

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

物理教学参考

(基础版)

上册

主编 邵长泰 张协成



高等教育出版社

957

04-42

S34

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

物理教学参考

(基础版)

上册

主 编	邵长泰	张协成
副主编	姜广华	范 明
主 审	张宪魁	

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2000 年颁布的《中等职业学校物理教学大纲(试行)》编写的,与邵长泰主编的中等职业教育国家规划教材《物理》(基础版)配套使用的教学参考书。

本书基本按所配套教材的章节顺序编排,每章的内容包括:知识结构,物理学史与物理学家,重点、难点解析,实验指导,物理科学方法,实际应用和解题指导。全书分上、下两册,上册给出了本书的练习参考答案及《物理》(基础版)上册的练习参考答案。

本书可供中等职业学校的师生使用,也可供高考自学人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

物理教学参考.上册:基础版/邵长泰,张协成主编.

北京:高等教育出版社,2002.7

中职用书

ISBN 7-04-011039-3

I. 物... II. ①邵...②张... III. 物理学-专业学

校-教学参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 045385 号

责任编辑 段宝平 封面设计 刘晓翔 责任绘图 陈钧元

版式设计 马静如 责任校对 王雨 责任印制 韩刚

物理教学参考(基础版)上册

邵长泰 张协成 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
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社激光照排中心
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11
字 数 260 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版
印 次 2002 年 10 月第 2 次印刷
定 价 22.20 元(含光盘)

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

序

第三次全国教育工作会议指出:当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济已见端倪,国力竞争日趋激烈,教育事业从来没有像今天这样,与国家的安危、民族的兴衰息息相关.国家综合实力越来越体现在国民素质的高低和创新能力上.21世纪,谁的教育先进,谁就能在激烈的国际竞争中处于战略主动地位.

我国有近13亿人口,实施了世界上规模最大的教育.我国教育既有深厚的理论,也有丰富的实践,培养了一代又一代富有献身精神的人才.但不容回避的是,现行的“重教轻学,复制有余而创新不足”的教育方法,严重地限制了学生思维品质的发展,压抑了学生的创新精神.

当今世界的知识,尤其是科技知识有两大特点:一是积累多,知识量大;二是增长快,发展迅猛.在大量的知识中,要选我所用,就要比较、选择,比较出最基本的,选择出最重要的,并力求把这些最基本、最重要的知识内化为学生的品质.当今世界知识迅猛发展,要跟上时代的步伐,就要讲求时效,讲求方法,这就要求广大教师为学生架起更多“桥梁”,准备更多“船只”,创造更多获得知识的机会,这种教育我们称之为方法教育.方法教育可以为学生插上“腾飞的翅膀”.在这一点上,我国教育界早有精辟的论断,最典型的言论是:授人以鱼,不如授人以渔.虽然我们无法把一切文化知识都内化到学生的脑子里,但却可以利用一切手段、一切工具来延伸学生的手和脑,教他们学会学习、学会思考、学会驾驭认识世界的各种学习工具,从而去完成他们的学习,实现他们的创新.

张宪魁教授主持的“物理科学方法教育的理论探讨与实践”课题研究,为中等层次物理科学方法教育探索了一条很好的路子.作为课题组的研究成果之一,由邵长泰高级讲师等主编的《物理教学参考》(上、下册),完全打破了以往教参的传统编写模式,设置了“物理学史与物理学家”、“物理科学方法”等栏目,在物理科学方法教育的领域,进行了有益的尝试.我相信,此书的出版定会对我国职业教育的改革起到良好的推动作用.

最后,我也希望此书的编著者们进一步努力,为我国物理科学方法教育的教改实践,做出更多的贡献.

乔际平

2002年1月

前言

授之以鱼,只能济人一时;而授之以渔,则可使入受用终生.这种重视能力培养、强调方法教育重于知识传授的教学思想,在我国源远流长.遗憾的是,这种教学思想,在上千年的教学行为中,并没有形成根深蒂固的教育理念.特别是在升学竞争日益激烈的今天,社会以升学率评价学校、学生以分数定终身的社会现实,决定了“以知识为中心,以应试为宗旨”的不健全的教学模式在学校教育中的存在和发展.任何人只要浏览一下书店、课桌上比比皆是的“考典”、“妙解”和层出不穷的“精析”、“题库”,就可以深深感受到这种教学模式的重负.这种教学模式,驱使学生在题海中沉浮,使人变成了解题的机器,制约了学生创造思维品质的培养,影响了学生解题能力的健康发展,所谓高分低能的现象也因此而滋生蔓延.

