



普通高中课程标准实验教科书

物理

(选修 2-3)

广东基础教育课程资源研究开发中心物理教材编写组 编著

 广东教育出版社



普通高中课程标准实验教科书

物理

(选修2-3)

W U L I

主 编：保宗悌

副 主 编：布正明 王笑君

本册主编：熊建文 张学荣

本册编者：王笑君 布正明 陈典义 张学荣

周显光 段红民 保宗悌 熊建文

(以姓氏笔画为序)

绘 图：李德安

普通高中课程标准实验教科书

物 理

(选修2-3)

广东基础教育课程资源研究开发中心

物理教材编写组 编著

*

广东教育出版社出版

(广州市环市东路472号12-15楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东省新华书店发行

广东惠阳印刷厂印刷

(惠州市南坛西路17号)

890毫米×1240毫米 16开本 7.25印张 140 000字

2005年7月第1版 2005年12月第2次印刷

ISBN 7-5406-5900-9/G·5238

定价: 9.20元

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如有印装质量或内容质量问题, 请与我社联系。

联系电话: 020-87613102

前言

生活在日新月异的现代社会，我们越来越多地受益于高新技术。

同学们外出郊游，就可以通过数码相机留住美好瞬间，又可将拍摄的精彩画面通过计算机网络发给亲朋好友们。可你知道数码相机的基本光学组件是什么吗？你知道这些光学组件是如何把美丽的景色摄入你的相机内的吗？同学们用来发送精彩画面的计算机又是通过什么媒介连接在一起组成网络的呢？

现场观看足球比赛，为了能更清楚地观看到运动员娴熟脚法和进球的精彩过程，你可以借助望远镜；为了探究微小物体的结构，你可利用显微镜。可你知道望远镜、显微镜的成像原理是什么吗？

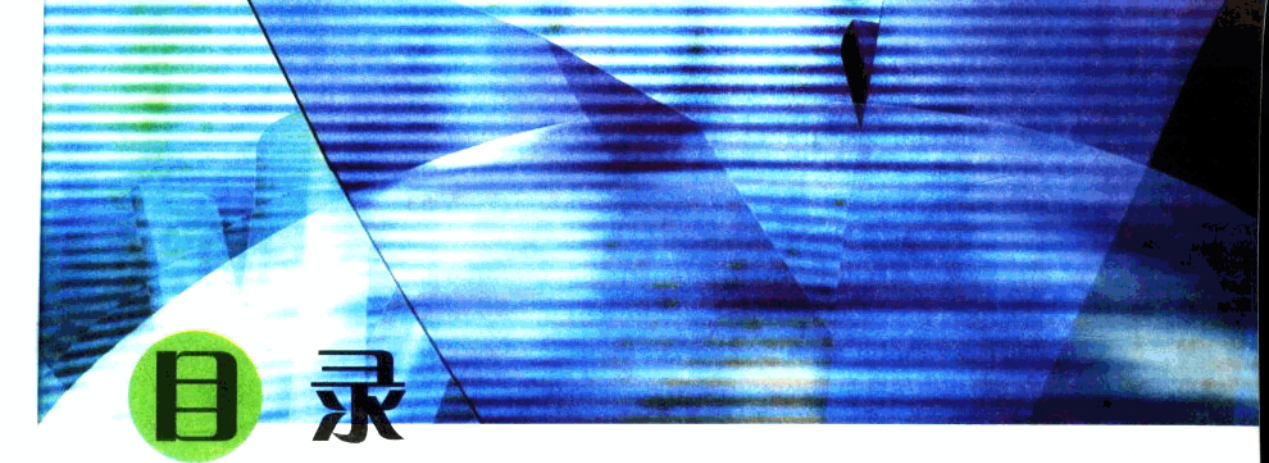
漫步在节日的夜晚，你可欣赏到由各式各样光源发出的光束组成的一幅幅五彩缤纷的图案，而其中由激光组成的图案尤为壮观。你知道这些光源的特性吗？你知道激光是如何发射出来的吗？

