中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

物　　理

（基础版）

上册

主　　编　邵长泰
副 主 编　张协成　邢洪明
责任主审　张维善
审　　稿　卢铁峰　关　堰

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书是根据教育部 2000 年颁布的《中等职业教育物理教学大纲(试行)》编写的．它以科学方法教育为特色，注重理论联系实际，在知识讲述上循序渐进，在编排形式上生动活泼．

全书分上、下两册．上册包括光学、力学和学生实验；下册包括热学、电磁学和近代物理知识和学生实验．本书适用于中等职业学校资源与环境、能源、土木水利工程、加工制造、交通运输、信息技术、医药卫生等各类专业根据教学需要开设的文化基础教材．

图书在版编目(CIP)数据

物理(基础版)上册/邵长泰主编．—北京：高等教育出版社，2001.8

中等职业学校教材

ISBN 7-04-009639-0

Ⅰ.物… Ⅱ.邵… Ⅲ.物理课-专业学校-教材

Ⅳ.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 047547 号

责任编辑 段宝平 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静

版式设计 周顺银 责任校对 戈 捷 责任印制

物理(基础版)上册

邵长泰 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 http://www.hep.edu.cn

http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

开 本 787×1092 1/16 版 次 年 月第 版

印 张 12.5 印 次 年 月第 次印刷

字 数 220 000 定 价 12.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前　　言

本书是与教育部2000年8月新颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》的要求相配套的一部特色教材．遵循中等职业教育“实际、实用、实效”的原则，为突显职业教育的特色，强化“能力为本，三创一实”的精神，在教材编写上，首先考虑了我国中等职业教育的现状和中等职业学校学生的认知规律，确保所讲述的物理知识易于被同学们接受，在内容上做到循序渐进，在形式上做到生动活泼，文风朴实；其次，注重理论联系实际，书中较多地介绍了工农业生产实际和日常生活经验中的一些物理现象，深入浅出地介绍了一些相关的现代科学常识；第三，本书在内容上显明地渗透了物理科学方法的教育，这也是本教材区别于其他同类教材的突出特点．

当今世界的知识，尤其是科技知识有两大特点：一是丰富多彩，知识量大；二是增长迅速，发展快．在科学知识的快速发展中，要跟上时代的步伐，就要讲求效率，讲求策略，讲求方法．在物理教学中，物理科学思维方法是学生获取知识、提高能力的桥和船，它能为学生的成功创造更多的机会和途径，为学生遨游知识天空插上腾飞的翅膀．本教材在编写中，力图通过深入详细的分析、综合、归纳、演绎，借助观察、实验、理想化模型、图象、等效、类比、假说等一系列物理科学方法的渗透和应用，培养学生的观察能力、实验能力、分析问题和解决问题的能力，促进学生自我发展，提高学生的科学素质(包括科学思想、科学精神、科学方法和科学态度)，增强学生的创新意识，为学习后续课程、学习现代科学技术知识和从事祖国现代化建设打下必要的基础．

本教材适用于中等职业学校资源与环境、能源、土木水利工程、加工制造、交通运输、信息技术、医药卫生等各类专业．考虑到我国中等职业教育的现状和不同专业、不同地区的需求，教材内容有一定的弹性．教材以《中等职业学校物理教学大纲(试行)》规定的基础模块为主，适当增加了一部分选修模块的内容(标有“＊”符号的为选修模块内容)．基础模块的内容为大纲规定的必修内容．各校在完成基础模块的教学任务外，可以根据专业特点，适当选学选修模块的内容．以“物理大世界”、“科技博览”等形式出现的阅读材料，是为了扩展同学们知识面而编写的，不作为考试或考查内容．我们更欢迎学有余力、对物理世界感兴趣的同学，能更多地找一些

类似的资料阅读学习．作为反映本书特色的物理科学方法、思想的内容，希望结合教材上下文阅读体会，领悟其基本思想，熟悉物理研究和学习中常用的一些科学思想方法，并逐步将其内化为自身的一种科学素养．

