

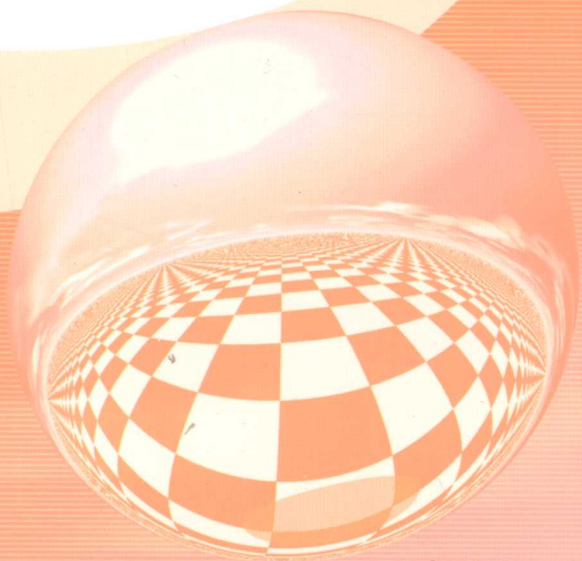


职业教育公共基础课“十一五”规划教材

物理 上册

张密芬 刘立平 主编

PHYSICS



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育公共基础课“十一五”规划教材

物 理

上 册

主 编	张密芬	刘立平
副主编	寇宝明	孟雪红
参 编	李小爽	谭志恒 明崇善
主 审	李维钧	



机械工业出版社

本教材是为了适应社会对实用型技术人才的要求,在物理教学改革的基础上编写的。内容设置充分考虑了高职教育培养技能型、应用型人才的特点,以及基础课程的教学要以应用为目的,以“必需、实用、够用”为度,以掌握概念、强化应用为教学重点等要求,章节顺序以物理知识的难易度来编排,知识层次由浅入深,逻辑关系顺畅,物理概念、规律的阐述清楚、准确,易于学生理解。

本教材分上、下两册。这本为上册,其内容包括几何光学、力学和相关的实验等,适用于五年制高等职业技术教育工科类各专业,三年制中等职业技术教育工科类各专业也可根据教学课时的多少,对教材内容作适当的删减后使用。

为方便教学,本书配有免费电子教案和习题答案,凡选用本书作为授课教材的教师,均可通过编辑热线电话索取。

图书在版编目(CIP)数据

物理·上册/张密芬,刘立平主编. —北京:机械工业出版社,2008.8
职业教育公共基础课“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-24840-8

I. 物… II. ①张… ②刘… III. 物理学-高等学校:技术学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第122284号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:宋华 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣
封面设计:王伟光 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)
2008年9月第1版第1次印刷
184mm×260mm·10.75印张·262千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-24840-8
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379199
封面无防伪标均为盗版

前 言

进入 21 世纪以来,我国的高等职业技术教育发展迅速,为国家培养了许多既有一定的理论知识,又有较强的实践技能的高素质技术人才,为“中国加工”向“中国制造”的迈进作出了一定的贡献。为了适应社会对实用型技术人才的要求,许多高职高专院校都在进行针对高职人才培养模式的相关课程改革,本教材是根据全国机械职业教育公共课教学指导委员会理化学科组“关于开展课程建设工作,推进机械行业职业教育改革的意见”和编者多年从事职业教育的教学经验,在物理教学改革的基础上编写的。

物理学是职业技术教育工科类专业的基础课。针对高职教育培养技能型、应用型人才的特点,基础课程的教学要以应用为目的,以“必需、实用、够用”为度,以掌握概念、强化应用为教学重点等要求,结合五年制高职学生现状的特点和各高职院校的物理教学课时(150 课时左右),本教材分上、下两册,上册内容包括几何光学、力学,下册内容包括热学、电磁学、光的本性和原子核物理基础。在内容编排上改变了物理课的传统体系,将内容简单易学的“几何光学”作为第一章,可以起到降低台阶的作用,给进入高职院校的学生一个适应新学习环境的缓冲时间,为以后学好物理作准备。将热学部分的内容调到下册教材的第一章,使上、下两册教材的内容多少基本相当,为教师合理地安排教学进度提供了方便。

在教材编写中,我们力求使研究的物理规律、概念能从自然界的现象和生活、工程技术中常见的实例、实验现象引入,激发学生的学习兴趣;每一节内容最后的课堂练习题,是为促进教学中师生互动环节设计的,还可以作为教学内容的补充,发挥承前启后的作用。力求基本概念的阐述清楚、准确,重要的与后续课程相关的物理公式给出了简单明了的推导过程;力求深入浅出,培养学生分析、推理、归纳总结事物发展规律的能力;力求使学生通过物理知识的学习,学会物理学研究问题的科学思维方法,提高科学素养;力求使学生通过例题、习题的学习,培养理论联系实际的能力;力求使学生通过“小实验”、“做一做”和学生分组实验的训练,掌握基本的实验技能,提高动手能力;力求使物理教学为职业技术教育的培养目标服务。

