHYSICS

- | | |
|-------------|-------------|
| 物理 1 (必修) | 物理 (选修 2-3) |
| 物理 2 (必修) | 物理 (选修 3-1) |
| 物理 (选修 1-1) | 物理 (选修 3-2) |
| 物理 (选修 1-2) | 物理 (选修 3-3) |
| 物理 (选修 2-1) | 物理 (选修 3-4) |
| 物理 (选修 2-2) | 物理 (选修 3-5) |

普通高中课程标准实验教科书

物 理 (选修 2-3)

中学物理教材编写组

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531)82098082

发行者: 山东省新华书店

地址: 济南市万寿路 19 号
邮编: 250001 电话: (0531)82797666

印刷者: 山东新华印刷厂潍坊厂

地址: 潍坊市潍州路 753 号
邮编: 261031 电话: (0536)2116928

开本: 880mm × 1230mm 1/16 印张: 8 字数: 190 千字
版次: 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 8 月第 2 次印刷

ISBN 7-5331-4247-0 G·417(课)
定价: 9.15 元

ISBN 7-5331-4247-0



787533 142476 >

批准文号: 鲁价格发[2006]130 号 举报电话: 12358

主 编 廖伯琴

副 主 编 陈 峰 赵保钢

主要执笔人 陈 峰 周志良 谢德胜 刘建国 姜继咏 许 静

统 稿 廖伯琴 赵保钢 高 山

全书定稿 廖伯琴

责任编辑 孟爱平

封面设计 史速建 董小眉

目录

MULU



第1章 折射定律及其应用

导 入 从烽火台到光导纤维	2
第1节 光的折射	3
第2节 光的全反射及其应用	9
第3节 光纤技术的应用	14
第4节 动手做——使用光纤	18

第2章 光 波

导 入 我们生活在波的海洋里	21
第1节 光的衍射	22
第2节 光的干涉	29
第3节 光的偏振及其应用	38



第3章 透镜与光学仪器

导 入 让瞬间变成永恒	43
第1节 透镜成像规律	44
第2节 照相机和投影仪	49
第3节 显微镜和望远镜	56
第4节 动手做——制作望远镜	61

第4章 激光与新型电光源

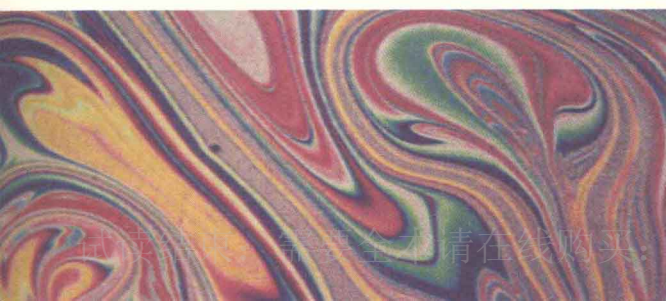
导 入 神奇的激光“刀”	65
第1节 原子结构和原子发光	66
第2节 激光的特性及其应用	73
第3节 走进电光源的世界	78

第5章 原子核结构与放射性

导 入 放射性——划时代的发现	83
第1节 原子核结构	84
第2节 放射性与核衰变	87
第3节 射线的应用与防护	94
第4节 动手做——调查研究本地放射性情况	102

第6章 核能及其利用

导 入 核能利用——人类面临的一大考验	104
第1节 核裂变与链式反应	105
第2节 核聚变及其控制	111
第3节 核电站和核武器	116

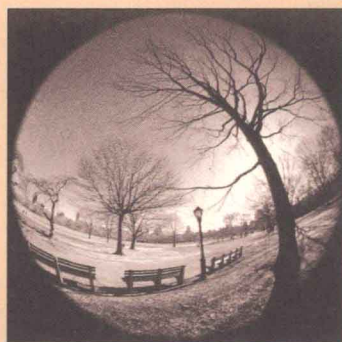


高中物理选修 2-3

第 1 章

折射定律及其应用

- 导 入 从烽火台到光导纤维
- 第 1 节 光的折射
- 第 2 节 光的全反射及其应用
- 第 3 节 光纤技术的应用
- 第 4 节 动手做——使用光纤



导入

从烽火台到光导纤维

人类很早就认识到可以用光来传递信息。2 000多年前,我国建造了利用光远距离传递信息的设施——烽火台。后来,人们又用灯光闪烁等方法传递信息。然而,这些方法受大气等外界因素的影响明显,常常无法准确及时地传递信息。