全书使用国际单位制单位，物理量的名称符合1996年全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词》的要求．

本书由教育部中小学教材审定委员会委员、首都师范大学物理系李申生教授和中国教育学会物理教学专业委员会副秘书长张宪魁教授审定．

全书分上、下两册．上册的第一、二章及学生实验由邵长泰编写，第三章由胡立新编写，第四章由孔祥泉编写，第五、六章由邢洪明编写，前言、绪论、附录及第七、八章由张协成编写．下册第一、二章由张协成、张文芝编写，第三、四、五章由张明明、林宏伟编写，第六由朱阳明编写，第七、八章和学生实验由于全福编写．全册由邵长泰任主编，上册由张协成、邢洪明任副主编，下册由张明明、于全福任副主编．

由于作者水平有限，以物理科学方法贯穿教材亦属初试，且是多位作者分工负责，书中可能会有欠妥之处，恳望广大读者提出批评和修改意见．

编者

2000年12月21日

目　　录

绪论 …… 1
物理大世界　物质世界的时空尺度 …… 2
科技博览　纳米科技 …… 3
第一章　几何光学 …… 6
§ 1.1　光的折射 …… 7
§ 1.2　全反射 …… 10
阅读材料　沙漠里的蜃景 …… 13
§ 1.3　光的色散 …… 14
§ 1.4　透镜成像公式 …… 15
§ 1.5　常用光学仪器 …… 18
科技博览　科学家使光束停滞 …… 21
本章小结 …… 21
综合练习一 …… 23
第二章　力　物体的平衡 …… 25
§ 2.1　力的概念 …… 26
§ 2.2　重力　弹力　摩擦力 …… 28
阅读材料　力的种类 …… 34
§ 2.3　力的合成 …… 35
§ 2.4　力的分解 …… 38
§ 2.5　牛顿第三定律 …… 40
*§ 2.6　物体受力分析 …… 43
§ 2.7　共点力作用下物体的平衡 …… 47
§ 2.8　有固定转动轴物体的平衡 …… 49
阅读材料　“走钢丝”过程中力的分解 …… 52
本章小结 …… 54
综合练习二 …… 56
第三章　直线运动 …… 58
§ 3.1　机械运动 …… 59
§ 3.2　变速直线运动 …… 61

需要全本请访问 www.ertongbook.com

阅读材料 怎样理解瞬时速度 …… 63
§ 3.3 匀变速直线运动 加速度 …… 64
§ 3.4 匀变速直线运动的规律 …… 67
§ 3.5 自由落体运动 …… 71
本章小结 …… 73
综合练习三 …… 75
第四章 牛顿运动定律 …… 77
§ 4.1 牛顿第一定律 …… 78
§ 4.2 牛顿第二定律 …… 80
§ 4.3 力学单位制 …… 84
§ 4.4 牛顿第二定律的简单应用 …… 85
阅读材料 用动力学方法测质量 …… 88
本章小结 …… 89
综合练习四 …… 90
第五章 曲线运动 * 万有引力定律 …… 92
*§ 5.1 运动的叠加原理 平抛运动 …… 93
生活中的物理 测量子弹的速度 …… 96
§ 5.2 匀速圆周运动 …… 97
*§ 5.3 向心力 向心加速度 …… 100
阅读材料 离心现象 …… 104
*§ 5.4 万有引力定律 人造地球卫星 …… 106
本章小结 …… 108
综合练习五 …… 110
第六章 机械能 …… 112
§ 6.1 功 功率 …… 113
§ 6.2 动能 动能定理 …… 117
§ 6.3 势能 …… 121
§ 6.4 机械能守恒定律 …… 123
阅读材料 保守力与耗散力 …… 126
本章小结 …… 127
综合练习六 …… 129
第七章 动量 动量守恒 …… 131
§ 7.1 动量 * 冲量 * 动量定理 …… 132
生活中的物理 鸟类对航空安全的影响 …… 136
§ 7.2 动量守恒定律 …… 137