谈到光源，你可能想到能源；提到能源，你也许想到核电站。核电站是如何工作的？为什么核电站能发出巨大的电能？

作为 21 世纪的青年，你一定想弄清楚这许许多多的为什么。那么，请与我们一起走进本书，相信你会找到满意的答案。

为了使同学们的学习活动更加丰富多彩，本书设计了若干栏目。你可以在“实验与探究”中动手实践，探究物理学的真谛，领悟科学研究的方法。“讨论与交流”则让你畅所欲言，经过与老师、同学相互交流，彼此促进，相得益彰。通过“观察与思考”，你可以从课堂演示实验中学会观察，养成独立思考、科学思维的习惯。而课后的“实践与拓展”，为你留下思考、想象、实践、创新的空间。“资料活页”和“我们的网站”则以不同的方法，向你展示现代科技成果，提供社会发展信息，让你开阔视野，发展兴趣，培养自主学习的能力。“本章小结”为你勾画一章的知识脉络，请你回顾与评价自己的学习、探究过程。

让我们在本书中重温前人的攀登之路，迈开自己的探究步伐，探索更加美好的明天！



目 录

第一章 光的折射 全反射与光纤技术	1
第一节 光的折射定律	2
折射定律的实验探究	2
折射率	4
第二节 测定材料的折射率	8
固体材料折射率的测定	8
常用材料的折射率	9
第三节 光的全反射及光纤技术	11
认识光的全反射现象	11
探寻光导纤维的工作原理	12
光纤技术的实际应用	14
第二章 透镜成像规律与光学仪器	19
第一节 透镜焦距的测定	20
透镜的几何形状和参量	20
凸透镜焦距的测定	21
第二节 透镜成像规律探究(一)	25
透镜成像规律的实验探究	25
第三节 透镜成像规律探究(二)	28
凸透镜成像作图法	28
凹透镜成像作图法	29
第四节 照相机	32
照相机	32
数码相机	34
存储器	35
第五节 望远镜和显微镜	37
望远镜	37
显微镜	38
第三章 光的波动性与常用新型电光源	47
第一节 光的干涉及其应用	48
光的干涉现象	48
干涉现象的应用	49

第二节 光的衍射与光的偏振	52
光的衍射现象	52
光衍射的应用	53
光的偏振现象及其应用	53
第三节 激光及其应用	57
认识激光器	57
激光的特性及其应用	58
第四节 常用新型电光源	61
认识新型电光源	61
新型电光源的特性及其应用	62
第四章 原子 原子核与放射技术	67
第一节 原子和原子核的结构	68
原子的结构	68
原子核的结构	69
第二节 原子核的衰变	73
原子核的衰变现象	73
半衰期	74
核衰变的应用	75
第三节 射线及其应用	79
认识射线	79
射线的应用	80
射线对生物体的作用	81
射线的危害和防护	82
第四节 放射性同位素	85
放射性同位素	85
放射性同位素的应用	85
第五章 核反应与核技术	89
第一节 核裂变	90
重核裂变	90
链式反应	91
第二节 核聚变	93
轻核聚变	93
可控核聚变	94
第三节 核武器及其防护	97
原子弹	97
氢弹	97
中子弹	98
核防护	99
第四节 核电站	103
核反应堆	103
核电站的工作模式	105
核能应用的意义及可能带来的问题	106

