



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 (第二版)

主编 邵长泰 张协成



高等教育出版社

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

(第二版)

主 编 邵长泰 张协成

副 主 编 姜广华 陈 霞

责任主审 张维善

审 稿 卢铁峰 关 堰 张宪魁

高等教育出版社

内容提要

本教材是中等职业教育国家规划教材《物理》(基础版)上册的第二版。

本次修订在保持原书物理科学方法教育特色的基础上,根据中等职业教育改革的要求,删减了部分较深、较难的理论内容;增加了贴近生活、联系实际的节前引导语;丰富了反映现代科学技术、现代生活的阅读材料;调整了部分习题、例题。全书始终以贴近生产、贴近生活为宗旨,以能力为本位,努力为学生今后的专业课学习及就业打下坚实的基础。

全书分上、下两册,上册包括几何光学、力学和相关实验。本教材适用于中等职业学校各个专业的学生使用。

本教材配有学习卡,提供增值教学服务。凭借学习卡上的卡号和密码登录“<http://sve.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.edu.cn>”网站。

图书在版编目(CIP)数据

物理.基础版:上册/主编邵长泰,张协成.—2版.北

京:高等教育出版社,2005.6

ISBN 7-04-016727-1

I.物… II.①邵…②张… III.物理课—专业学校—教材 IV.G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 048170 号

策划编辑 段宝平 责任编辑 段宝平 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 张 颖 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 280 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2001 年 8 月第 1 版
2005 年 6 月第 2 版
印 次 2005 年 6 月第 2 次印刷
定 价 18.70 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

物料号 16727-A0

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年五月

第二版前言

中等职业教育国家规划教材《物理》(基础版),自2001年8月第一版发行以来,已在全国使用近四年时间了。从使用情况看,此套教材受到许多中职学校的欢迎。近年来中等职业教育发生了很大的变化,“以就业为导向,以能力为主本位”已成为职业教育的共识。为进一步完善知识内容,优化结构形式,使之更加适应于当前我国中职教育新形势,加快培养符合新时代要求的劳动者,由高等教育出版社组织安排,对本套教材进行了修订。

与第一版相比,本次修订主要在以下几方面有了较大的改进:

一、删改了原教材中部分偏深、偏难的知识内容,使教材更适应当前我国中等职业教育的教学要求。

二、增加了节前教学引导语。物理学来源于生活和生产,其最终目的是服务于社会。我们选用学生熟悉的生活、生产中的实例,作为本节知识的引子,目的是激发学生学习的兴趣,树立明确的学习目标,营造亲切、轻松的学习氛围。

三、改编了部分阅读材料,使之与教材的配合更加默契,与当前科学、技术和社会的联系更加紧密,增强了教材的时代气息。

四、改编了每章后的综合练习。根据习题的难易程度,将原来的一套综合题,改编成A、B两组,并增补了部分典型题目。A组适于所有的同学使用,B组主要为学有余力并希望进一步深造的同学准备。

本教材还配有学习卡,凭借学习卡上的卡号和密码可以登录高等教育出版社立体化教材网网站(“<http://sve.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.edu.cn>”)。网站将为师生提供在线学习、名师答疑、知识博览、电子教案、教学设计及教学素材等免费的教学增值服务。

本书上册由中国教育学会物理教学专业委员会副秘书长、山东省教育厅高等学校教学指导委员会委员张宪魁教授和丁振华副教授审定,下册由中国物理学会职教分会副主任、中国教育学会职教工委副主任詹必文高级讲师和王铁平副教授审定。

全书分上、下两册。上册的前言及第一章由邵长泰编写,绪论、附录、学生实验及第二章、第三章由张协成编写,第四章由姜广华编写,第五章由陈霞编写,第六章由于全福编写,第七章由徐国众编写,第八章由胡立新编写。下册第一章由邵长泰编写,第二章、第三章和学生实验由张明明编写,第四章由刘现营编写,第五章由王宪明编写,第六章由林宏伟编写,第七章由张文芝编写,第八章由杜旭芳编写。上册由邵长泰、张协成任主编,姜广华、陈霞任副主编,下册由邵长泰、张明明任主编,刘现营、王宪明任副主编。全书由邵长泰统稿。