科技博览　长征系列运载火箭 …… 140
本章小结 …… 142
综合练习七 …… 143
第八章　机械振动　机械波 …… 146
§ 8.1　简谐运动 …… 147
物理大世界　有益的振动 …… 151
§ 8.2　受迫振动　共振 …… 153
§ 8.3　机械波 …… 156
§ 8.4　波的图象　波长、频率和波速 …… 159
§ 8.5　机械波的干涉和衍射 …… 162
本章小结 …… 165
综合练习八 …… 166
学生实验 …… 168
实验一　长度的测量 …… 169
实验二　测定玻璃的折射率 …… 172
实验三　测量凸透镜焦距　研究凸透镜成像的规律 …… 173
实验四　互成角度的两个共点力的合成 …… 175
实验五　研究有固定转动轴物体的力矩平衡条件 …… 176
实验六　测运动物体的速度和加速度 …… 177
* 实验七　牛顿第二定律的研究 …… 182
研究性课题 …… 184
一、研究报告　自行车上的物理知识 …… 184
二、调查报告　从物理的观点认识环境污染 …… 184
三、科技制作　研制“水火箭” …… 185
四、探索实验　研究弹簧振子的振动周期与小球质量的关系 …… 185
附录 …… 186
主要参考书目 …… 189

绪　　论

物理学的研究对象　物理学是一门基础科学，它研究力、热、电磁、光等方面的规律．从分子、原子到原子核的内部，从日月星辰到整个宇宙，物理科学研究的对象无所不及．总之，物理学是研究物质最普遍、最基本的运动规律及物质基本结构的一门科学．

在初中阶段，我们已经学习了物理的初步知识，现在，将进一步扩展我们的物理视野，加深对自然界的认识．

物理学是现代科学技术的基础　有人说，对自然科学而言，20 世纪是物理科学的世纪．这并不夸张．现在人们常常提到高新技术，如空间技术、现代通信技术、电子与计算机技术、激光技术、新能源新材料技术、防御技术、现代医疗技术以及生物技术等，它们的发展都与物理学的研究和发展密不可分．如现代医学成像技术中的核磁共振成像术就是利用原子核在磁场中可出现不同磁能级的原理，当外加磁场的频率为某些特定值时，原子核吸收磁场能而跃迁到较高的磁能级，即达到核磁共振．测出不同的共振核在人体中的分布特征，借助计算机分析技术，就可以组建人体器官任意断面的高清晰度图像，从而帮助医生诊断诸如肿瘤、脑血管疾病等过去十分难以诊断的病症．这无疑对现代医学具有十分重要的意义．

物理学的发展促进了文明社会的进步　物理学作为现代科学技术的基础，对人类社会的发展产生了巨大的推进作用．18 世纪中叶，由于热学的发展而促生了历史上第一台蒸汽机，为人类从手工业生产向机械化大生产的转变打下了坚实的基础，并使人类从事海、陆大规模的长途交通和运输成为可能．19 世纪初，由于电磁学研究的成熟，电力的开发与利用被人类提到了议事日程中来．进入 20 世纪，电气化已成为人类文明的一种象征，目前我们的生产、生活几乎一刻也离不开电．20 世纪以来，核能的开发与利用为我们带来了巨大的清洁能源，光纤通信的普及使人们变得“天涯若比邻”，航天飞机的出现使“嫦娥奔月”的神话成了现实……

物理学的研究方法在自然科学各领域都起到了重要的作用　实验与观察的方法、理想化实验(思想实验)的方法、类比的方法、建立理想化模型的方法、假说的方法、近似的方法、实验效果放大与转化的方法、创造几何模型的方法、用数学公式解决物理问题的方法等，是物理学发展史中被普遍应用的科学研究方法，它们促进了物理学的产生和发展，同时也被自然科学(甚至社会科学)的其他学科借鉴和应

用，并对其他学科产生了积极的推动作用．如脱氧核糖核酸(DNA)是存在于细胞核中的一种重要物质，它是储存和传递生命信息的物质基础．1953年，生物学家沃森和物理学家克里克通力合作，利用物理学X射线衍射的实验方法，在卡文迪什实验室成功地确定了DNA的双螺旋结构，为人类生物学研究奠定了坚实的基础．