为迎接 21 世纪的挑战,培养适应未来社会发展的现代化人才,我国《基础教育课程改革纲要(试行)》颁布了,这是我国基础教育的一件大事,预示着一个符合素质教育要求的新课程体系的诞生.我们广大教育工作者都要积极参与,大胆探索,努力推进教学模式由“知识为中心”向“创新精神和实践能力为中心”的转移.

以创新精神和实践能力为中心的物理教学模式,一个重要的特征就是在传授物理知识、掌握实验技能的过程中,渗透物理科学方法的教育.人的能力依赖于知识,更依赖于方法.方法是能力的灵魂,是通往知识的桥梁,方法比知识更具有生命力和创造性.因此在学习的过程中掌握方法的重要性并不亚于学习知识本身.特别是在科学技术日新月异迅速发展的今天,如果学生不能筹划自己的学习方式和方法,不知道怎样分析与思考教材的重点与难点,对所学物理概念与规律,只知其然而不知其所以然,即使他能背出一千个题目的正确答案,也不能成为适应未来社会的人才.

基于上述认识,为帮助教师备好课,我们在教育部职成司、高等教育出版社的领导、支持下,组织世界银行贷款项目、原国家教委“物理科学方法教育的理论探讨与实践”课题组的部分专家、教师,集体编写了这部与中等职业教育国家规划教材《物理》(基础版)(邵长泰主编,高等教育出版社出版)相配套的教学参考用书.

在本书的编著过程中,我们有意地结合知识内容,突出了物理科学方法的应用,其目的就是倡导物理科学方法的教育与培养,让师生明确认识物理学习中方法指导的必要性与重要性,从而培养学生分析问题、解决问题的能力.其主要特点是:

1. 在“重点、难点解析”、“实验指导”和“解题指导”几部分,针对学生在学习过程中容易产生的错误和经常碰到的困难,通过深入详细的分析、综合、归纳和比较,借助模型、图像、等效、估算等物理方法,力图事半功倍,使学生做到在透彻理解基本概念和规律、正确掌握实验技能和技巧的过程中,认识物理科学方法的指导作用,逐步提高分析问题、解决问题的能力.

2. 本书每章都专列一部分,介绍与该章内容相对应的物理学史与物理学家,以求师生从历史的素材中,透视物理知识发现和发展的来龙去脉,认识物理学家的科学方法和科学思维特点,

学习物理学家的敬业精神和科学态度,从而提高自身的科学素养。

3. 以物理科学方法为主线,将物理科学方法渗透到教学参考书的每一部分,是本书最重要的特点.为更明确、深入地进行物理科学方法教育,扩展学生的物理视野,每章我们都集中介绍了典型的物理科学方法,如实验观察法、分析与综合方法、理想化方法、假说、数学统计法、类比法和比值定义法等。

全书分上、下两册.上册第一、二、三章及参考答案由邵长泰编写,第四章由范明、孔祥泉编写,第五章由王宪明、王若智编写,第六章由姜广华、范雪飞编写,第七、八章及前言由张协成编写,上册由邵长泰、张协成任主编,姜广华、范明任副主编.下册第一章及物理实验综述由张协成编写,第二章由张文芝编写,第三章由林宏伟编写,第四、五章及参考答案由张明明编写,第六章由郝晋、张健编写,第七章由陈霞编写,第八章由于全福编写,下册由邵长泰、张明明任主编,林宏伟、于全福任副主编.全书由邵长泰统稿。

本书由全国教育学会物理教学研究会常务理事兼秘书长、山东省教育厅教学指导委员会委员张宪魁教授审定。

《物理科学方法教育的理论探讨与实践》教育部结项鉴定小组组长、首都师范大学物理学科研究所所长乔际平教授对本书的编写给予了直接指导,并为本书作序,在此,编写组表示诚挚的感谢。