由于作者水平有限,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

2005年1月

第一版前言

本书是按教育部2000年8月新颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》的要求编写的一部特色教材。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,本书在内容上鲜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、图像、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,第六章由朱阳明编写,第七、八章和学生实验由于全福编写。全书由邵长泰任主编,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,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	§ 3.4 匀变速直线运动的规律	59
物理大世界 物质世界的时空尺度	2	§ 3.5 自由落体运动	64
第一章 几何光学	3	阅读材料 伽利略及其科学贡献	65
§ 1.1 光的折射	4	本章小结	67
§ 1.2 全反射	6	综合练习三	68
科技博览 从烽火狼烟到光纤通信	9	第四章 牛顿运动定律	70
§ 1.3 光的色散	11	§ 4.1 牛顿第一定律	71
§ 1.4 透镜成像公式	12	§ 4.2 牛顿第二定律	73
§ 1.5 常用光学仪器	15	阅读材料 经典物理学大师——牛顿	76
生活中的物理 内外有别的门镜	17	§ 4.3 力学单位制	78
本章小结	18	§ 4.4 牛顿第二定律的简单应用	80
综合练习一	19	本章小结	82
第二章 力 物体的平衡	21	综合练习四	83
§ 2.1 力的概念	22	第五章 曲线运动 * 万有引力定律	85
§ 2.2 重力 弹力 摩擦力	24	*§ 5.1 运动的叠加原理 平抛运动	86
生活中的物理 自制简易测力计	29	§ 5.2 匀速圆周运动	89
§ 2.3 力的合成	30	*§ 5.3 向心力 向心加速度	92
§ 2.4 力的分解	33	生活中的物理 离心现象的应用与危害	96
§ 2.5 牛顿第三定律	35	*§ 5.4 万有引力定律 人造地球卫星	98
*§ 2.6 物体受力分析	38	科技博览 大有可为的“风云二号”气象 卫星	100
§ 2.7 共点力作用下物体的平衡	41	本章小结	101
生活中的物理 流体和流体的阻力	43	综合练习五	102
§ 2.8 有固定转动轴物体的平衡	44	第六章 机械能	104
本章小结	47	§ 6.1 功 功率	105
综合练习二	48	§ 6.2 动能 动能定理	109
第三章 直线运动	50	§ 6.3 势能	112
§ 3.1 机械运动	51	§ 6.4 机械能守恒定律	114
生活中的物理 走进百姓生活的卫星定位 系统	53	生活中的物理 有惊无险的翻滚过山车	117
§ 3.2 变速直线运动	54	本章小结	119
§ 3.3 匀变速直线运动 加速度	56	综合练习六	120

第七章 动量	122	本章小结	152
§ 7.1 动量 · 冲量 · 动量定理	123	综合练习八	153
生活中的物理 飞机为什么怕飞鸟	126	学生实验	154
§ 7.2 动量守恒定律	128	实验一 长度的测量	155
科技博览 “长征”系列运载火箭	130	实验二 测定玻璃的折射率	158
本章小结	132	实验三 测量凸透镜的焦距	160
综合练习七	133	实验四 互成角度的两个共点力的合成	162
第八章 机械振动 机械波	135	实验五 研究有固定转动轴物体的力矩平衡 条件	163
§ 8.1 简谐运动	136	实验六 测运动物体的速度和加速度	164
§ 8.2 受迫振动 共振	140	实验七 牛顿第二定律的研究	168
§ 8.3 机械波	143	研究性课题	171
§ 8.4 波的图像 波长、频率和波速	145	附录	172
物理大世界 测定地震中心位置的方法	147		
§ 8.5 机械波的干涉和衍射	149		

绪 论

物理学研究对象 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.在17、18世纪,由于牛顿力学的建立和热学的发展,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物质基础,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.现代通信技术的发展,使人们感到“天涯若比邻”.航天技术的发展,使“嫦娥奔月”的神话成为现实……

物理学研究方法在自然科学的各领域都起到了重要的作用 实验与观察方法、理想化实验(思想实验)方法、类比方法、理想化方法、假说方法、近似方法、实验效果放大与转化方法、数学方法等,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,并做出合理的结论.

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练习题.做习题是为了巩固所学知识,并在其中培养锻炼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.



物理大世界

物质世界的时空尺度

物理学有许多分支,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 $(10^{26} \sim 10^{27})\text{m}$ 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 $(10^{-7} \sim 10^{-4})\text{m}$;地球半径为 $6\,371\text{ km}$,乘以 2π ,得周长约 $4 \times 10^4\text{ km}$,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 $(10^{26} \sim 10^{27})\text{ m}$,空间尺度从 10^{-15} m 到 $(10^{26} \sim 10^{27})\text{ m}$,共跨越了 $42 \sim 43$ 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 $(1.0 \sim 2.0) \times 10^{10}$ 年前的一次大爆炸中诞生的.如果用 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,太阳的寿命可达 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 $(2.5 \sim 4) \times 10^6$ 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($3 \times 10^7\text{ s}$),月球公转的周期 30 天($2.6 \times 10^6\text{ s}$),地球自转的周期为 1 天($8.64 \times 10^4\text{ s} \approx 10^5\text{ s}$);运动员百米赛跑的世界记录只有 10^1 s ;钟摆的周期是 $10^0\text{ s} = 1\text{ s}$,市电的周期为 $2 \times 10^{-2}\text{ s}$;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 , π^+ 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尺度跨越了 $43 \sim 44$ 个数量级.