怎样学好物理学　现代自然科学最突出的特征，是以实验为基础．物理知识来源于生活和生产实际，特别来源于人们有目的的观察和实验．因此，学习物理要仔细地观察物理对象，分析和研究物理现象，分析物理现象产生的原因和条件．要认真做好实验，认清实验仪器的设计特点，掌握实验的原理和实验操作技术，学会使用仪器．还要学会用科学的方法处理实验数据，并作出合理的结论．

有的物理概念和规律是在大量事实和实验观察的基础上，经过分析、综合等科学方法抽象、概括取得的，有的是在已有知识的基础上，经过类比、演绎等科学方法推理得出的．我们学习物理，重视这些过程，才能理清物理知识的来龙去脉，进而深入理解物理概念和规律．而这些过程体现出来的方法，正是我们提倡的物理科学方法．因此，学习物理必须要学习相关的一些物理科学方法．同时，还要树立一些基本的哲学思想和辩证唯物主义思想.对于用数学公式表达的物理概念和规律,不仅要从数量的角度去看问题，更重要的是要掌握它们的物理意义以及这些规律成立的条件和适用的范围．学习物理学要善于理论联系实际，善于把知识应用到实际中去，并在实际应用中，学会对具体问题作具体的分析，从而锻炼和培养自己运用物理知识分析和解决实际问题的能力．

学好物理一定要做相当数量的训练习题．做习题是为了巩固所学知识，并在其中培养锻炼我们理解问题和解决问题的能力，提高科学思维能力，而不是只为知道和记忆个别答案．因此，做习题一定要审清题意，正确分析出解题所依据的物理原理，然后合理地选择物理公式，不要生搬硬套．努力在练习的过程中，巩固所学物理知识，提高自己的科学思维能力．

物质世界的时空尺度

物理学有许多分科，如力学、热 学、电磁学、光学、统计物理学、量子力学、原子和原子核物理学、凝聚态(固态和液态)物理学、粒子物理学(高能物理)等等．物理学的研究范围是非常广阔的．

空间尺度　物理学的最小研究对象是数量级约为 10^{-15} m 的微观粒子,最大研究对象是数量级为(10^{26}～10^{27}) m 的宇宙.

粒子物理学的研究对象,数量级约为 10^{-15} m;目前最活跃的交叉学科——生物物理学研究的生物大分子,数量级为(10^{-7}～10^{-4}) m;地球半径为 6 371 km,乘以 2 π 得周长约 4×10^{4} km,合 8×10^{4} 华里,故有“坐地日行八万里”之说;太阳的直径约 10^{9} m;太阳系的直径约 10^{12} m.当前人类所认识的宇宙,最远的观察极限数量级为(10^{26}～10^{27}) m,空间尺度从 10^{-15} m 到(10^{26}～10^{27}) m,共跨越了 42～43 个数量级.

时间尺度　现代的标准宇宙模型告诉我们,宇宙是在大约(1.0～2.0)×10^{10}年前的一次大爆炸中诞生的.用 s(秒)来表示,宇宙的年龄有 10^{18}的数量级;据热核聚变的理论计算,太阳的寿命可有 10^{10}年,而现在太阳的年龄只有 5×10^{9} 年,它正处在壮年时期;古人类出现在距今(2.5～4)×10^{6}年(10^{14} s)前,而人类的文明史只有 5 000 年(10^{11} s);人的寿命通常不到 100 年(10^{9} s);地球公转的周期为 1 年(3×10^{7} s),月球公转的周期 30 天(2.6×10^{6} s),地球自转的周期为 1 月(8.64×10^{4} s≈10^{5} s);运动员百米赛跑的世界记录具有 10^{1} s;钟摆的周期是 10^{0} s= 1 s,市电的周期为 2×10^{-2} s;超快速摄影的曝光时间为 10^{-4} s;中子的寿命约 10^{3} s,μ子寿命为 10^{-6} s,$\pi^{\pm}$介子为 10^{-8} s,τ子为 10^{-13} s,π^{0}介子为 10^{-17} s,Z^{0}的寿命最短,为 10^{-25} s.