图 1-1 人类曾利用烽火台传递可视信息



图 1-2 现在,人类利用光纤传输可视信息

如今,人们用石英玻璃拉制出细如发丝的光导纤维,再把文字、图像、声音等信息转换为光信号,通过光纤进行全天候传递。独特的光学性质使光纤在交通、医疗、教育、航空航天、计算机等领域得到了广泛应用,这些应用正在给人类的生活带来日新月异的变化。

本章我们将共同探讨光的折射和全反射规律,一起揭开光纤的奥秘。

本章要求

- 通过实验,理解光的折射定律。
- 会测定材料的折射率。
- 认识光的全反射现象。初步了解光导纤维的工作原理和光纤在生产、生活中的应用。认识光纤技术对经济社会生活的重大影响。

第1节

光的折射

1. 折射现象及其特点

在同种均匀介质中，光沿直线传播。那么，当光从一种介质进入另一种介质时，传播方向是否会发生变化呢？

迷你实验室

在水中“升高”的硬币

准备1只杯子、1枚硬币和1罐清水。将硬币粘在空杯底上，使眼睛刚好不能从杯口看到杯内的硬币。保持眼睛的位置不变，把清水慢慢倒入杯中，这时会看到，杯底连同硬币一起随着水面的升高而升起，原先看不见的硬币现在看得见了。



图1-3 在水中“升高”的硬币

由实验分析可知，来自硬币的光从水中斜射进入空气中时，传播方向发生了偏折——折射。光的折射遵循什么规律呢？

动手与动脑

探究折射角与入射角之间的关系

【器材】激光笔，圆形量角器，半圆形截面的玻璃砖。

【步骤】

- 把一块半圆形截面的玻璃砖放在量角器上，使玻璃砖的圆心与量角器的中心重合，玻璃砖直边的法线与0刻度线重合（图1-4）。
- 让一束激光由圆周上某点沿半径射向玻璃砖的圆心，从量角器上就可以读出入射角和折射角的数值。
- 改变入射角，重复实验。记录入射角和折射角的数值并填入表1-1中。

表1-1

实验数据

	1	2	3	4	5	6	7	8
i	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
r								

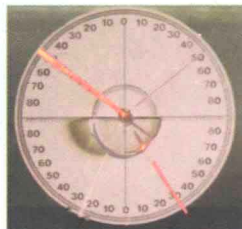


图1-4 折射实验装置

【思考】从表中数据分析折射角与入射角之间的关系。

大量实验表明,当光由真空(或空气)斜射到某种介质的界面上时,折射光与入射光和界面的法线在同一平面内,折射光和入射光分别位于法线的两侧,入射角的正弦跟折射角的正弦之比是一个常数,即

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

这就是光的折射定律(law of refraction),也叫斯涅耳定律。

信息窗

折射规律的发现

古希腊科学典籍中关于光折射的实验记载最早的是2世纪托勒密(图1-5)所做的光的折射实验。他在一个圆盘上装两把能绕盘心旋转的尺子,将圆盘的一半浸入水中。让光由空气射入水中,就得到在水中的折射光。转动两把尺子,使它们分别与入射光和折射光重合。然后取出圆盘,按尺子的位置刻下入射角和折射角(图1-6)。

托勒密测出的一系列数据是非常精确的。他假定光的入射角和折射角之间有直接的比例关系,依靠经验发现了折射的规律,但却没有由此得出精确的折射定律。1621年,荷兰科学家斯涅耳发现了这个定量关系。



图1-5 托勒密

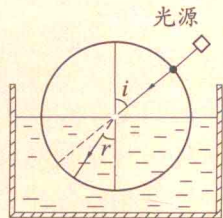


图1-6 托勒密测定光线折射规律的实验

2. 折射率

实验表明,对不同的介质,折射定律公式中的常数 n 是不同的。例如,光从空气射入水中时, n 约为1.33(图1-7),而光从空气射入玻璃中时, n 约为1.50(图1-8)。物理学中把光由真空斜射入某种介质发生折射时的 n 值,称为这种介质的折