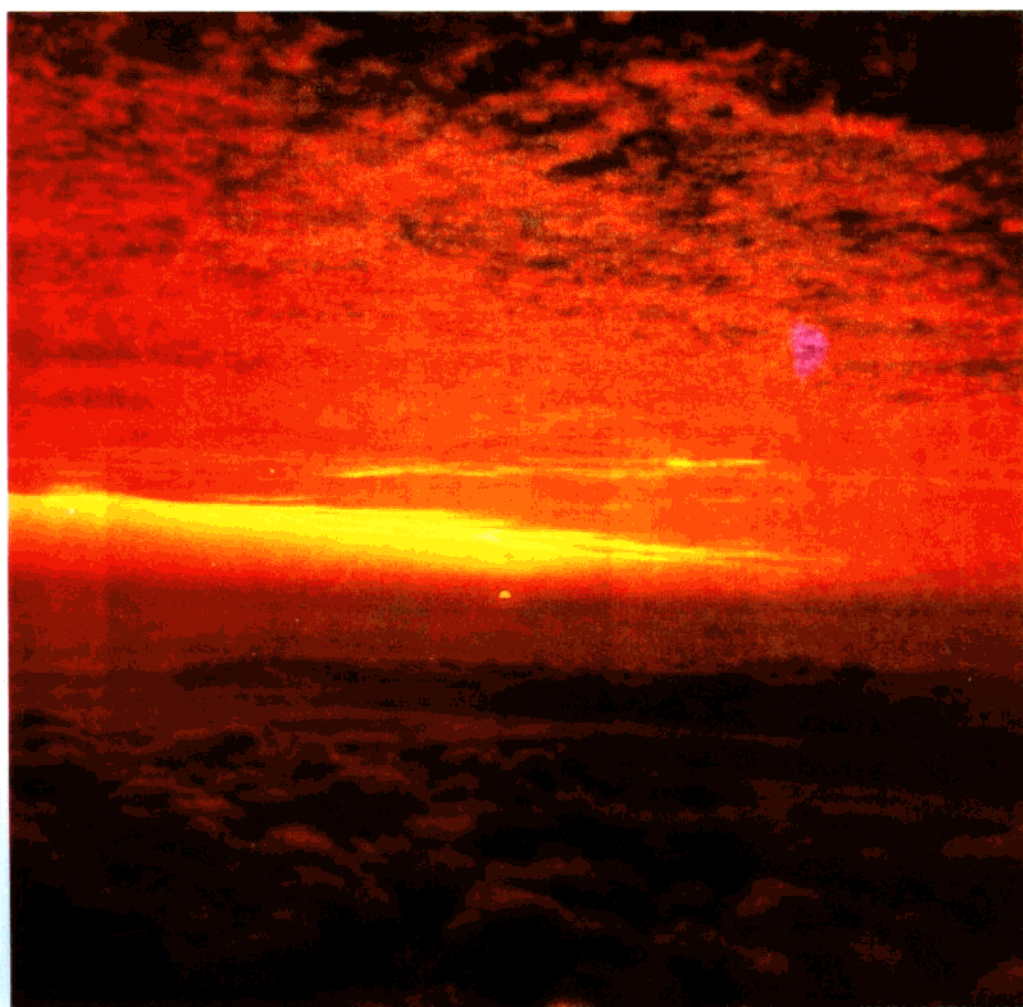
第一章

光的折射 全反射与光纤技术

清晨，当你看见鲜红的太阳刚好跃出地平线时，光的折射就跟你开了一个不小的玩笑——你看到的“太阳”事实上并不是真实的，真正的太阳此时还在地平线下呢！

光的折射是自然界中的一种常见现象，也是人类创造发明的众多光学仪器中广泛应用的一种光学现象。正是借助于光的折射现象，人类极大地丰富了对自然的认识，拓展了视野。

在人类迈向信息化时代的今天，利用光的全反射原理实现光信号传输的光纤技术将肩负重任，在社会生活中发挥重要的作用。



第一节 光的折射定律

我们知道，光在同种均匀介质中沿直线传播，在两种介质的界面上会发生反射和折射现象，即光的传播方向将发生偏折。而反射的规律我们在初中已学过，那么折射产生的偏折是否也会遵循一定的规律呢？