从 10^{-25} s 到 10^{18} s,宇宙间各种事物的时间标度跨越了 43～44 个数量级.

纳　米　科　技

“纳米”是一个很小的长度计量单位,其符号为 nm,1 nm= 10^{-9} m.纳米尺度比原子尺寸略大(约为十几个原子排列起来那么长),大约相当于一根头发丝直径的万分之一.

科学家们预言,纳米科学技术将成为 21 世纪信息时代的核心,是 21 世纪科技革命的基础动力和主力军.它的发展将对诸多领域(包括理论研究领域和实际应用领域)产生重大影响,将会产生现在人们还想象不到的推动世界前进的奇迹.

1.纳米物理学　纳米物理学是纳米科学中最基本的、综合性的、侧重于理论研究的学科,它将深入揭示物质在纳米空间内特异的物理性质、物理表征和物理过程,如特异的结构,特殊的力学性质、光学性质、磁学性质、导电机理和量子效应等.纳

米物理学是纳米科学技术的基础学科，纳米物理学研究的不断进展将对开发物质的潜在信息和电子技术，以及材料学等方面产生重大影响，促进纳米科技的其他领域迅速发展.

2. 纳米电子学　应用纳米电子技术，人们已可用单个原子制成开关，制成单电子晶体管、单电子逻辑器件等. 它们能控制单个电子的运动状态(而传统的晶体管等元件只能控制群电子的运动状态)，从而可以实现某种预定的效应. 这类器件将是量子计算机的重要组成部分. 这种计算机虽小如谷粒，但计算能力可为奔腾芯片的 1 000 亿倍，处理能力相当于拥有 100 个工作站的超级计算机中心. 如今物理学家们还能把原子压缩在一起，制成只有分子大小的电子元件“量子阱”(亦称“量子点”)，用于制造超高速、超微型的计算机.

3. 纳米材料学　英国剑桥大学的材料学专家早就发现，当物质的体积缩小到某种程度时，其性质就会发生戏剧性的变化. 科学家们认识到，纳米固体材料具有一般晶体材料和非晶体材料都不具备的优异特性，例如，其硬度、强度、韧性、导电性等都非常高，在磁、光、声、热等方面的性能也都有很大的变化，在一定条件下还会出现一些特异的性质. 例如：大块的硅是不发光的，当它的体积缩小到纳米级尺度时就会发光；采用纳米硅材料制成的高效电子元件，其功效可超过普通单晶硅的几十倍；钢是一种多晶体物质，如果把它的单个晶体缩小到纳米规模或者更小时，它的硬度就会大幅度提高；普通陶瓷材料又硬又脆，而纳米陶瓷材料却完全不同，它在高温下异常柔软；由石墨原子层卷曲成的碳纳米管，其韧性极高，强度比钢铁高 100 倍，而密度才是钢的 1/6，它还具有非常好的储氢性能.

4. 纳米机械学　纳米机械学是一门具有巨大发展潜力的纳米技术科学. 目前人们已经制造出了很多绝妙的纳米组件，如硅纳米轮和碳纳米管等. 人们已经制造成功的数百万个微型机电装置，它们最多只有 1 μm (即 1 000 nm)那么大. 未来的此类装置可能会比现在的还要小 1 000 倍. 它们已被作为传感器广泛用于安全气囊、计算机操纵杆和喷墨打印机上. 美国桑迪亚国家实验室用 20 个微细的组成生物基因的核苷酸三联体序列首尾相联，制成了世界上最为复杂的齿轮式序列，其每一个单位都可以以 3.5×10^5 r/min 的转速自转. 这种机械装置也已用于安全气囊和计算机操纵杆上，预计将来还可用于卫星操作和战场作战监督等方面.