我们希望,本书的出版能对广大中等职业学校的师生有所裨益,并期待着读者对本书提出宝贵意见,以便再版时修改完善。

书中标有“*”符号的为选学内容。

编者

2002年1月

目 录

第一章 几何光学 1	
一、知识结构	1
二、物理学史与物理学家	2
三、重点、难点解析	3
四、实验指导	5
五、物理科学方法	8
六、实际应用	12
七、解题指导	12
第二章 力 物体的平衡 17	
一、知识结构	17
二、物理学史与物理学家	18
三、重点、难点解析	18
四、实验指导	24
五、物理科学方法	26
六、实际应用	30
七、解题指导	32
第三章 直线运动 39	
一、知识结构	39
二、物理学史与物理学家	40
三、重点、难点解析	42
四、实验指导	45
五、物理科学方法	47
六、实际应用	49
七、解题指导	50
第四章 牛顿运动定律 55	
一、知识结构	55
二、物理学史与物理学家	55
三、重点、难点解析	58
四、实验指导	59
五、物理科学方法	62
六、实际应用	65
七、解题指导	66
第五章 曲线运动 * 万有引力定律 73	
一、知识结构	73
二、物理学史与物理学家	73
三、重点、难点解析	75
四、实验指导	78
五、物理科学方法	79
六、实际应用	81
七、解题指导	83
第六章 机械能 89	
一、知识结构	89
二、物理学史与物理学家	90
三、重点、难点解析	91
四、实验指导	95
五、物理科学方法	97
六、实际应用	99
七、解题指导	101
第七章 动量 动量守恒 109	
一、知识结构	109
二、物理学史与物理学家	109
三、重点、难点解析	111
四、实验指导	114
五、物理科学方法	115
六、实际应用	118
七、解题指导	119
第八章 机械振动 机械波 125	
一、知识结构	125
二、物理学史与物理学家	126
三、重点、难点解析	130
四、实验指导	134
五、物理科学方法	140
六、实际应用	142
七、解题指导	146
参考答案 152	
一、《物理教学参考》(基础版)上册 练习参考答案	152
二、《物理》(基础版)上册练习参考 答案	154
参考书目 164	

第一章 几何光学

中职物理的力学部分比较难,初中与中职物理之间的台阶较大,不利于学生开始学习中职物理.本着先易后难的原则,本书把几何光学放在力学之前,意在降低初中与中职之间的台阶.

中职阶段所讲的几何光学比较简单,可以与物理光学的内容分开,作为相对独立的教学内容提前讲授.新编义务教育初中物理教材讲述了光的直进、反射定律、折射现象、透镜成像等内容,学生对光现象已经有所了解.与初中内容比较,中职阶段的几何光学增加了定量的内容,但在概念的要求上没有很大的深化.而且,几何光学的概念、规律和方法,相对来说,比力学要简单.我们希望,几何光学放在力学之前讲授,能够起到降低台阶的作用,且不致在教学上产生多大问题以至负面效果.也希望使用本书的教师,暂时抛开传统的习惯,认真地试一试,看效果如何.

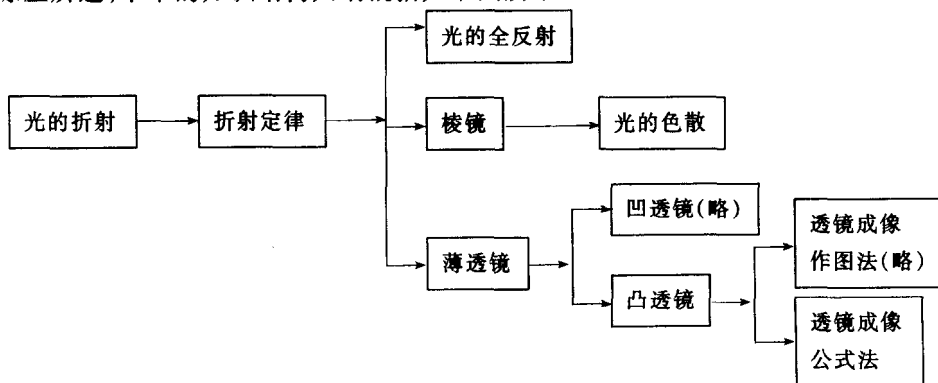
一、知识结构

光学是物理学中重要的相对独立的篇章,初中物理中已对几何光学作了简单的定性介绍,现在我们要从更深层次上介绍它,要求学生学会定量分析和计算.

当光照射到两种媒质的分界面上发生反射现象时,同时还会发生折射现象,根据大量的实验,人们归纳出了折射定律.应用折射定律,人们通过逆向思维演绎出了光的全反射现象的规律.利用折射定律人们发现了棱镜对光的色散作用及薄透镜对光的作用规律.本章应用数学方法中的公式法对薄透镜成像规律作一介绍,这是本章教学的一个重点.在这部分知识的教学过程中还要对学生进行“科学的对称美”的美学教育.

最后综合以上知识,简单介绍了照相机、显微镜、望远镜的工作原理.