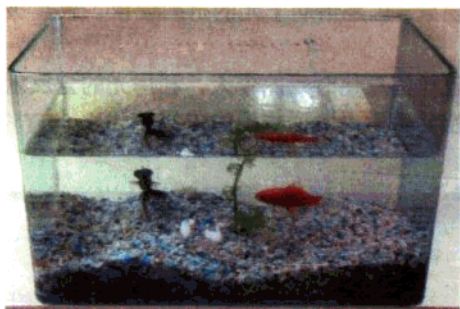


图 1-1-1 鱼缸中的鱼由于折射每条看上去好像都变成了两条

专业术语

折射

refraction

入射角

angle of incidence

折射角

angle of refraction

折射定律的实验探究

一束光从空气射入水中，如图 1-1-2 所示。过入射点 O ，且与介质分界面垂直的线段 MN 称为法线，入射光 AO 与法线间的夹角 i 称为**入射角**，折射光 OB 与法线间的夹角 r 称为**折射角**。

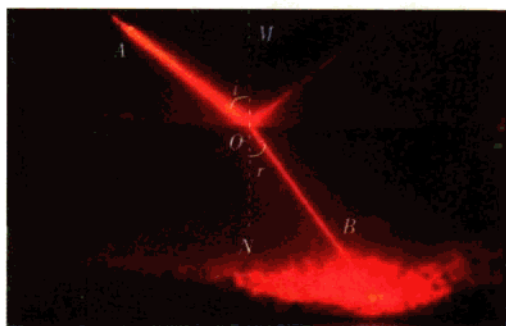


图 1-1-2 折射现象中入射角、折射角的定义

实验与探究

实验用器材：激光器一台，半圆形玻璃砖一个，量角仪一个，直尺一把。

使半圆形玻璃砖的圆心与量角仪中心点重合 (O 点)，如下页图 1-1-3 所示。实验时保持 O 点始终是光的入射点。

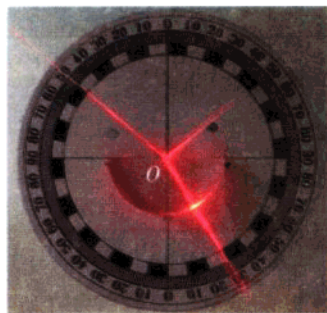


图 1-1-3 光由空气射入半圆形玻璃砖中

猜想与假设

当光的入射角 i 从零开始逐渐增大时, 折射角 r 也从零开始对应变大, 那么, i 与 r 之间是否可能是一种正比关系呢?

进行实验与数据处理

参照图 1-1-3, 按表 1-1-1 所列, 依次改变入射角 i 的数值, 读取各对应的折射角 r , 并填入表格中, 在图 1-1-4 的坐标系上标出 $i-r$ 各实验对应点, 然后光滑连接各点得到实验曲线。

表 1-1-1

i	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
r									

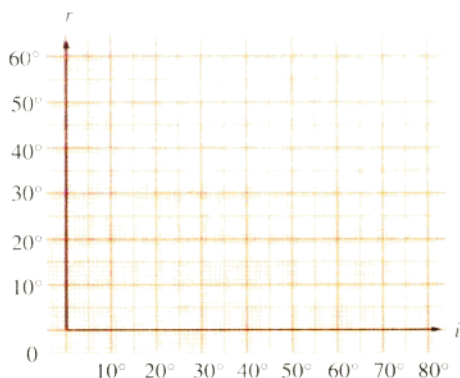


图 1-1-4 入射角与折射角的关系曲线

实验得到的结果是_____。

进一步的猜想、分析与数据处理

当入射角 i 取不同值时, 入射光和折射光与量角仪圆周的交点 A 和 C 也对应变化, 它们到法线的距离分别是 AB 和 CD 线段, 如图 1-1-5 所示。如果改从线度间的关系来考虑, AB 与 CD 线段之间会是怎样的关系呢?