本教材适用于五年制高等职业技术教育工科类各专业。三年制中等职业技术教育工科类各专业也可根据教学课时的多少,对本教材内容作适当的删减后使用。

本教材上册由张密芬(第一、六章)、孟雪红(第二、三章)、刘立平(第

IV

四、五、七章)、李小爽(实验二、实验四至九)、寇宝明(绪论、实验绪论)、谭志恒(实验一)、明崇善(实验三)编写。主编张密芬、刘立平,主审李维钧。全书由张密芬统稿。

在编写教材的工作中,西安理工大学高等技术学院、陕西科技大学职业技术学院、西安职业技术学院、西安铁路职业技术学院和榆林学院的领导给予了大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

本教材各“课堂练习题”部分标“☆”的为偏难的习题,标“☆☆”的为高难度的习题,读者可根据实际情况选做。

由于编者水平有限,书中疏漏及不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目

录

前言	
绪论	1
第一章 光的折射及其应用	4
第一节 光的直线传播原理	4
第二节 光的折射定律	5
第三节 光的全反射 临界角	7
第四节 几种光学元件	10
第五节 透镜成像	13
第六节 常用光学仪器	15
阅读材料 自然界的光现象	18
本章知识小结	19
习题	21
第二章 力	23
第一节 力 重力	23
第二节 弹力	25
第三节 摩擦力	27
第四节 牛顿第三定律	30
第五节 物体受力分析	31
第六节 力的合成	34
第七节 力的分解	36
第八节 物体的平衡	38
阅读材料 斜拉桥	41
本章知识小结	42
习题	43
第三章 质点直线运动的基本规律	46
第一节 描述运动的基本物理量	
(一)	46
第二节 描述运动的基本物理量	
(二)	48
第三节 匀速直线运动的规律	51
第四节 匀变速直线运动的规律	52
第五节 自由落体运动	55
阅读材料 伽利略	57
本章知识小结	58
习题	60
第四章 运动和力的关系	62

第一节 牛顿第一定律	62
第二节 牛顿第二定律	63
第三节 用牛顿运动定律解决问题	
(一)	68
第四节 用牛顿运动定律解决问题	
(二)	71
第五节 牛顿运动定律的适用范围	73
阅读材料 牛顿	74
本章知识小结	75
习题	75
第五章 曲线运动和万有引力定律	78
第一节 运动叠加原理 平抛运动	78
第二节 质点的匀速圆周运动	82
第三节 向心力 向心加速度	85
第四节 万有引力定律	89
第五节 人造地球卫星 宇宙速度	91
阅读材料 神舟飞船的飞天史	93
本章知识小结	94
习题	95
第六章 能量和动量	98
第一节 功 功率	98
第二节 动能 动能定理	101
第三节 势能	104
第四节 机械能守恒定律	106
第五节 动量 动量定理	109
第六节 动量守恒定律	111
阅读材料 火箭飞行原理	114
本章知识小结	115
习题	117
第七章 机械振动和机械波	120
第一节 最简单的机械振动	120
第二节 单摆 单摆定律	123
第三节 受迫振动和共振	124
第四节 机械波	128
第五节 波的干涉和衍射	131
阅读材料 声波 超声波 次声波	
及噪声	134

绪论

物理学是研究物质的结构、相互作用及其运动规律的科学，是当代科学技术的基础。具备一定的物理学知识，是当代技术人才必需的科学素养之一。

一、物理学的研究对象

自然界由物质构成，一切物质都处于运动之中，从星系演变、日月运行到电子跃迁、原子衰变都是物质运动的结果。物理学研究物质运动的最简单、最基本、最普遍的运动形式，研究物质最基本的结构。根据研究对象不同，物理学分为力学、热学、电磁学、光学、原子物理学等，物理学就像一棵硕果累累的知识树（见图 0-1），研究对象从微观粒子到宇宙星系，从低速运动物体到高速的粒子，从简单的物体到复杂的系统，从有序到无序的广博范围。物理学是 200 年以来空前蓬勃发展的知识领域，曾为近代技术进步提供了科学原理，还将为未来技术进步提供更多的基本知识。