综上所述,本章的知识结构归纳概括如下图所示:



二、物理学史与物理学家

1. 光速的测定

几个世纪以前,关于光速的问题有许多不同的看法:著名天文学家开普勒认为,光的传播速率是无限大的;有些人认为光速不是无限的,但不能测定;伟大的实验物理学家伽利略认为,光速不仅有限,而且可以测定.伽利略为了证实自己的看法,决定进行测定光速的实验.1607年,伽利略设计了一个实验:他令两个观察者A、B各带一盏能遮闭的灯站立在相距几千米的两个山顶上,如图1.1所示.观察者A打开灯,经过一定时间后,光到达观察者B,B立即打开自己的灯,过了一段时间后,此信号回到A,于是A可以记下从他开灯的一瞬间,到信号从B返回到A的一瞬间所经过的时间间隔 t .若两观察者的距离为 d ,则光速 $c=2d/t$.

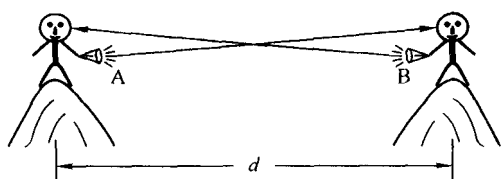


图 1.1

伽利略的这个实验没有获得成功,因为光速非常快,所以必须经过一个很长的距离和一个能够精确测量出的时间间隔,这在当时的条件下是很难做到的,但是伽利略在这个实验中所采用的原理,却是长久地保留在后来的一切测定光速的实验方法之中.

1676年,丹麦天文学家罗默成功地用天文观测的事实证明了光具有有限的速率.他是根据木星的卫星按一定周期出现木卫蚀的观察而得出这一结论的.木星是一个周期约为12年的太阳的行星,它有13个卫星,其中最接近木星的卫星可用合适的望远镜看到.木星的卫星每绕木星一周,将进入木星阴影处发生一次蚀,因而可用望远镜观察到它刚发生蚀的瞬间.在这个系统里,木星的卫星蚀,一方面作为一个信号供地球上的人观察,同时,此卫星蚀的周期过程又是一个准确的时钟.罗默利用木星A、卫星B成蚀测定光速的示意图如图1.2所示.

罗默观察发现,当地球E环绕太阳S作公转并远离木星而去时,它由P抵达Q所需时间约为42.5h,此时木星的卫星B成蚀要迟14s才会发生.罗默认为这14s是光追赶地球从P到Q所需的时间,因为地球的公转速度当时已得到公认,所以很容易计算出从P到Q这段距离,从而估算出光速.罗默当时测出的光速是 3.15×10^8 m/s.

1948年后,光速测定逐渐用较先进的技术(如用测距仪、微波干涉仪等)来提高准确度.1975年第十五届国际计量大会决议,现代真空中光速最可靠的值是: $c = (299\,792.458 \pm 1)$ km/s.

所有一切实验证明,真空中的光速在各种不同的参考系是一个常量.光速与光源是否运动是无关的,正因为这一点才导致了爱因斯坦狭义相对论的产生,使经典的牛顿物理学过渡到了现代物理学的阶段.

2. 光的折射定律

当光从一种介质射入到另一种介质时,传播方向发生改变的现象叫做光的折射.它所遵从的

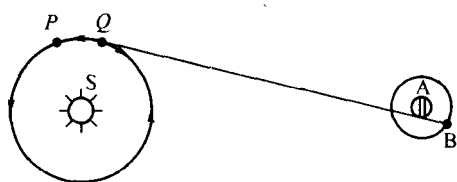


图 1.2

规律叫做折射定律.

早在公元前 350 年,古希腊思想家亚里士多德(前 384—前 322)已知道光的折射现象.最早详细研究折射现象的是著名希腊天文学家托勒密(约 90—168),他最早进行了水盆实验:将一枚硬币放在盆底,当向盆里注入清水时,可以看到原来看不见的硬币似乎浮了起来.托勒密测量了各种入射角和折射角的数值,整理成表,得到了入射角和折射角成正比例的结论.过了约 1 000 年,阿拉伯的光学家阿勒·哈增(约 965—1038)用实验表明,托勒密关于入射角和折射角成正比的断言是错误的,只有在入射角很小(小于 30°)时才近似适用.不过他也未能发现正确的折射定律.因此,直到 17 世纪初,流行的仍是托勒密的折射定律.

1621 年荷兰数学家斯涅耳(1591—1626 年)实际上已经找到了折射定律,他从水盆实验中发现,并在一篇未发表的文章中提到:对于两种介质,入射角和折射角的余割之比总是保持相同的值,并用实验验证了他的结论,但没有作出理论上的推导.

而如现在这样的用正弦来表示的折射定律,最早是由法国的数学家笛卡儿在 1637 年出版的《折光学》一书中首先提出的.