5. 纳米显微学　目前最先进的显微镜统称为扫描探针显微镜(SPM). 其特点是采用一个极微小的探针(针尖一般在纳米尺度)在样品表面极小的距离内移动，同时获得样品表面信息. SPM 不仅可以帮助人们认识纳米世界，而且还可以帮助人们制造纳米新材料，进行纳米微加工，甚至原子操纵等.

6. 纳米科技用于生物医学领域　纳米科技与生物学相结合而形成的纳米生物

需要全本请访问 www.ertongbook.com

学将是 21 世纪生命科学的重要组成部分.

利用纳米技术可制造医用纳米“潜艇”或机器人,让它在人的血管网络中漫游,进行巡逻和检查,可将发现的“敌人”歼灭,或对体内的细胞组织进行修复、清除动脉粥样硬化斑块等. 利用细菌大小的纳米机器人还可以对病牙进行无痛苦的修复或制造新的牙齿. 我国科研人员利用纳米技术将银制成尺度在纳米量级的超细小微粒(直径 0.1　μm ,即 100　nm 左右),然后使其附着于棉织物上,制成了一种新的医用敷料——纳米银长效广谱抗菌棉. 银具有预防溃烂及加速伤口愈合的作用,经过纳米技术处理后表面积大大增加,表面结构也发生了根本性的变化,杀菌力相应提高 200 倍以上.

7. 纳米科技挑战能源现状　利用纳米技术能够制造出低能耗的各种机电设备,如单电子晶体管,其所需的电力可降低到通常晶体管的十万分之一,采用这类纳米电子元件的电子产品会极大地降低能耗. 这样就可以大大降低人类对于现有能源的需求量. 利用纳米技术还可以开发出新的能源,大幅度提高能源供给量. 近年来科学家发现,碳纳米材料是一种优异的储氢材料. 中国科学院的一个研究小组,采用与众不同的新方法,快速合成出大量高质量的碳纳米纤维,是世界上制造的储氢能力最强的碳纳米材料.

8. 纳米科技与未来战争　纳米科技刚刚问世不久,就立即引起了物理学家和军事家们的共同关注. 将纳米科技用于高新技术武器的制造,不仅可以使武器装备的体积和质量大大缩小,性能大幅度改善和提高,而且还可以创造出许多全新的武器系统.

有些纳米材料可使某些武器装备表面有灵敏的“感觉”. 例如,利用某种纳米材料制造的潜艇蒙皮可灵敏地“感知”水流、水波、水压、水温等极微小的变化,并及时反馈到中央计算机,以调整潜艇的运动状态、侦察和躲避敌方鱼雷. 纳米固体材料在较宽频谱范围内对电磁波有很强的均匀吸收性能,仅几十纳米厚的纳米薄膜材料与比它厚 1　000 倍的现有吸收材料具有相同的吸波效果. 因此,采用纳米薄膜吸波材料将会使隐形武器的实战能力大为提高. 将纳米军用遥控机器人植入昆虫的神经系统(如美国试制的“蚂蚁雄兵”),就可遥控昆虫进入敌人任何要害部门,以搜集情报,杀伤敌人或干扰破坏敌人的电子系统.

第一章　几　何　光　学

- §1.1　光的折射
- §1.2　全反射
- 阅读材料　沙漠里的蜃景
- §1.3　光的色散
- §1.4　透镜成像公式
- §1.5　常用光学仪器
- 科技博览　科学家使光束停滞
- 本章小结
- 综合练习一

光学是一门历史悠久的学科,远在2 400多年前,我国的墨翟(公元前468—公元前376年)及其弟子们就观察并记载了关于光的直线传播、影的形成、光的反射和面镜成像等现象,著有《墨经》一书.北宋的沈括(1031—1095)在他的著作《梦溪笔谈》中详细记录了小孔成像、霓虹、日食等现象.

光学知识可分为两部分,一部分以观察和实验方法研究光的传播规律,并用几何作图法表现其规律,如光的直线传播、光的反射和折射等,属于几何光学的范围;另一部分研究光的本性以及光与物质的相互作用等,属于物理光学的范围.现在学习几何光学,在本书下册介绍物理光学.