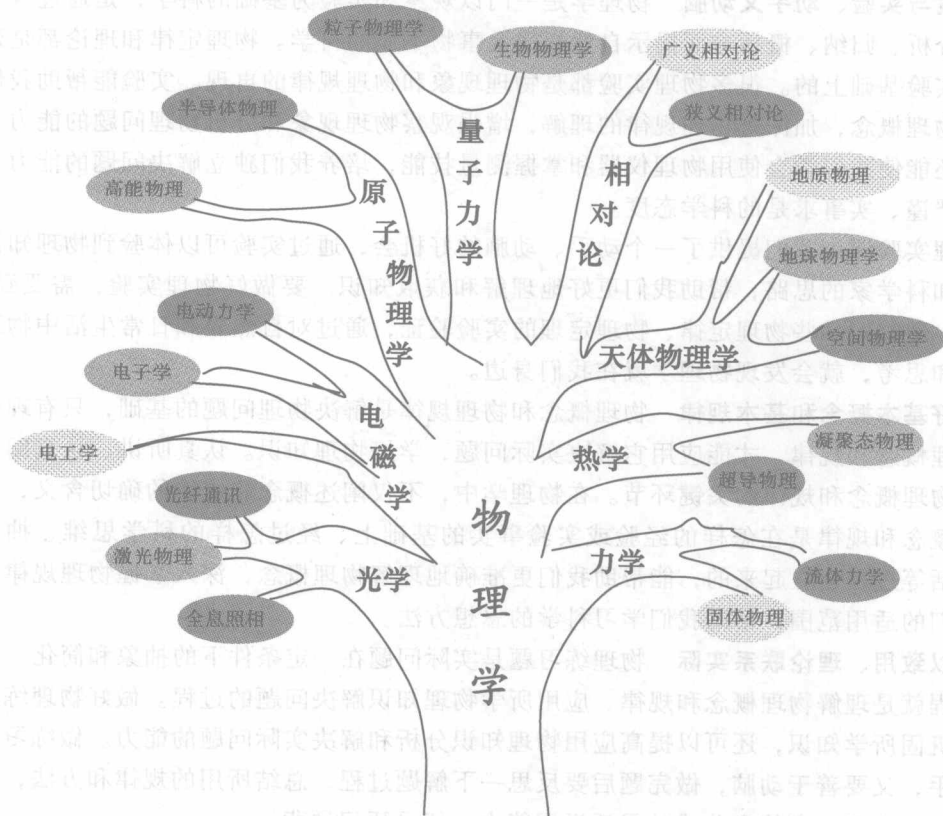


图 0-1

二、物理学与科学技术

物理学是科学技术的重要理论基础。纵观科学技术发展的历史，物理学的每次重大突破

都会导致科学技术和生产力的大飞跃。18 世纪下半叶的第一次技术革命以蒸汽机的广泛应用为标志,它是牛顿力学和热学发展的结果,它推动了蒸汽机、内燃机和各种热机的发明制造和发展;19 世纪 70 年代开始的第二次技术革命以电力应用和无线电通信的实现为标志,它是电磁学发展的结果,导致了发电机、电动机、无线电通信设备的发明制造和应用;20 世纪相对论和量子力学的建立,使人类的认识能力进入到高速、微观领域,导致了今天的核能、激光、超导技术、纳米技术、宇宙航行、计算机和网络技术等一系列高新技术的出现,这些以新能源、新材料、激光技术和信息技术为标志的技术飞跃被称为第三次技术革命。

科学技术发展的历史表明,物理学对于整个科学技术的进步乃至整个社会、经济的发展都起到了巨大的推动作用,物理学是自然科学的基础、技术革命的源泉。

三、物理学的学习方法

物理学是一门重要的基础学科,是生产技术尤其是工程技术的重要理论基础,它的成就和研究方法及研究手段已渗透到几乎所有的科学技术领域。学习物理学的基本理论和基础知识,将为我们学习专业基础课及其他一些后续课程奠定一定的理论基础;学习物理学的方法,将培养和提高我们的科学精神、科学思想、科学方法以及分析问题和解决问题的能力;通过物理实验训练,将提高我们的实验技能和动手能力。

观察与实验、动手又动脑 物理学是一门以观察和实验为基础的科学,是通过观察和实验进行分析、归纳、概括进而揭示自然规律及事物本质的科学。物理定律和理论都是建立在观察和实验基础上的。很多物理实验都是物理现象和物理规律的再现。实验能帮助我们形成正确的物理概念,加深对物理规律的理解,增强观察物理现象和分析物理问题的能力。通过实验,还能使我们学会使用物理仪器和掌握测量技能,培养我们独立解决问题的能力,树立踏实、严谨、实事求是的科学态度。

物理实验课为我们提供了一个动手、动脑的好机会,通过实验可以体验到物理知识的探索过程和科学家的思路,帮助我们更好地理解 and 获取知识。要做好物理实验,需要勤动手、多思考,通过对某些物理定律、物理定理的实验验证,通过对自然界和日常生活中物理现象的观察和思考,就会发现物理学就在我们身边。