从托勒密到斯涅耳到笛卡儿,对光的折射现象的研究过程看,他们都想用最简单的公式来表示客观规律.这就是物理学家在总结物理规律时要遵循的简单性原则,也是物理学的美学原则之一.

三、重点、难点解析

1. 光速与哪些因素有关系

在真空中,不同波长的光与各种波长的电磁波传播速度都等于 c , $c = 3.0 \times 10^8$ m/s.这是我们现在已知的自然界的最大速度,根据相对论,光速 c 与参照物的选取无关.考虑到 c 是自然界中的重要常量,我们应该记住 c 值的大小.

在媒质中,各种单色光的传播速度与介质性质及光的频率有关.同一频率的光在不同介质中的传播速度 v 不同, v 与介质折射率 n 间的关系为 $v = c/n$.光在介质中的速度较真空中小,光在空气中的速度很接近 c ,我们常常可认为空气中的光速 $v \approx c$.

在同一种介质中,不同频率的光传播速度不同.在玻璃、水等透明介质中,可见光的频率越高,光的速度越小,换句话说,光的频率越高,介质折射率越大.这是形成光的色散现象的原因.但同一种介质折射率随光的频率的变化而变化的值不大,如:常见的冕牌玻璃对黄光的折射率约为 1.517,对紫光的折射率约为 1.532.

综上所述,光在介质中的传播速度主要与介质性质有关,其次与光的频率有关.

关于光速,现在有两种新的说法:其一,哈佛大学的两个科研小组声称可使光速放慢,直至停止下来,然后又让它继续运行.光的传播速度 30 万千米每秒,是宇宙中传播速度最快的能量.这是第一次让光停住并暂时储存起来.其二,普林斯顿研究所科学家声称可使一个光脉冲的运动速度达到光速的几倍.虽然研究人员以前说,任何物质的传播速度都不可能超过光速,但上述科学家们又说,脉冲光速可以比光速更快.

2. 光的折射

(1) 折射定律 当光线从一种介质射向另一种介质的界面发生折射时,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;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,是一个常量.

特殊情况:当光线垂直射向两种介质的分界面时,光线一部分会被垂直反射回去,另一部分会垂直分界面透射进去,因此,入射角为零,折射角也为零,所以此时不能再机械地套用折射定律公式进行计算.

(2) 折射率 公式 $n = \sin i / \sin r$ 是折射率的定义式,它反映了某种介质的本质属性.对某一给定的介质而言,当入射角 i 发生变化时,折射角 r 也随之变化,但它们的正弦之比是保持不变的,即折射率 n 与入射角的正弦或折射角的正弦无关.这也是一种比值定义法.

公式 $n = c/v$ 是折射率的决定式.因为光在真空中的传播速度 c 是不变的,所以介质的折射率 n 与光在介质中的传播速度 v 成反比,即折射率的大小是由光在介质中的传播速度决定的.因为 c 总大于 v ,所以 n 总是大于 1.

3. 全反射

(1) 发生全反射的条件 ① 光从光密介质射向光疏介质;② 入射角大于临界角.

应该理解,光密介质与光疏介质是相对于介质的折射率而言的,折射率较大的介质相对于折射率较小的介质而言就是光密介质;折射率较小的介质便是光疏介质.但是光密介质未必密度就大,如:酒精的折射率为 1.36,水的折射率为 1.33,显然水相对于酒精是光疏介质,然而水的密度 ($1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) 却大于酒精的密度 ($0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$).

应该注意,入射光在介质分界面上要同时发生反射和折射,反射光线和折射光线的传播方向由反射定律和折射定律确定.反射定律和折射定律不涉及反射光的强弱问题.我们从能量守恒定律知道,入射光能量等于反射光能量与折射光能量之和.一般情况下,当入射角增大时,反射光能量增大,折射光能量减小,在发生全反射的特殊情况下,折射光消失,入射光能量全部转变为反射光能量.

(2) 临界角 临界角 i_c 是当光由光密介质射向光疏介质时,使折射角为 90° 的入射角.当光由介质射向真空或空气时,临界角可由 $n \sin i_c = 1$ 查表求出.如常见的折射率为 1.5 的玻璃的临界角为 42° ,折射率为 1.33 的水的临界角为 48.6° .

(3) 光导纤维 我们可以从两个方面来认识光导纤维的作用:① 了解光导纤维传送光和图像的简单原理;② 了解光导纤维在现代科技中的应用.在此仅就光导纤维传送光和图像的简单原理作一介绍.

用光的全反射原理可以解释光导纤维的传光、传像原理.用极其细微的玻璃丝制成的光导纤维由内芯和外套组成,光线就在内芯和外套的界面上发生全反射.光在弯曲的光导纤维内经过多次全反射传到另一端.如果把许多有序排列的光导纤维聚集成束,就可以用来传递图像.