图1-7 光在水中的折射

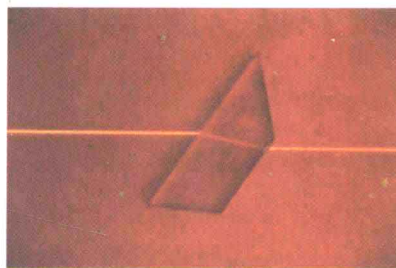


图1-8 光在玻璃中的折射

射率(refractive index)。折射率是一个反映介质光学性质的物理量, n 越大, 表明光偏折得越厉害。

进一步的研究表明, 介质的折射率等于光在真空中的传播速度与在该介质中的传播速度之比

$$n = \frac{c}{v}$$

光在不同介质中的传播速度不同, 不同的介质有不同的折射率。光在真空中的传播速度总是大于光在任何介质中的传播速度, 所以任何介质的折射率 n 均大于1。但光在空气中的传播速度与在真空中的传播速度几乎相等, 我们可以认为光从空气斜射入某种介质时的 n 值就是这种介质的折射率。两种介质相比, 折射率较大的介质叫做光密介质(optically denser medium), 折射率较小的介质叫做光疏介质(optically thinner medium)。表1-2列出了几种常见介质的折射率。

表1-2 几种常见介质的折射率

介质	折射率	介质	折射率
金刚石	2.42	水晶	1.54
玻璃	1.50~1.90	酒精	1.36
二硫化碳	1.63	乙醚	1.35
岩盐	1.54	水	1.33

为什么光从一种介质斜射入另一种介质时会发生偏折呢? 我们可以通过下面的例子来理解。

若汽车以一定的角度驶入沙中, 其中一个前轮比另一个前轮先进入沙中, 由于两个轮子的速度不同, 汽车朝首先减速的前轮偏转(图1-9)。光从折射率不同的一种介质射入另一种介质时, 传播速度也会改变, 与汽车偏转的道理相同, 光线会出现偏折。

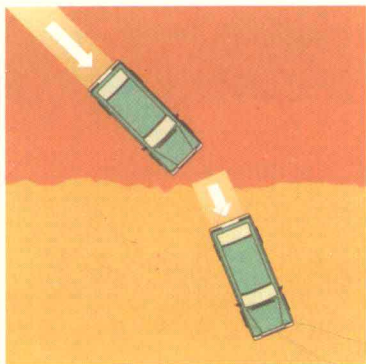


图1-9 汽车偏转了

拓展一步

绝对折射律和相对折射率

确切地说,光从真空斜射入某种介质时的折射率,叫做该种介质的绝对折射率。表1-2中列出的是常见介质的绝对折射率。实际上,光从介质1射入介质2(图1-10),相应的折射率应为

$$n_{21} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

n_{21} 叫做介质2对介质1的相对折射率。知道了介质的绝对折射率,就可以算出介质的相对折射率。例如,水的绝对折射率 $n_1 = 1.33$, 玻璃的绝对折射率 $n_2 = 1.51$, 根据 $n_1 = \frac{c}{v_1}$, $n_2 = \frac{c}{v_2}$, 可以求出玻璃对水的相对折射率 $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = 1.14$ 。因为光是可逆的,所以 n_{12} 和 n_{21} 互为倒数。

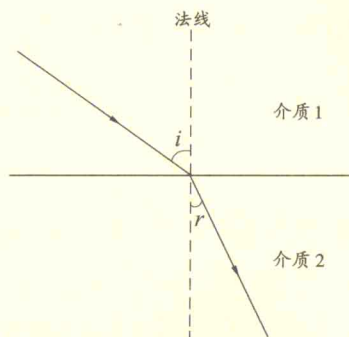


图1-10 光从介质1斜射入介质2

例题

光从空气中以入射角 i 射在玻璃砖的上表面,穿过玻璃砖后又射入空气中。如果玻璃砖的上下表面是平行的,求光从玻璃砖射出后的传播方向。

分析 光以入射角 i 射向玻璃砖的上表面,经玻璃砖折射后从下表面射出,将发生两次折射,第一次是光从空气入射到玻璃砖上表面时发生的,第二次是光从玻璃砖下表面入射到空气中时发生的,整个过程的光路如图1-11所示。根据光的折射定律,即可求得光从玻璃砖射出后的传播方向。