利用表 1-1-1 的实验数据, 用直尺测量各对应入射角的 AB 线段和折射角的 CD 线段, 并填入下页表 1-1-2 中, 然后在下页图 1-1-6 中绘出关系曲线。

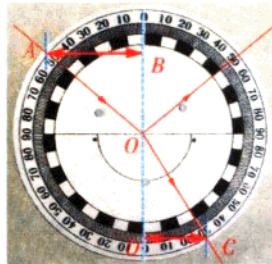
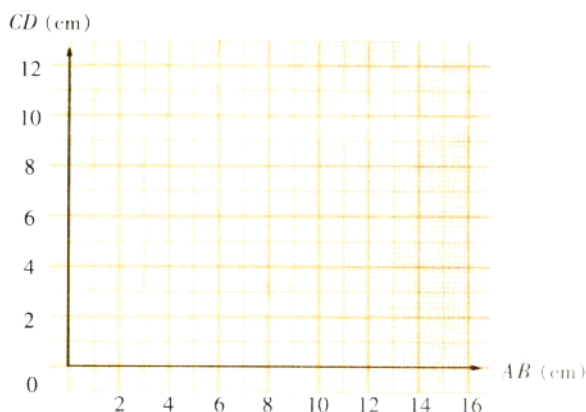


图 1-1-5 入射光与折射光的线量关系示意图

表 1-1-2

i	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
$\overline{AB}(\text{cm})$									
$\overline{CD}(\text{cm})$									
$\overline{AB}/\overline{CD}$									

图 1-1-6 $\overline{AB}$ 与 $\overline{CD}$ 线段的关系曲线

我们的结论是_____。

因为 $\overline{AO} = \overline{CO} = R$, $\frac{\overline{AB}}{R} = \sin i$, $\frac{\overline{CD}}{R} = \sin r$, 所以 $\overline{AB}$ 与 $\overline{CD}$

线段间的关系用 i 和 r 的正弦函数来表述就是: 入射角的正弦与折射角的正弦成正比。

专业术语

折射定律

law of refraction

大量实验证明: 光在任意两种确定介质的界面上发生折射时, 折射光和入射光与法线处在同一平面上, 且折射光与入射光分别位于法线两侧, 入射角的正弦与折射角的正弦成正比。如果用 n 来表示这个比例常数, 即有 $\frac{\sin i}{\sin r} = n$, 这称为光的**折射定律**。

实验同样证明, 如果光逆着原来折射光的方向射到界面上, 将会逆着原来入射光的方向折射出去。此时的入射角等于原来的折射角, 折射角等于原来的入射角。这表明, 在折射现象中光路是可逆的。

折射率

折射时, 不同的介质使光偏折的程度不一样。图 1-1-7 示意了光从空气进入水, 从水进入玻璃, 从玻璃再次进入空气整个过程中光路的情况。比较空气与水的界面和玻璃与空气的界面上光的折射可知, 玻璃比水使光产生的偏折更大。

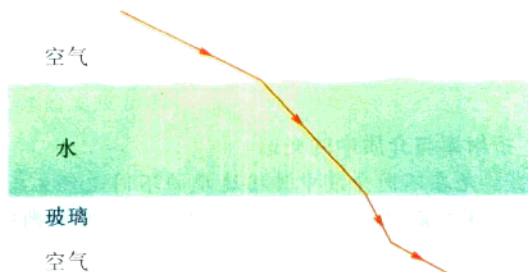


图 1-1-7 不同介质界面上光的折射

为了表征介质的这种性质，在物理学中引入折射率的概念，并把真空的折射率确定为 1，而把光从真空射入某种介质发生折射时，入射角 i 的正弦与折射角 r 的正弦之比 n ，叫做这种介质的**折射率**，即 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 。