光导纤维能够传光,如果把要传递的信号——声音“加”到光上去,则该信号就可随光一起传到远方,构成光的“有线通信”系统,这就是光纤通信.

若我们的电话线路是用光导纤维架设的,则在发话端,先把声音转换成电信号,用电信号调制激光,这样,电信号就变成了光信号;再通过光导纤维传到远方.在收话端,先用光检波器把光信号还原为电信号,再把电信号变成声音信号,这就完成了一次光纤通信.

4. 透镜成像公式法

透镜成像公式为 $1/f = 1/p + 1/p'$,此公式既适用于凸透镜,也适用于凹透镜;公式中符号的

正负极为重要,我们规定:凸透镜的焦距取正值,即 $f > 0$,凹透镜的焦距取负值, $f < 0$;物距总取正值, $p > 0$;实像的像距取正值, $p' > 0$,虚像的像距取负值, $p' < 0$.可概括记忆为:实为正、虚为负.

放大率为 K , $K = \text{像高}/\text{物高} = |p'/p|$,若 $K > 1$,则表示是放大的像;若 $K < 1$,则表示是缩小的像;若 $K = 1$,则表示像与物等大.

在不讨论虚物成像的条件下,透镜成像的一些特点是:① 若像与物在透镜同侧,则此像定是虚像;若像与物分居透镜两侧,则此像定是实像.② 若像倒立,则定是实像;若像正立,则定是虚像.③ 凸透镜既可成放大实像,也可成缩小实像,但它只能成放大虚像.④ 对凸透镜来说, $p = 2f$ 是成放大和缩小实像的关节点, $p = f$ 是成实像和虚像的关节点.凸透镜在实用上应用很广泛,照相机、电影机、投影仪等很多光学仪器相当于一个凸透镜,因此,学生应该熟练地掌握凸透镜的成像规律.

四、实验指导

1. 演示实验

(1) 光的折射和全反射 四周透明的水箱是用角铁制成 $12\text{ cm} \times 34\text{ cm} \times 48\text{ cm}$ 的框架,然后用泥子粘贴上玻璃制成.水箱的右下角另外贴一块玻璃板,如图 1.3 所示.水箱内放一半清水,水中溶入少量荧光黄颜料.荧光黄颜料应先用少量的水溶解,然后再稀释到水箱的水中.水箱上有盖,盖上有小孔,由小孔中喷入一些烟雾,然后盖好.

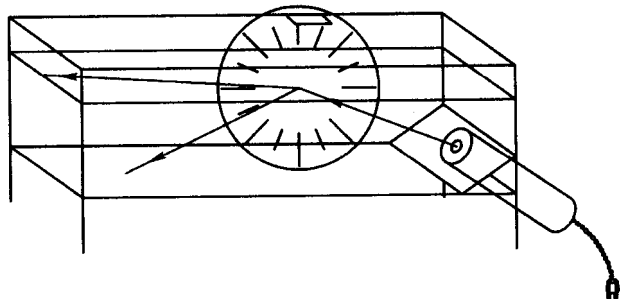


图 1.3

光源由“12 V 50 W”灯泡组成,灯丝位于透镜的焦点上.光源的前盖上开有水平窄缝.接通电源后,自窄缝射出狭窄的平行光束.光源放在水箱的右下角,其仰角可以任意调节.

水箱的背面挂有角度规,角度规的中心恰在水与空气的分界面上,并可沿水平左右移动以便与入射光重合.

实验内容:① 按图 1.3 装置好仪器.② 接通光源的电源,可以看到水箱水中有一束黄绿色荧光.当入射光的入射角较小(小于 49°)时,光在水与空气的分界面上发生反射和折射,其折射光束由箱内烟雾显现出来.这时折射角大于入射角,反映了光从光密介质(折射率较大的水)折射到光疏介质(折射率较小的空气)的普遍规律(光的折射定律).③ 将角度规的中心水平移动与界面上入射光点重合,这时可以从角度盘上读出入射角、反射角和折射角各自的数值.由这些数值可

以看到光的反射定律和折射定律得到了验证.④ 增大入射角,可以看到反射角和折射角也都随之增大.当折射角等于 90° 时,对应的入射角即为临界角.这时从角度规上读出的临界角为 49° .如果继续增大入射角,就看不到折射光了,此时入射光全部被水与空气分界面反射.这种现象称之为光的全反射.

由上述演示实验可以看出,产生全反射的条件有二:① 光从光密介质向光疏介质折射;② 入射角大于临界角.