学好基本概念和基本规律 物理概念和物理规律是解决物理问题的基础,只有理解和掌握了物理概念和规律,才能应用它解决实际问题,学好物理知识。认真听讲、认真阅读课本是学好物理概念和规律的关键环节。在物理学中,不仅阐述概念和规律的确切含义,还会论述物理概念和规律是在怎样的经验或实验事实的基础上、经过怎样的科学思维、抽象、推理、概括等过程建立起来的,能帮助我们更准确地理解物理概念,深入掌握物理规律的内容以及它们的适用范围,帮助我们学习科学的思想方法。

学以致用、理论联系实际 物理练习题是实际问题在一定条件下的抽象和简化,做练习题的过程就是理解物理概念和规律、应用所学物理知识解决问题的过程。做好物理练习题不仅可以巩固所学知识,还可以提高应用物理知识分析和解决实际问题的能力。做练习题既要勤于动手,又要善于动脑,做完题后要反思一下解题过程,总结所用的规律和方法,培养和提高自己对定理、定律和公式的灵活运用能力,切忌死记硬背。

在日常生活和生产中,有许多物理知识应用于实际的例子。在学习和工作中,要注意观察周围的事物和现象,多运用物理知识去分析和解释实际问题。其他课程也有许多与物理知识相关、相近和相通的内容,学习时要多思考它们与物理知识的关系,灵活应用物理知识,

不断地提高自己分析问题、解决问题的能力。

利用图示法帮助解决问题 图示法是一种十分有用的解决问题的方法。物理学中常见的图分为三类。第一类是实物的简笔画图，如弹簧测力计、杠杆、滑轮、电器元件实物图等。第二类是运用统一规定的符号画出的示意图，如力的图示、电路图、光路图等，这类图用符号表示物理情景或物理量的关系。第三类是运用数学知识画出的图线，用这类图准确直观地表示物理量之间的定量关系。我们在学习物理的过程中学习识图、绘图的技能，将为后续课程的学习和以后的工作奠定基础。

学习物理学和其他自然科学知识,是科学技术发展的需要,是培养全面发展的高素质技术人才的需要,是建设社会主义现代化强国的需要。学无定法,贵在用心。每个同学只要持之以恒,就都能找到一种适合自己的学习方法,提高自己的学习技能和学习效率,达到掌握物理知识、培养技术能力、提高科学素质的目的。

第一章 光的折射及其应用

光学是一门历史悠久的学科，它是研究有关光的发生、传播、本性以及光与其他物质相互作用规律的科学。在生活、生产、科研和高技术领域都广泛地应用着光学知识。本章将以光的直线传播原理为基础，讨论光的反射，折射规律，介绍几种常用的光学仪器及其成像规律。

第一节 光的直线传播原理

【想一想】 人、树木、电线杆等物体的影子为什么时长时短？它与光的传播有什么关系？

光源 能发光的物体统称为光源。像点燃的蜡烛、火柴因燃烧发光而成为光源；白炽灯、荧光灯、碘钨灯等照明灯具通电时发光而成为照明光源；太阳的内部进行着连续不断的核反应而发光，它是自然光源，直接影响着人类的生活、生存。20 世纪 60 年代，人们发明了一种新型的光源——激光光源。我们日常见到的绝大多数物体是非发光体，只是因为反射了光才使得我们能够看到它们。例如月亮、多媒体演示屏幕等，它们都不是光源。

当光源本身的大小比它到观察点的距离小得多时，光好像是从同一点发出的，它的大小和形状可以忽略不计，称这种光源为**点光源**。如几十米外的路灯、天上的星星，都可以看成是点光源。

光的直线传播原理 我们在日常生活中会看到从缝隙射进房间里的阳光，黑夜里手电筒的光，公园里的夜景灯光（见图 1-1），舞台上的灯光等，这些都说明在同一种均匀介质中光是沿直线传播的，这一规律称为**光的直线传播原理**。影子的长短，日食、月食的形成都可以用光的直线传播原理来解释。



图 1-1

依据光的直线传播原理，我们用一条带箭头的直线表示一束光的传播路径，箭头的方向为光的传播方向，这样的线称为**光线**。采用光线这一物理模型和几何的方法研究光的传播规律和成像规律的学科称为**几何光学**。

光的传播速度 光传播得很快，并且在不同的介质中传播速度不同。人们用不同的方法对光速进行了测定。目前国际上公认光在真空中的速度值为 $299\,792\,458\text{m/s}$ ，用符号 c 表示，通常取 $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ 。光在真空中传播速度最快，在空气中的速度和真空中差不多，在水中的速度大约是 $3c/4$ ，在玻璃中的速度大约是 $2c/3$ 。