由于空气的折射率与真空的折射率相差很小，一般情况下可以把光从空气射入某种介质时入射角的正弦与折射角的正弦之比认为就是这种介质的折射率。

折射率与介质的性质有关，是反映介质的光学性质的一个物理量。不同的介质具有不同的折射率。折射率越大，发生折射时，光线偏折越厉害。

例：一束光从空气射入某种透明液体中，入射角为 45° 时，测得折射光与反射光间的夹角是 105° ，试求此液体的折射率。

解：依题意作图 1-1-8。折射角

$$r = 180^\circ - (45^\circ + 105^\circ) = 30^\circ$$

由折射率的定义式，得

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$$

实践与拓展

1. 把一个硬币放在空碗的底部，并使得从碗的某边缘处恰好看不见此硬币。保持刚才的视角不变，向碗中逐渐加水，描述并解释观察到的现象。

2. 设计一个方案，用实验验证折射现象中光路是可逆的。

专业术语

折射率

refractive index

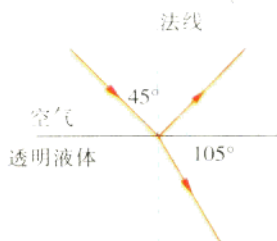


图 1-1-8



资料活页

折射率与介质中的光速

理论与实验的研究表明,光在不同介质中传播速度的不同是产生折射的物理原因.介质的折射率等于光在真空中的速度 c 与光在这种介质中的速度 v 之比,即

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

由于任何介质中光的传播速度 v 都小于在真空中的光速 c , 所以任何介质的折射率都大于 1. 也就是说,光从真空射入任何介质中时, $\sin i$ 大于 $\sin r$, 入射角 i 大于折射角 r .

空气中的光速很接近真空中的光速,一般情况下可以认为光从空气进入某种介质时的折射率即为这种介质的折射率.

大气折射

照到地面上的太阳光要透过地球的大气层,仅产生微小的偏折,但有时这种效应却是不能不考虑的.大气层的折射率与空气的密度有关,越接近地面空气密度越大,折射率也越大.我们可以把大气层看作由许许多多不同折射率的气层组成.太阳光从一个气层进入下一个气层时要向法线偏折,这使得光在大气层中走的实际上是一条曲线(如图 1-1-9 中 BC 段所示),而人的直觉却仍然认为光是直线传播过来的,从而使人们看到太阳的“像”的位置,比太阳实际的位置要高一些.这种效应越是靠近地平线越是明显.此时看到的“像”比实际的位置要高 $37'$. 太阳对人眼睛的张角约 $32'$,略小于 $37'$. 当我们看到太阳刚好升起在地平线上时,实际上看到的是太阳还处在地平线下方时发出的光.只是由于大气的折射,才看到处于地平线上方的“太阳”.如图 1-1-9 所示,图中 S 表示太阳的实际位置, S' 表示太阳“像”的位置.

来自遥远天体的星光在大气中也会有同样的效应,这种效应叫做蒙气差.在天文观测中是要考虑的.

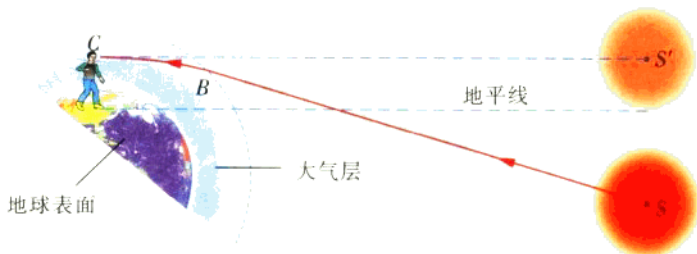


图 1-1-9 在 S 处的太阳看上去处在地平线上方 S' 处

http://我们的网站 (physics.scnu.edu.cn/gzwl)

折射定律的发现历程



练习

1. 图 1-1-10 中的几幅图是想表示光线从空气射入半圆形玻璃砖, 再由玻璃砖射入空气的光路图, 其中 O 为玻璃砖的圆心. 请问: 哪些情况才是实际上可能发生的?

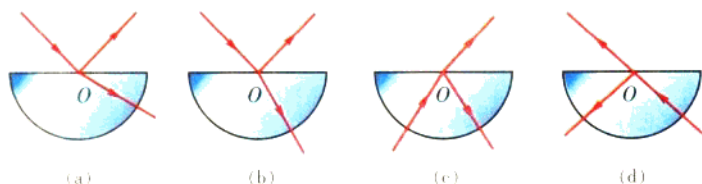


图 1-1-10

2. 如图 1-1-11 所示, 放在水杯中的铅笔看起来像是被折断了, 尝试画出光路图进行解释.



图 1-1-11

3. 光线以 30° 入射角从某一介质射入空气中, 其折射光线与反射光线恰好垂直. 该介质的折射率等于多少? 请画出光路图.