应当说明,全反射时,实际看到的反射光束较入射光束弱一些,其原因是入射光在水中的荧光散射而陆续损失了一部分能量.不是全部反射的,理论上认为反射光的能量与折射光的能量之和等于入射光的能量.

(2) 光纤通信 这个实验装置分为三部分:红外线发射单元;红外线接收单元;以及将这两单元联系起来的光导纤维.

需用器材:收录机两台(其中甲机作为音频信号源,要求它有耳机插口;乙机作为接收机,要求它有扩音功能并有线路输入插口.实际上甲机作放音机,乙机作扩音机,建议使用常见的“上海 L390”型),红外线发射和接收二极管一对(普通电子商店有售,价极廉),干电池两节, $10\ \Omega$ 左右电阻一只,医用输液器一只,导线若干.

如图 1.4 所示,图中左边是红外线发射单元,其中 V1 是发射二极管,它能发出红外光线.从收录机甲耳机插口来的音频信号调制 V1 发出的红外线,V1 实际上是发出携带着声音信息的红外线. R 是发射管的保护电阻. V1 起着电-光的转换作用.图中右边是红外线接收单元. V2 是接收二极管,它会将接收到的光信号转变为微弱的电信号.

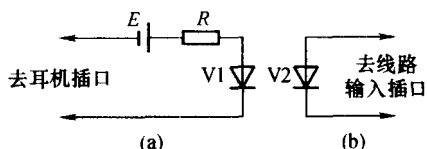


图 1.4

电信号送入收录机乙的线路输入插口,经放大后还原为声音, V2 起着光-电转换的作用.

光纤要自制,将医用输液器的输液管剪下 25 cm 左右,往里面灌满清水,然后再把它的两头分别套在发射和接收二极管上,由于这种塑料管比二极管直径稍小,故能连接得十分紧密,里面的水不会漏出来.这样,这根光纤就把发射部分和接收部分联系了起来,红外线就可以通过光纤“闭路”传输了.

做实验时,把电路按照图连接好.打开放音的收录机甲,此时发射单元开始工作, V1 发出的红外线通过光纤传输到 V2,调节甲机的音量旋钮可改变 V1 的发光强弱,然后打开接收单元的乙机,由于 V2 接收到了从光纤中传来的红外线,就可以听到对方的声音了.这时改变光纤的弯曲情况声音几乎没什么变化,若将光纤拦腰剪断,乙机中声音就消失了(由于大气压作用,不必担心塑料管子里的水会流出来),再将断了的光纤对接,声音又恢复了.现象十分明显.

通过以上实验,说明了红外线的确是沿着光纤传输过来的,使学生对光纤传递信息有了一个切身的感受.

(3) 凸透镜成像 用焦距 10~15 cm 的凸透镜做演示,可在光具座上进行,或者将蜡烛、透镜、光屏放在桌子上成一直线,用米尺测量距离.用蜡烛作发光体简单易行,但它自身在透镜主轴方向上有一定的厚度,使物距不是惟一的值,给确定像的位置带来困难.可改用 J2507 型光具座所附的“1 字屏”作为物体,如图 1.5 所示.它是一个平面,可避免上述缺点,并且能由“1”字判定所成像的上下左右方位.“1 字屏”也可以自制.使用时将光源置于此屏背后,镂空处即有强光射

出,若在镂空处贴上半透明纸,则射出漫射光,可避免在白屏上生成光源中灯丝的实像。



还可再做图 1.6 所示的实验.先使眼在毛玻璃屏 P 后面主轴上较远处,看到屏上倒立的实像 A',然后撤去屏 P,眼仍可看到倒立的像,和原来屏 P 上的像大小形状完全相同.这表明实像不一定必须在屏上生成,在空间中也可以形成,此时人眼看到的正是凸透镜前与眼之间的空间中原来放屏 P 的地方生成的实像 A'.空间中的实像只能在成像光束所到达的空间中被看到,而成在屏上的实像由于屏的漫反射从各个方向都能看到。

图 1.5

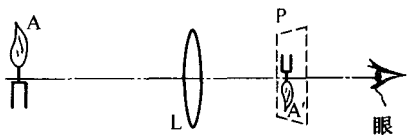


图 1.6

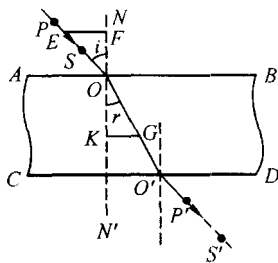


图 1.7

2. 学生实验

(1) 测定玻璃的折射率(实验二)

① 将玻璃砖的轮廓 AB、CD 用铅笔在固定好的纸上画出,并先选择好入射光线,也用铅笔画出,与 AB 交于 O 点,在 O 点作出法线 NN',如图 1.7 所示.注意入射角 i 不可太小(约 50° 左右,例如可选 40° 、 50° 、 60° 3 个入射角),否则会导致折射角过小,影响测量精度.然后在入射光线上选两点 P、S,垂直于纸面插上两枚大头针(距离不可太小).