解 设玻璃的折射率为 n , 根据光的折射定律,在上表面处

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

即

$$\sin i = n \sin r \quad ①$$

在下表面处

$$\frac{\sin r'}{\sin i'} = \frac{1}{n}$$

即

$$\sin i' = n \sin r' \quad ②$$

因为上下表面平行,所以

$$r' = r \quad \sin r' = \sin r$$

由①②式可得

$$\sin i' = \sin i \quad i' = i$$

可见,从玻璃砖下表面射出的光平行于上表面的入射光。

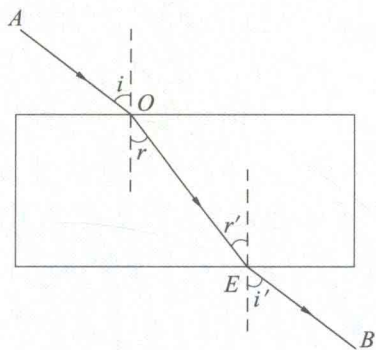


图1-11 玻璃砖对光的折射

3. 测定折射率

由以上例题可以看出,当光斜射入一块两面平行的玻璃砖时,从玻璃砖射出的光传播方向不变,出射光和入射光之间只是发生了一定的侧移。因此,只要我们找出和入射光对应的出射光,就能找到在玻璃中对应的折射光,从而求出折射角,再根据折射定律求出折射率。下面我们用一块两面平行的玻璃砖来测定玻璃的折射率。

动手与动脑

测定玻璃的折射率

【器材】两面平行的玻璃砖,大头针,绘图板,图钉,白纸,直尺,量角器。

【步骤】

- (1) 如图 1-12 所示,将白纸用图钉固定在绘图板上;在白纸上画一条直线 aa' 代表两种介质的界面;过 aa' 上的一点 O 画出界面的法线 NN' ,并画一条线段 AO 作为入射光。
- (2) 把玻璃砖放在白纸上,使其一长边与 aa' 对齐,画出另一长边 bb' 。
- (3) 在线段 OA 上竖直地插上两枚大头针 P_1 、 P_2 ,从另一侧透过玻璃砖观察大头针 P_1 、 P_2 的像。调整视线方向,直到 P_1 的像被 P_2 的像挡住。在观察的一侧再插上两枚大头针 P_3 、 P_4 ,使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像, P_4 挡住 P_1 、 P_2 的像和 P_3 。记下 P_3 、 P_4 的位置。
- (4) 移去大头针和玻璃砖,过 P_3 、 P_4 引直线 $O'B$,交 bb' 于 O' 点,连接 OO' 。
- (5) 用量角器量出入射角 $\theta_1 = \angle AON$,折射角 $\theta_2 = \angle O'ON'$ 。将它们的值及正弦值之比记入表 1-3 中。
- (6) 改变 AO 的方向,重复测量 3 次,算出玻璃的折射率。

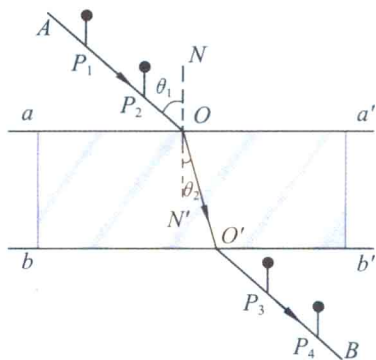


图 1-12 测定玻璃的折射率

表 1-3

测量数据

	θ_1	θ_2	$\sin\theta_1/\sin\theta_2$
n_1			
n_2			
n_3			
平均值 \bar{n}			

【思考】

- (1) 影响实验精确度的因素有哪些?采取哪些措施能提高实验的精确度?
- (2) 如果没有量角器,你能用什么方法测出玻璃的折射率?