【课堂练习题】

1. 说一说物体的影子是怎样形成的。
2. 说一说你见到的光沿直线传播的现象。

第二节 光的折射定律

【想一想】 如图 1-2 所示，铅笔斜插入盛水的杯子中时，为什么看起来好像是弯折了？

【做实验找规律】 如图 1-3 所示，在光具盘中央固定一个半圆柱玻璃砖，激光器发出的一束激光从空气斜射到玻璃砖的直边中心，光线分成两束，一束反射回空气中，另一束射入玻璃砖中，即同时发生了反射和折射现象。当我们转动光具盘改变入射角 α 时，反射角 β 、折射角 γ 也随着改变了。在初中我们已经学习过，反射光线的传播方向遵从光的反射定律。下面我们来研究折射光线传播方向所遵从的规律。

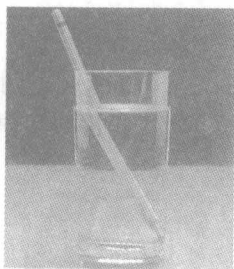


图 1-2

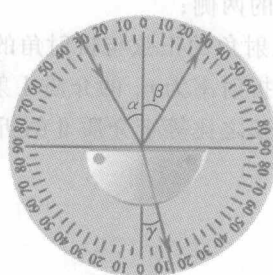


图 1-3

折射率 光线从一种介质进入另一种介质发生折射时，其偏折程度与这两种介质的光学性质有关。物理学中用折射率这一物理量来反映介质对光的折射性质。某种介质的折射率 n 等于光在真空中的传播速度 c 和光在该介质中的传播速度 v 之比。即

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

表 1-1 给出了几种介质的折射率。

表 1-1 几种介质的折射率

介 质	折 射 率	介 质	折 射 率
金刚石	2.42	酒精	1.36
重火石玻璃	1.80	乙醚	1.35
二硫化碳	1.63	水	1.33
水晶	1.54	冰	1.31
轻冕牌玻璃	1.52	盐酸	1.25
甘油	1.47	水蒸气	1.026
萤石	1.43	空气	1.0003
光学玻璃	1.5 ~ 2.0		

由式 (1-1) 可知，对于两种介质，光在其中传播速度大的折射率较小，称为光疏介质；光在其中传播速度小的折射率较大，称为光密介质。如空气和水相比较，空气是光疏介质，水是光密介质。而水和玻璃相比较，水是光疏介质，玻璃是光密介质。

光的折射定律 观察上面的实验现象发现，入射光线、折射光线与通过入射点的法线总在一个平面内，折射线与入射线分居在法线的两侧。入射角和折射角之间存在什么关系呢？公元 140 年，希腊天文学家托勒密曾经认为，折射角和入射角之间存在着简单的正比关系，

并且用实验方法求出了光从空气射入水中, 折射角和入射角的比值 $\frac{\gamma}{\alpha} = 0.7$; 光从空气射入玻璃中时, 折射角和入射角的比值 $\frac{\gamma}{\alpha} = 0.67$ 。但是, 由此计算出来的折射角, 只对比较小的入射角才大致与实验结果相符, 当入射角增大时, 就不符合了。为了研究入射角和折射角的定量关系, 科学家作了多方面的尝试, 直到 1621 年, 荷兰数学家斯涅尔终于找到了折射角和入射角之间的关系, 从而总结出光的折射定律。

光的折射定律:

(1) 折射光线在入射光线与通过入射点的法线所决定的平面内, 折射光线和入射光线分居在法线的两侧;

(2) 入射角的正弦与折射角的正弦之比为常数。

当光由折射率为 n_1 的介质 I 射入折射率为 n_2 的介质 II 时 (见图 1-4), 入射角的正弦与折射角的正弦之比等于介质 II 的折射率 n_2 与介质 I 的折射率 n_1 之比, 折射定律的表达式为

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1-2)$$

或写成

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \gamma \quad (1-3)$$

因为真空的折射率为 1, 所以当光由真空射入某种折射率为 n 的介质时, 折射定律的表达式为

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \quad (1-4)$$

空气的折射率近似地等于 1, 因此当光由空气射入某种折射率为 n 的介质时 (见图 1-5), 用上式也能近似地确定折射光线的传播方向。

由实验还可以看出, 在光的折射现象中, 光路是可逆的。

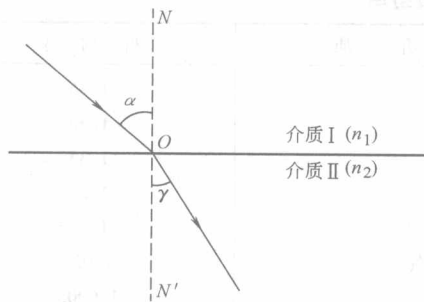


图 1-4

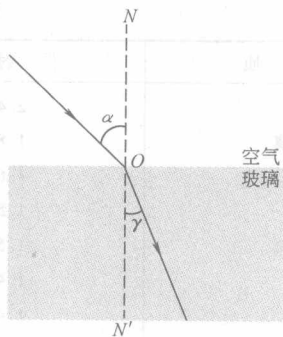


图 1-5

【例题】 已知某种玻璃的折射率是 1.52, 水的折射率是 1.33, 求: (1) 光在这种玻璃中和水中的传播速度; (2) 光线以 60° 的入射角由空气射入玻璃中, 折射角是多少度? (3) 光线以 60° 的入射角由水射入玻璃中, 折射角是多少度?