4. 试根据所学知识, 想象并描述一下在地球的表面所看到的星空与跳出地球的大气层所看到的星空的异同.

第二节 测定材料的折射率

大千世界中，每一种透光材料都有相应的折射率。材料折射率的测定，对于研究材料的光学性质或推断物质是何种材料有重要作用。实验中，我们只要测定光线从空气入射到介质材料的入射角和折射角就能计算出该介质材料的折射率。

固体材料折射率的测定

实验与探究

以玻璃砖为测定介质，测量玻璃的折射率。

制定计划和实验方案

如图 1-2-1 所示，可供选择的实验器材有：方形玻璃砖、大头针、刻度尺、白纸、量角器。

设计思路：可利用插大头针透过玻璃砖成像，使后面的大头针依次挡住前面大头针所成的像，从而确定入射光线和折射光线的方向。

根据实验必须测出的物理量，自行制定具体实验计划和方案。

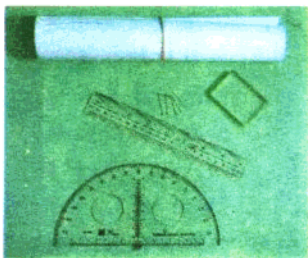


图 1-2-1 实验器材

实验数据记录与处理

表 1-2-1

实验次序	入射角 i	$\sin i$	折射角 r	$\sin r$	$\frac{\sin i}{\sin r}$
1	15°				
2	30°				
3	45°				
4	60°				
5	75°				

$\frac{\sin i}{\sin r}$ 的平均值 $n =$

讨论与交流

1. 如果用三角形或半圆形玻璃砖取代上面实验中的方形玻璃砖，又如何来测定玻璃的折射率？

常用材料的折射率

在生产实践中，人们对许多材料进行了测量，表 1-2-2 中所列的是一些常用材料的折射率。

表 1-2-2

透明材料的折射率			
材料	折射率	材料	折射率
真空	1	熔化的石英	1.46
空气	1.0003	玻璃	1.5~1.9
液态二氧化碳	1.2	翡翠	1.57
冰	1.309	绿宝石	1.57
水	1.333	黄玉	1.61
丙酮	1.36	红/蓝宝石	1.77
乙醇	1.36	水晶	1.55
糖溶液 (30%)	1.38	钻石	2.419
萤石	1.434	二硫化碳	1.63

如果两种材料的折射率相同，则其中一种材料放入另一种材料当中会“消失”。有一些海洋生物，例如海蜇、水母，它们的身体组织有着几乎和海水相同的折射率，所以它们在海水几乎不能被看见，这帮助它们躲避了敌害。

实践与拓展

液体的折射率应该如何测量呢？从上一节实践与拓展栏目中的第一个活动，观察硬币放在空碗的碗底和加满水的碗底时的不同现象，你能得到什么启示？尝试利用刻度尺和水杯对家庭食用油的折射率进行测定。

资料活页

光的色散

如果让一束细窄的白光射向三角形棱镜的一个侧面，再从另一个侧面射出来，将会发现经过棱镜两个侧面折射后的出射光形成一条由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫各色组成的光带（如图 1-2-2 所示），这条光带称为光谱。光谱的产生表明白光是由各种单色光组成的复色光，同时也表明以相同的入射角射向棱镜的各色光，它们的折射角并不相同，即棱镜材料对各色光有不同的折射率。这种同一种介质材料对各色光有不同折射率的现象，称为光的色

散. 光谱中红光偏折最小, 紫光偏折最大, 其他几种色光依次处于红光与紫光之间, 也就是说, 棱镜材料对红光的折射率小, 对紫光的折射率大, 其他几种色光的折射率介于它们两者之间.

我们知道, 介质的折射率 n 等于光在真空中的速度 c 与在这种介质中的速度 v 之比, 即 $n = \frac{c}{v}$. 各种色光在真空中的速度都是 c , 它们在同一种介质材料中折射率不同, 是因为它们在同一种介质材料中的速度不同引起的. 折射率大的色光, 表明它在介质中的速度小, 反之亦然.