图 1-13 白光的色散

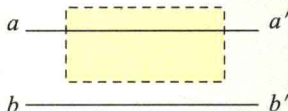
不同颜色的光在同一种介质中的传播速度不相同,因而对应着不同的折射率。白光含有红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫7种色光,当其射入三棱镜时,不同的色光会产生不同的偏折。所以,当白光从三棱镜射出时,便分解为七色光,这就是色散现象。表1-2列出的折射率是介质对各种色光的平均折射率。

作业

1. 垂钓者沿斜线向水下看到了鱼,如果鱼也看到了他,鱼看到垂钓者的位置比实际位置高还是低?
2. 光线以 45° 的入射角从空气射入折射率为1.55的玻璃中,折射角是多大?
3. 光线从空气射入水中,要想使折射角等于 30° ,入射角应为多大?
4. 根据水和岩盐的折射率,分别算出光在水和岩盐中的传播速度。(光在真空中的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)
5. 在“测定玻璃的折射率”的实验中,已画好玻璃砖界面两直线 aa' 和 bb' 后,不慎将玻璃砖向上平移了一段距离,如右图虚线所示。若其他操作正确,则测得的折射率将_____ (填“变大”、“变小”或“不变”)。
6. 把一个硬币投入盛满水的容器内,从容器的正上方向下望,会感到桶底的硬币好像比实际的桶底更高些。想一想用什么办法能粗略估算出水的折射率。试估算出水的折射率并与表1-2中的值比较。



(第1题)



(第5题)



(第6题)



第2节

光的全反射及其应用

1. 全反射现象

清晨,在阳光的照射下,树叶和青草上的露珠晶莹剔透(图1-14)。为什么光会使露珠显得格外明亮呢?

由折射定律可知,当光从光密介质射入光疏介质中时,折射角会大于入射角,且折射角随着入射角的增大而增大。当入射角增大到一定程度时,折射角可能会达到 90° 。继续增大入射角,会出现什么现象呢?下面我们用实验来探究这个问题。



图1-14 露珠

动手与动脑

观察折射角随入射角变化的情况

【器材】透明水箱,激光笔,量角器。

【步骤】让一束光(由激光笔发出)从水射入空气中,同时发生了反射和折射,而且折射角大于入射角。如果逐渐增大入射角,折射角也会增大。当折射角增大到 90° 后,再逐渐增大入射角,会出现什么现象呢?

从实验(图1-15)可以看到,入射角逐渐增大,折射角也会随着增大,折射光的亮度逐渐减弱,而反射光的亮度逐渐增强;折射角等于 90° 后,再增大入射角时,折射光消失,只剩下反射光(图1-16)。

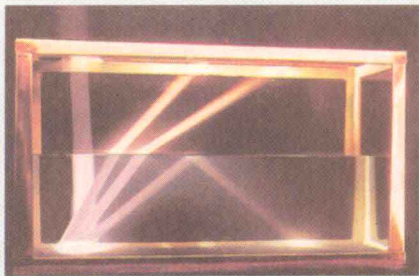


图1-15 实验示意图

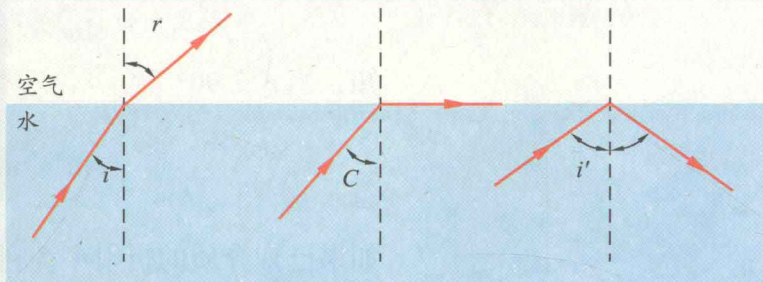


图1-16 随着入射角增大,折射光逐渐减弱,反射光逐渐增强;当入射角增大到某一角度后,折射光消失

【思考】

- (1) 入射角多大时,折射角正好为 90° ?此时还有折射光吗?
- (2) 如果继续增大入射角,还有光进入空气吗?反射光如何变化?