学习本章,我们希望同学们落实以知识、能力和科学方法为核心的三类学习目标:(1)理解绝对折射律、临界角、放大率等概念和折射定律、透镜公式等规律;了解全反射、光的色散等概念以及光导纤维和常用光学仪器.(2)能够运用所学知识对单一凸透镜成像问题进行分析,初步掌握解决有关光学实际问题的能力.(3)认真领会引入光线模型对研究透镜成像、光学仪器、光纤通信等所起的重要作用,初步认识正确地选取物理模型对解决实际问题的重大意义,养成对问题进行科学分析的习惯,提高自身的科学思维能力.

§ 1.1 光 的 折 射

中国古人很早就注意到了多种光学现象,并试图对它们作出解释.

沈括在《梦溪笔谈》中写到:夏天,在山东蓬莱、栖霞,从平静无风的海面上向远方望去,有时能看到山峰、船舶、楼台、宫室、城池、人物、车马等出现在空中,谓之海市蜃楼,如图1.1所示.同学们想一想,视野之外的光是怎样“弯曲”进入我们眼中的?这种在自然条件下对自然现象进行观察的结果,应作何种解释呢?

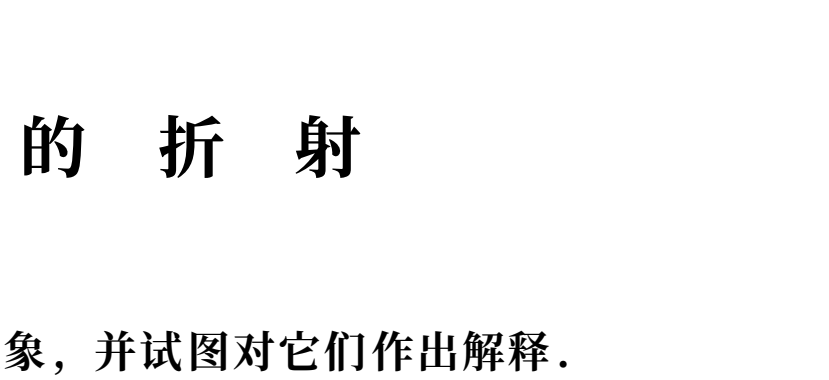


图 1.1

折射定律 初中光学告诉我们,表示光的传播方向的带箭头的几何线,称为光线.在均匀介质

中光沿直线传播.

如果光从一种物质进入另一种物质，例如，从玻璃射到水中，或者某物质的光学性质改变时，光可能发生方向上的变化．光线的这种方向变化称为光的折射．

现在让我们在光具盘(图 1.2 所示装置)上用实验方法观察光线的变化情况．在光具盘中央固定一个半圆柱形玻璃砖，让光从空气斜射到玻璃砖直边中心，可以观察到光线分成两束，分居于法线 NN 的两侧．一束光线反射到空气中，另一束射到玻璃中，前者称为反射光线，后者称为折射光线．入射光线与法线间的夹角 i 叫做光的入射角，折射光线与法线间的夹角 r 叫做光的折射角．以几何作图法画出光路图，如图 1.3 所示．若转动光具盘，改变入射光的方向，则可观察到反射光线、折射光线的方向也随之发生变化．

图 1.2　　图 1.3

经过近千年不懈的努力，人们终于通过实验得出：(1) 折射光线总在入射光线和法线所决定的平面内，折射光线和入射光线分居于法线的两侧；(2) 入射角的正弦和折射角的正弦之比，对于任意给定的两种介质来说，是一个常数，即

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\text{常数} \tag{1.1}$$

式中 i 表示入射角，r 表示折射角，这个规律称为折射定律，也叫斯涅耳定律．

折射率　光从空气射入玻璃和射入水中的时候，虽然入射角的正弦和折射角的正弦之比都是常数，但是这两个常数的数值不同，射入玻璃时这个常数约为 1.5，射入水时这个常数约为 1.33．可见，这个常数是跟介质有关的一个物理量．