彩虹的形成同样与光的色散有关. 雨后的天空存在大量细小的水滴, 射向这些水滴的太阳光由于色散而出现美丽的彩虹.

光学中, 有一种仪器叫做棱镜摄谱仪, 就是利用棱镜的光色散现象来实现分光, 并摄取光源的光谱图以便对光谱进行更深入仔细的研究.

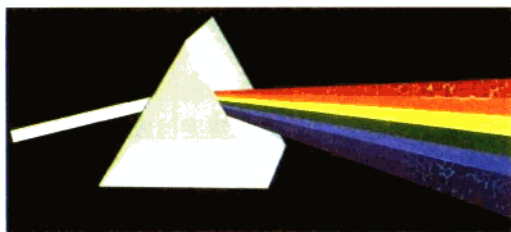


图 1-2-2 棱镜的光色散现象

<http://physics.scnu.edu.cn/qawb/> 我们的风采

生活中的折射现象



练习

1. 在测量玻璃的折射率实验中如果不小心使方形玻璃砖向下平移了一段距离, 实验结果会不会发生变化?
2. 盛有咖啡的玻璃杯放在水中与放在饱和食盐水中时, 杯壁看起来有何不同? 为什么?
3. 如图 1-2-3 所示, 把用相同玻璃制成的厚度为 R 的长方体 A 和半径为 R 的半球体 B 分别放在报纸上, 让半球体的凸面向上. 如果从正上方 (对 B 来说是最高点) 分别观察 A、B 中心处报纸上的字, 试问在长方体 A 中观察到的字与半球体 B 中所观察到的字有什么区别? 为什么?



图 1-2-3

第三节 光的全反射及光纤技术

光从空气射入水、玻璃等折射率较大的介质时，折射角总是小于入射角。由于光路可逆，当光从水、玻璃等介质射入空气时，折射角则会大于入射角。当入射角增大到某一角度时，折射角将达到 90° ，此时如果入射角继续增大，将会出现什么情况呢？

认识光的全反射现象

观察与思考

用一个长方体的玻璃缸，装约 $4/5$ 的清水（清水中加几滴牛奶，以便使水中的光束显现更清楚），再用烟雾发生器使玻璃缸剩余空间内出现一定烟雾，盖上一块平板玻璃，避免烟雾散去，实验装置如图 1-3-1 所示。然后用一支激光笔使光从一侧向上斜射到水的表面。

1. 观察射向水面的光是被反射回水中，还是进入了空气中，或两者都存在。
2. 移动激光笔，使光以不同的角度斜射到水的表面上，你观察到了什么现象？

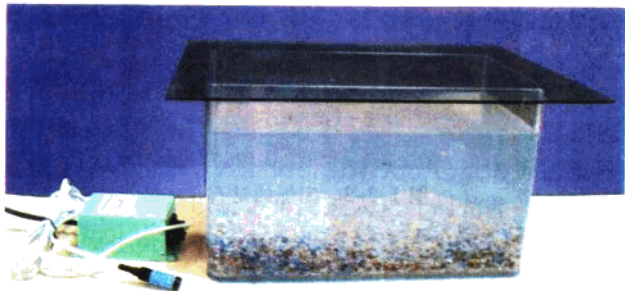


图 1-3-1 观察光的全反射现象实验装置图

实验表明：当光从折射率较大的介质向折射率较小的介质折射时，可能发生折射光线完全消失，即光全部被反射回折射率较大介质中的现象。这种现象称为光的**全反射**。刚好发生全反射，即折射角等于 90° 时所对应的入射角称为**临界角**，记作 i_c 。在下页图 1-3-2 中，(a)、(b)、(c) 三幅照片是光从水向空气折射时，分别对应于入射角小于临界角，约等于临界角和大于临界角时的实验情况。我们看到只有在入射角大于或等于临界角的情况下，才会发生全反射现象。

专业术语

全反射
total reflection
临界角
critical angle