第一章 几何光学

● § 1.1 光的折射

● § 1.2 全反射

科技博览 从烽火狼烟到光纤通信

● § 1.3 光的色散

● § 1.4 透镜成像公式

● § 1.5 常用光学仪器

生活中的物理 内外有别的门镜

● 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,其光学成就收集在著名的巨著《墨经》中;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、霓与虹、日食等现象。

今天,照相机已走过寻常百姓家,夜视仪、微光镜等许多现代光学设备也得到广泛的应用,激光事业的蓬勃发展,光导纤维通信的迅速普及,光电传感的崛起等,使光学又成为现代科学技术中最具活力的前沿学科。

在中等职业教育阶段,我们学习的光学知识可分为两部分:一部分是用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;另一部分是研究光的本性、光与物质的相互作用等,属于物理光学的范畴。

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) 理解折射率、临界角、放大率等概念和折射定律、透镜成像公式等规律;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) 能运用几何和代数方法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要意义,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

生活中,我们经常观察到这样的现象:一枝铅笔,并没有折断.但当把它斜插入盛水的玻璃杯之中,却像被折断了一样(图 1.1)。

难道这是人们玩的魔术吗?

折射定律 初中光学知识告诉我们,在均匀介质中光是沿直线传播的。

如果光从一种物质进入另一种物质,或者某物质的光学性质改变时,光可能发生方向上的改变.光线的这种方向改变称为**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折射现象: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,另一束折射到玻璃中,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 1.2 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。

经过近千年不懈的努力,人们通过实验终于得出:(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



图 1.1

于任意给定的两种介质来说,是一个常量,即

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{常量} \quad (1.1)$$

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 光从空气射入玻璃或射入水中的时候,虽然入射角的正弦和折射角的正弦之比都是常量,但是这两个常量的数值不同,射入玻璃时这个常量约为 1.5,射入水时这个常量约为 1.33. 可见,这个常量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

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (1.2)$$

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:

$$n = \frac{c}{v} \quad (1.3)$$

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,折射角都小于入射角. 所以 $\sin r$ 也都小于 $\sin i$.

由于光在空气中的速度跟在真空中的速度相差很小,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

两种介质相比较,折射率大的称为**光密介质**,折射率小的称为**光疏介质**.

在图 1.1 的实验中,铅笔之所以看起来被折断了,原来就是光的折射造成的.

[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

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

查三角函数表得

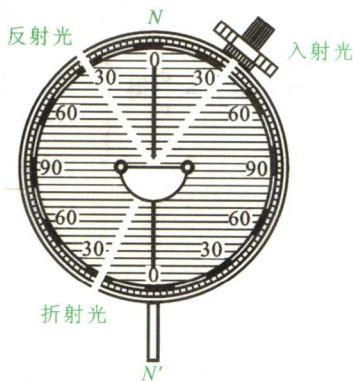


图 1.2

$$r \approx 29.24^\circ$$

[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 根据题意, 已知介质的折射率, 可根据 $n = \frac{c}{v}$ 计算出光在该介质中的速度.

解 由 $n = \frac{c}{v}$ 得

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

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} \text{ m/s} \approx 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

—— 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?

§ 1.2 全反射

海市蜃楼是一种大气光像奇观. 海市蜃楼发生时, 人都会产生一种“忽闻海上有仙山, 山在虚无缥缈间”的感觉(图 1.3).

那么, 海市蜃楼是怎样产生的呢?

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.

既然光线从光密介质射入光疏介质时, 折射角大于入射角, 由此可以推想, 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 1.4 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. 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. 当入射角增大到一定数值时, 光线就会全部被反射. 这时发生的现象称为光的**全反射现象**.



图 1.3

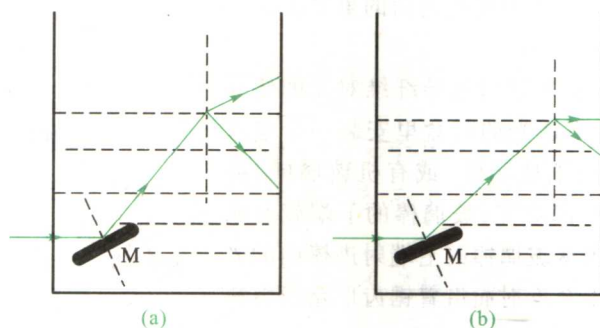


图 1.4

折射角等于 90° 时对应的入射角, 叫做**临界角**, 用 i_c 表示. 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. 从反射到全反射的转变, 是从量到质的转变, 这个转折点就是临界角.