分析 已知介质的折射率, 可根据式 (1-1) 计算出光在该介质中的传播速度。光由空气射入某种介质时的折射角可由式 (1-4) 来计算; 而光在两种介质的界面折射时, 要用式

(1-3) 来计算折射角。

解 已知: $n_{\text{玻}} = 1.52$, $n_{\text{水}} = 1.33$, $\alpha = 60^\circ$ 。

求: (1) $v_{\text{玻}}$ 、 $v_{\text{水}}$; (2) γ_1 ; (3) γ_2 。

(1) 由折射率的定义式 (1-1) 可得, 光在玻璃中和水中的传播速度分别为

$$v_{\text{玻}} = \frac{c}{n_{\text{玻}}} = \frac{3 \times 10^8}{1.52} \text{ m/s} \approx 1.97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{水}} = \frac{c}{n_{\text{水}}} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} \text{ m/s} \approx 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(2) 由光的折射定律式 (1-4) 得

$$\sin \gamma_1 = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{玻}}} = \frac{\sin 60^\circ}{1.52} \approx 0.5697$$

$$\gamma_1 \approx 34.73^\circ$$

(3) 由光的折射定律式 (1-2) 得

$$\sin \gamma_2 = \frac{n_{\text{水}} \sin \alpha}{n_{\text{玻}}} = \frac{1.33 \times \sin 60^\circ}{1.52} \approx 0.7578$$

$$\gamma_2 \approx 49.27^\circ$$

【课堂练习题】

☆☆1. 试用光路图说明铅笔斜插入盛水的杯子中时, 看起来好像是弯折了的原因。

☆2. 某介质的折射率是 1.732, 光从空气射向该介质, 入射角 α 为 60° (见图 1-6), 请画出折射光线的光路图。

☆3. 光在折射率分别为 n_1 、 n_2 的两种介质界面上发生折射时, n_1 、 n_2 相比较, 在什么情况下折射现象显著, 什么情况下不会发生折射现象?

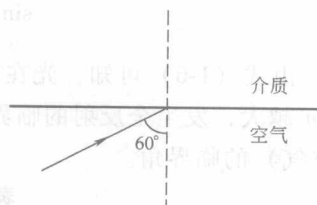


图 1-6

第三节 光的全反射 临界角

【做实验找规律】 如图 1-7a 所示, 让一束光沿着光具盘上半圆玻璃砖的半径方向以较小的角度斜射到玻璃砖的直边中心, 可以看到光线分成两束, 一束反射回玻璃中, 另一束折射入空气中, 且折射角大于入射角。光线会不会全部反射回玻璃中呢?

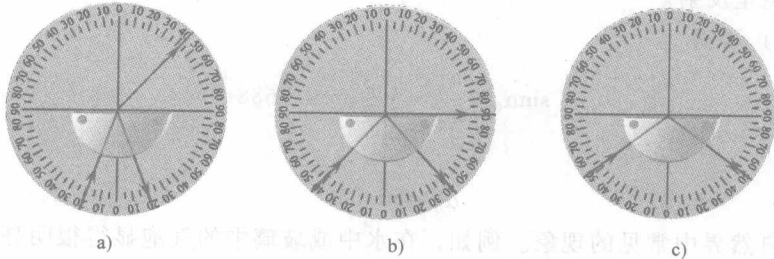


图 1-7

光的全反射 转动光具盘增大入射角时, 折射角也跟着增大, 且折射光线越来越弱, 反

射光线越来越强。当入射角增大到某一角度时,折射角增大到 90° , 折射光线沿界面掠过, 反射光线与入射光线几乎一样亮, 如图 1-7b 所示。继续增大入射角, 折射光线消失, 光全部被反射到玻璃中, 如图 1-7c 所示。这种入射光线在介质界面上被全部反射的现象, 叫做光的全反射。我们把折射角等于 90° 时的入射角叫做临界角。

在全反射实验中, 光线从玻璃射向玻璃和空气的界面, 即光从光密介质射入光疏介质。可见, 发生全反射的条件是:

(1) 光从光密介质射入光疏介质;