由实验可见,当入射角为某值时,折射光完全消失,只剩下反射光,这种现象称为光的全反射现象,简称**全反射**(total internal reflection)。

正因为光射到露水与空气的交界面上时发生了全反射现象,才使露珠看起来闪闪发光。精美绝伦的钻石光彩夺目,也是它的表面所构成的特定角度,使进入钻石的光发生全反射的结果(图1-17)。

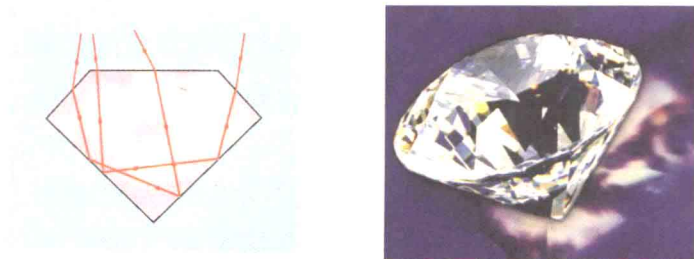


图1-17 光在钻石中的全反射

2. 临界角

我们把折射角等于 90° 时所对应的入射角称为**临界角**(critical angle)。当光从光密介质射入光疏介质时,只要入射角大于临界角,就会发生全反射现象。

利用光的折射定律,可以求出各种介质对空气(或真空)的临界角。如果用 C 表示临界角, n 表示某介质的折射率,根据折射定律

$$\frac{\sin C}{\sin r} = \frac{1}{n}$$

知,当 $r = 90^\circ$ 时

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

如果已知介质的折射率,利用上式即可求出这种介质对空气的临界角。

水的折射率为1.33,用上式即可算出水的临界角 $C = 48.8^\circ$ 。就是说,如果光从水射到空气中,当入射角等于 48.8° 时,折射角等于 90° ;当入射角大于 48.8° 时,射到水与空气交界面上的光都被反射回水中(图1-18)。根据光路可逆原理,如果光从空

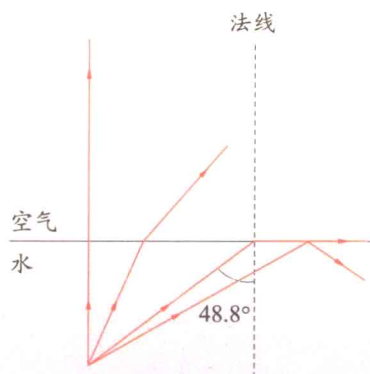


图1-18 光从水射到空气

气射到水中，水面上来自各个方向的光进入水中后，都集中在一个顶角为 97.6° 的倒三角锥中。因此，水中的鱼或潜水员看到水面上所有的景物都在一个顶角为 97.6° 的倒立圆锥里（图 1-19）。

在摄影技术中，人们仿照这种“眼观六路”的鱼眼设计制造了鱼眼镜头，用这种特殊镜头拍摄到的画面就像水中的鱼看到的水面上的景物一样（图 1-20）。

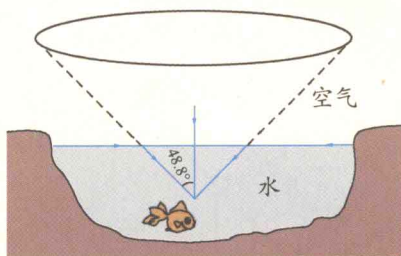


图 1-19 鱼眼看到岸上景物的范围

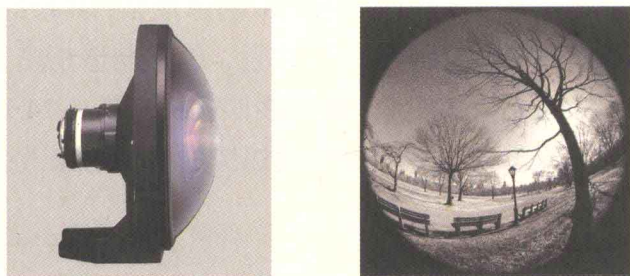


图 1-20 鱼眼镜头和用它拍摄的景物

信息窗

海市蜃楼

海市蜃楼是光在密度分布不均匀的空气中传播时产生的折射现象。

在海面上，下层空气温度比上层低，密度比上层大，折射率也比上层大。我们可以把海面上空气看成由折射率不同的许多水平气层组成。来自远处山峰、船舶、楼房、人的光线射向空中时，由于不断被折射，越来越偏离法线方向，进入上层空气的入射角不断增大，以致发生全反射。光线反射回地面，逆光看，人们就会看到远方的景物悬在空中（图 1-21）。在沙漠中也会看见海市蜃楼现象。