怎样求出光从折射率为 n 的某种介质射到空气 (或真空) 时的临界角 i_c 呢? 由于临界角 i_c 是折射角等于 90° 时的入射角, 根据折射定律可得

$$\frac{\sin i_c}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$$

因而

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

从折射率表中查出物质的折射率, 就可以用上式求出光从这种介质射到空气 (或真空) 时的临界角. 几种介质的临界角见表 1.2.

表 1.2 几种介反对空气的临界角

物质 (固体)	临界角	物质 (液体)	临界角
金刚石	24.4°	甘油	42.9°
二硫化碳	38.1°	酒精	47.3°
玻璃	$30^\circ \sim 42^\circ$	水	48.6°

全反射现象在技术中应用广泛. 在潜望镜和双筒望远镜中, 常用全反射棱镜来改变光的前进方向 (图 1.5). 全反射棱镜的横截面是等腰直角三角形, 当光射入棱镜后, 就在直角面或斜面上发生全反射, 使光的传播方向改变 90° 或 180° .

光导纤维 光导纤维就是利用光的全反射原理传光、传像的. 光导纤维是很细的玻璃丝, 外表涂有另一种薄层. 无论玻璃丝怎样弯曲, 从一端射入的光都可以在其中发生多次全反射而到达玻璃丝的另一端. 许多根光导纤维合在一起可做成光缆, 它传递信号的速度、质量和信息量都远远超过用金

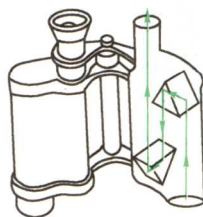


图 1.5

属做成的电缆. 目前光缆已成为现代通信的重要方式, 在医学上, 内窥镜的传输导线就是光导纤维做成的(图 1.6).

我们通过下面的实验来说明光导纤维对光的传导作用. 如图 1.7 所示, 在不透光的暗盒里安装一个电灯作为光源, 把一根弯曲的细玻璃棒(或有机玻璃棒)插进盒子里, 让棒的一端面向灯光, 玻璃棒的下端就有明亮的光传出来. 这是因为从玻璃棒的上端射进棒内的光线, 在棒的内壁多次发生全反射而沿着锯齿形路线由棒的下端传出来的缘故(图 1.8 所示).

现在, 我们可以初步认识海市蜃楼了: 这是一种光学现象. 当光线经过不同密度的空气层后发生显著折射, 甚至发生了全反射现象, 使远处景物显示在半空中或地面上, 就形成了这种叫做海市蜃楼的一种幻景, 它多发生在沙漠地区或海上(图 1.9).

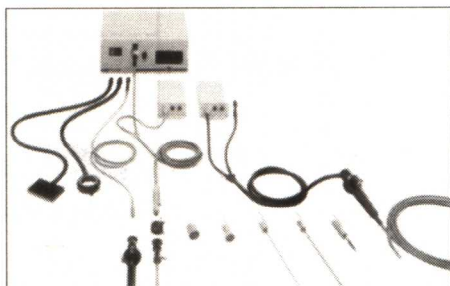


图 1.6

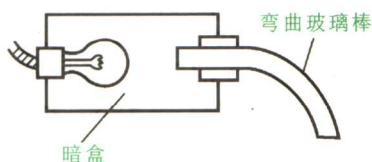


图 1.7

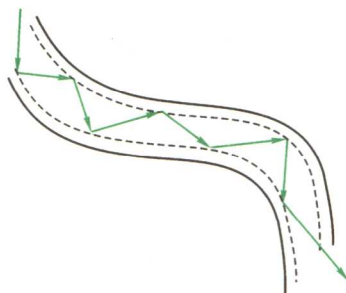


图 1.8

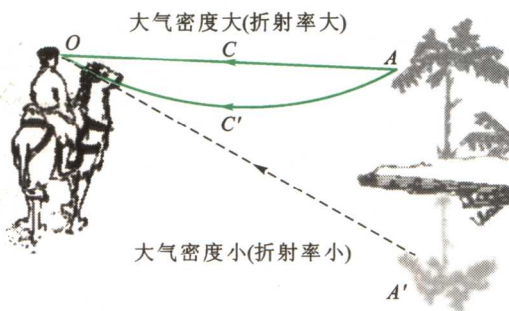
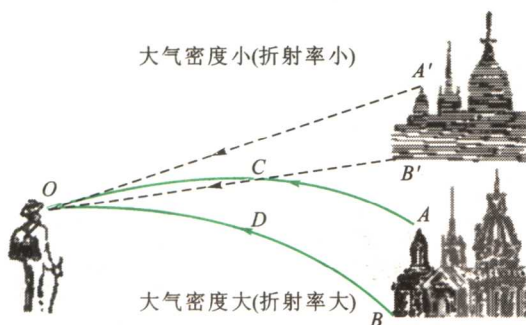


图 1.9