(2) 入射角大于临界角。

临界角的计算 光从光密介质射入光疏介质, 入射角为临界角 α_0 时, 折射角等于 90° (见图 1-8), 根据折射定律可得

$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_{\text{疏}}}{n_{\text{密}}}$$

所以

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{疏}}}{n_{\text{密}}} \quad (1-5)$$

当光从折射率为 n 的某种介质射入真空 (空气) 时

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n} \quad (1-6)$$

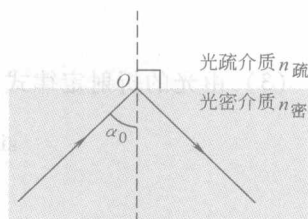


图 1-8

由式 (1-6) 可知, 光在其他介质和真空 (空气) 的界面上发生全反射时, 介质的折射率 n 越大, 发生全反射的临界角越小, 即越容易发生全反射。表 1-2 列出了几种介质对真空 (空气) 的临界角。

表 1-2 几种介质对真空 (空气) 的临界角

介 质	临 界 角	介 质	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°

【例题】 已知某种玻璃的折射率是 1.73, 水的折射率是 1.33, 光线从哪个方向射到玻璃和水的界面上能够发生全反射? 临界角是多大?

解 因为玻璃和水相比较, 玻璃是光密介质, 水是光疏介质, 所以当光从玻璃射入水中时, 才可能发生全反射。

由式 (1-5) 可得

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{水}}}{n_{\text{玻}}} = \frac{1.33}{1.73} \approx 0.7688$$

临界角

$$\alpha_0 \approx 50.25^\circ$$

全反射是自然界中常见的现象。例如, 在水中或玻璃中的气泡显得很明亮, 就是因为光从水中或玻璃中射入气泡时在界面发生了光的全反射。虹和霓也是因光的全反射而形成。

【想一想】 在激光束传播途中放一根弯曲的细玻璃棒, 可看到光沿着弯曲的玻璃棒传到了另一端, 如图 1-9 所示。光为什么会沿着弯曲的路径传播呢?

下面简单介绍这一现象的原理和光导纤维。

光导纤维 光从弯曲细玻璃棒的一端射入玻璃中，在玻璃和空气的界面上入射角大于玻璃对空气的临界角的光线因发生全反射会沿着折线传到另一端，玻璃棒就像一个能传光的管子一样，如图 1-10a 所示。把玻璃棒或塑料拉成很细的纤维（芯

线），在外面加一层折射率较小的介质膜（包层），光就能在玻璃丝或塑料丝里传播，这种能传光的纤维称为**光导纤维**，简称**光纤**。可见光纤是用折射率不同的两种材料做成的传光纤维，它由芯线和包层组成，芯线的折射率比包层的折射率要大得多。射入光纤芯线上的光，在芯线和包层的界面上会发生全反射，使光在弯曲的光纤内经多次全反射而传到另一端，图 1-10b 所示是光纤照片。如果把许多根细光纤紧密有序地聚集成一束，就可以用来传递图像（见图 1-10c）。

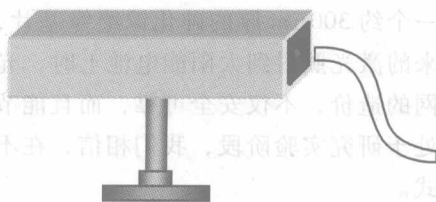
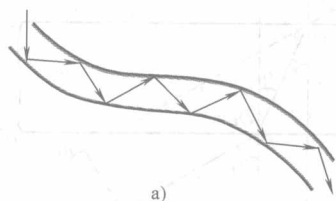
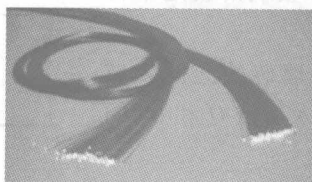


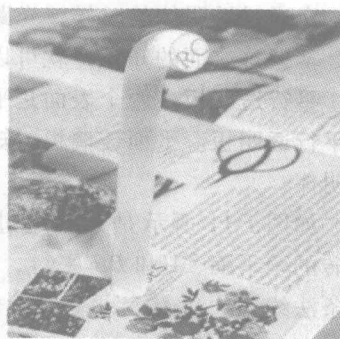
图 1-9



a)



b)



c)

图 1-10

在医学上利用光纤制成各种内窥镜，把探头伸到人的食管、胃部去，通过传输光束来照明器官内壁，检查人体内部的疾病；利用石英光纤传输激光束，产生高温可为消化道止血；在心脏外科中把光纤导管插入动脉，用激光对血管阻塞物加热使其汽化，治疗冠状动脉疾病等。