图 1-21 海市蜃楼奇观

3. 全反射棱镜

在应用全反射原理工作的光学元件中，最常见的一种叫做全反射棱镜，它是横截面为等腰直角三角形的棱镜（图 1-22）。 AB 和 BC 分别表示它的两个相互垂直的侧面， AC 表示它的斜面。当光垂直入射到 AB 面上时，入射角为 0° ，光线会沿原方向直

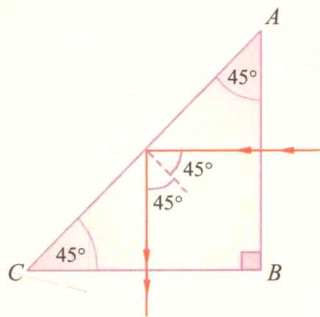


图 1-22 全反射棱镜

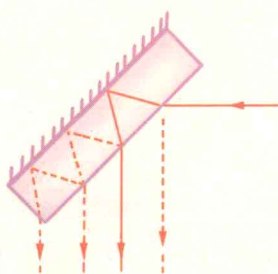


图 1-23 平面反射镜

射进入棱镜；当光线到达 AC 面时，入射角为 45° ，大于光从玻璃射到空气的临界角 42° ，会发生全反射，使光垂直地射到 BC 面上，并从 BC 面直射出去，全反射棱镜使光的传播方向改变了 90° ，相当于平面反射镜起的作用。一般的平面镜都是在玻璃后表面上镀银制成的，当光射到平面镜上时，在玻璃的前表面就会有反射光射出，与此同时，进入玻璃的光会在前表面和镀银面之间发生多次反射（图 1-23），使一个发光点生成多个对应的像，其中第一次被镀银面反射生成的像最亮，其余的都较暗。这种现象在一般情况下不被人们注意，但在制造精密光学仪器时，会严重影响成像的质量。所以在照相机（图 1-24）、望远镜（图 1-25）等光学仪器中大都使用棱镜的全反射来改变光的传播方向。

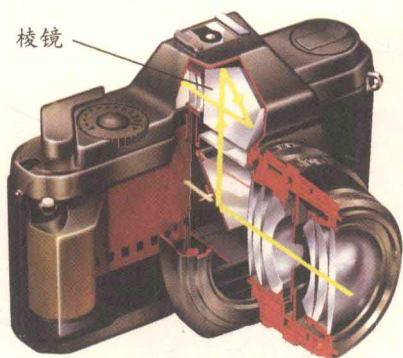


图 1-24 照相机中的全反射

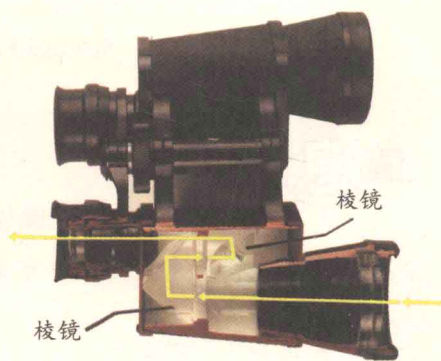
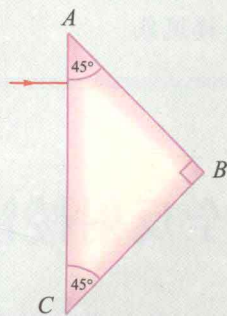


图 1-25 望远镜中的全反射

讨论与交流

当光从全反射棱镜的 AC 面垂直射入时（图 1-26），在棱镜内如何传播？最后会从棱镜的哪一个面射出？出射光与入射光相比，传播方向发生了什么改变？若有一束平行光以任意角度入射到 AC 面上，最后从棱镜射出的光有什么特点？请你举出具体应用实例，并与同学讨论交流。

图 1-26 光垂直射入棱镜的 AC 面