光从真空射入某种介质发生折射的时候，入射角 i 的正弦跟折射角 r 的正弦之比 n，叫做这种介质的绝对折射率，简称折射率，即

$$n=\frac{\sin i}{\sin r} \tag{1.2}$$

理论和实验的研究还证明，某种介质的折射率，等于光在真空中的速度 c 跟光在

这种介质中的速度 v 之比:

$$n=\frac{c}{v} \tag{1.3}$$

由于光在真空中的速度 c 大于光在任何介质中的速度 v,所以,任何介质的折射率都大于 1. 光从真空射入任何介质时,sin i 都大于 sin r,这时入射角大于折射角.

由于光在真空里的速度跟在空气里的速度相差很小,可以认为光从空气里进入某种介质时的折射率就是那种介质的折射率. 表 1.1 列出了几种介质的折射率.

表 1.1 几种介质的折射率

金刚石	2.42	岩盐	1.55
二硫化碳	1.63	酒精	1.36
玻璃	1.5～1.9	水	1.33
水晶	1.54	空气	1.000 28

两种介质相比,折射率大的称为光密介质,折射率小的称为光疏介质.

[例题 1] 光以 60°的入射角从空气射向重火石玻璃(n= 1.80),求折射角.

解 由光的折射定律

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

得

$$\sin r=\frac{\sin i}{n}=\frac{\sin 60^\circ}{1.80}=0.48$$

查三角函数表得 r= 29. 24°.

[例题 2] 已知玻璃的折射率是 n_1= 1.52,水的折射率是 n_2= 1.33,求光在玻璃中和水中的传播速度.

分析 光的折射定律既可以表达为入射角与折射角的正弦之比,又可表达为光在两种介质中的速度比值. 光在真空中的速度与其在空气中的速度近似相等,是一个确定值,因此,若知道一种介质的折射率,就可以算出光在该介质中的速度.

解 由 $n=\frac{c}{v}$

得

$$v_1=\frac{c}{n_1}=\frac{3\times 10^8}{1.52}\ \text{m/s}=1.97\times 10^8\ \text{m/s}$$

$$v_2=\frac{c}{n_2}=\frac{3\times 10^8}{1.33}\ \text{m/s}=2.3\times 10^8\ \text{m/s}$$

练习　1.1

1. 光线以 60°的入射角从空气射入折射率为 1.33 的水中，折射角是多少？画出光路图.

2. 光线从某种物质射入真空中，测得入射角为 18°，折射角为 30°，求这种物质的折射率和光在其中的传播速度.

3. 请问你看到水中的鱼比实际深度是深些还是浅些？为什么？

4. 光线从空气斜射入水中，图 1.4 中哪个光路图是正确的？

图 1.4

§ 1.2　全　反　射

全反射　光疏介质与光密介质是相对的，例如，水、水晶和金刚石三种物质相比较，水晶对水来说是光密介质，对金刚石来说是光疏介质．由折射定律可知，光线由光密介质射入光疏介质时(例如由水射入空气)，折射角大于入射角，称为远法线折射．反之为近法线折射.

既然光线从光密介质射入光疏介质时，折射角大于入射角，由此可以预料，当入射角增大到一定程度时，折射角就会增大到 90°．如果入射角再增大，会出现什么现象呢？

如图 1.5 所示，让一束光线通过镜面照射到水与空气的分界面上，我们观察到这束光在界面上发生了折射和反射．因为光是从光密介质射向光疏介质，所以折射角大于入射角．如果转动镜子 M，让入射角逐渐增大，我们会看到折射线逐渐远离法线．在这一过程中反射光线逐渐增强，折射光线逐渐减弱．如果再增大入射角，光线就会全部被反射，这就是全反射现象.

入射光线在介质分界面上被全部反射的现象，叫做光的全反射.

折射角等于 90°时的入射角，叫做临界角．当光线从光密介质射到两种介质的界面上时，如果入射角等于或大于临界角，就会发生全反射现象．从反射到全反射的

需要全本请访问 www.ertongbook.com