在工业上用光纤内窥镜观察机器内部，特别是在各种高温高压、易燃易爆、强辐射环境下获得各种信息；利用光纤对光的敏感性制成各种光纤传感器来检测各种物理量。

光纤在通信领域有很重要的应用，目前已能在一根光纤上传送几万路电话或几十路电视。一根直径8mm的光缆可集成4 000根光纤，其通信容量远大于电缆。光纤通信具有容量大、功耗少、灵敏度高、抗干扰、保密性能好等优点，在世界各国得到迅速推广。我国的光纤通信事业发展非常迅速，国内各大城市及西南、西北等边远地区都已铺设了光纤通信线路，国内巨大的光纤通信网络已初步形成。

利用光纤通信已实现全世界计算机联网，可以迅速地把各种信息传播到世界各地，使世界变成了一个“地球村”。随着网络的普及和发展，光纤通信已进入人们的工作、生活，并将为未来的社会生活带来巨大的变化。

光纤应用在通信技术方面取得了显著的成就，近几年，人们又开始研究利用光纤传输电能。科研人员利用半导体激光二极管把电能转变成激光，在光纤中传递。在接收端器件下面

放一个约 $300\mu\text{m}$ 厚的砷化镓绝缘基片, 上面覆盖着约 $20\mu\text{m}$ 厚的太阳能电池。当由光纤传过来的激光照射到太阳能电池上时, 光能立即转变为电能。利用光纤传输电能, 能大大降低电网的造价, 不仅安全可靠, 而且能节约有色金属, 延长电网使用周期。光纤传输电能目前还处于研究实验阶段, 我们相信, 在不远的将来光纤输电一定会成为一种被广泛应用的输电方式。

【课堂练习题】

1. 光由玻璃射入水或空气中, 哪种情况下的临界角较大? 为什么?
- ☆☆2. 试解释为什么音乐喷泉池中水面下的灯总是照亮以灯为中心的一个圆面。

第四节 几种光学元件

【想一想】 我们透过玻璃窗看到的是窗外物体还是窗外物体的像?

光通过透明体的时候, 光路一般都要发生改变, 不同形状的透明体, 对光路的改变也不同。掌握这方面的知识, 就可以利用各种透明体来控制光路。

平行透明板 两个表面是平行平面的透明体叫做平行透明板。平面玻璃板、矩形玻璃砖就是平行透明体。

如图 1-11 所示是光线通过玻璃砖的光路。玻璃砖的两平面 AA' 和 BB' 平行, 过入射点 O 和 O_1 的两条法线 MN 和 $M'N'$ 平行。显然

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \gamma$$

$$n_2 \sin \alpha_1 = n_1 \sin \gamma_1$$

因为

$$\gamma = \alpha_1$$

所以

$$n_2 \sin \gamma = n_2 \sin \alpha_1$$

$$n_1 \sin \alpha = n_1 \sin \gamma_1$$

故

$$\alpha = \gamma_1$$

即 $S_1O_1 \parallel SO$, 但是它们并不在一条直线上, 就是说, 光线通过平行透明板后不改变方向, 只是光路发生了侧移。可以证明, 平行透明板越薄, 侧移越小; 入射角越小, 侧移越小, 垂直入射时没有侧移。

隔着玻璃窗看外面的物体, 是物体上的光线经玻璃两次折射后进入眼睛的, 所以我们看到的是物体的虚像 (见图 1-12)。因为玻璃很薄, 像和物体实际位置的偏离很小。

三棱镜 横截面是三角形的透明三棱柱体叫做三棱镜, 简称棱镜 (见图 1-13)。与三条棱垂直的截面叫做主截面。根据主截面的形状, 棱镜可命名为等边三棱镜、等腰直角三棱镜等。图 1-14 中 $\triangle ABC$ 表示棱镜的主截面, 光线进、出的两个面 AB 和 AC 叫做折射面, 两折射面的夹角 φ 叫做折射棱角, 或称顶角, 和顶角

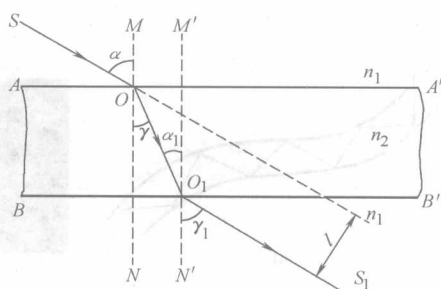


图 1-11

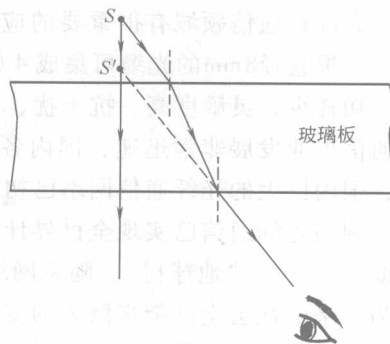


图 1-12