② 透过玻璃砖观察,在另一侧寻找 P'点并垂直插上一根大头针,使 P'点的大头针将 P、S 点的大头针完全挡住.同样寻找 S'点并垂直插上大头针,使 S'点的大头针将 P、S、P'3 点的大头针完全挡住.

③ 在确定折射角 r 时,应先连接 P'、S'两点的针孔,与 CD 边相交于 O'点,连接 OO'从而得到折射角 r .切不可直接连 P'O,这是本实验成败的关键.

④ 根据角的正弦函数与对边和斜边的关系,分别测量出 i 和 r 在相同斜边情况下($\overline{OE} = \overline{OG}$)的对边($\overline{EF}$ 与 $\overline{KG}$)之比就可以了,即 $n = \overline{EF}/\overline{KG}$.也可用量角器直接测量出 i 、 r 的值,再根据折射率的定义式 $n = \sin i / \sin r$,计算折射率.

(2) 测量凸透镜的焦距(实验三) 实验中被测凸透镜的焦距宜为 10~15 cm.要调节发光体、凸透镜和光屏的高度使它们共轴(目测即可),且都垂直于主轴.毛玻璃屏的毛面要向着透镜,使实像成在毛面上,实验者从屏的另一面观察像的清晰度.所成的像不要太小也不要太大,否则不易判别其清晰度, p 、 p' 、 L 、 d 各值读到 mm 位即可.

用

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

成像公式法时,数据处理也可以用图像法.令

$$x = \frac{1}{p}, \quad y = \frac{1}{p'}, \quad b = \frac{1}{f}$$

则有

$$y = -x + b$$

此函数的图像为直线,如图 1.8 所示.在坐标纸上将测出的各数据点画在以 $1/p$ 和 $1/p'$ 为坐标轴的坐标系中,作一条 $\alpha = 45^\circ$ 的直线使它通过尽量多的数据点,则该直线在纵轴和横轴上的截

距的倒数就等于焦距 f 的值.

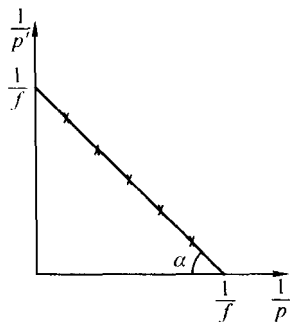


图 1.8

误差分析:被测的是实际的、并非理想的透镜,它对近轴平行光束和远轴平行光束的会聚点不同,且入射光是白光,透镜对不同颜色光的会聚点也不同,从而使焦距 f 不确定,因而产生系统误差.光具座由于制造方面的原因,滑块侧面刻的指示线与上面装的物体、毛玻璃屏的平面不一定能对准,依次测出的 p 、 p' 、 f 值也会产生系统误差.用 $L = (L^2 - d^2)/4L$ 共轭法则巧妙地避开了这种系统误差,因为无论透镜的主平面与支持它的滑块上的指示线偏离多大,两次成像时指示线平移的距离 d 必定准确地等于透镜主平面平移的距离.普通单只透镜成像质量不好(偏差较严重),人眼的分辨能力又有限,所以,判定成像的清晰度(即实像的确切位置)也欠准确,所以本实验中测量 p 、 p' 、

L 、 d 值只需读到 mm 位.

思考题:

- ① 图 1.8 中所作图线与坐标轴的夹角 α 为什么一定等于 45° ?
- ② 图 1.8 中所作直线在纵轴和横轴上的截距的倒数就等于焦距 f ,为什么?

3. 小实验

(1) **观察光的色散现象** 取一盆清水置于白色墙壁前,在水中斜放一平面镜,让太阳光从水面射向平面镜,再经平面镜反射出水面.利用水面、平面镜构成的三棱镜,适当调整盆和平面镜的位置,即可在墙上巧现七彩,观察到光的色散现象.

(2) **观察光的全反射现象** 在一个浅碟中灌满清水,将一小物体放在碟底中央,剪一个半径适当的不透明厚圆纸片,使它浮在小物体正上方的水面上,最好让纸片圆心与小物体正对.虽然水面没全盖上,但是从任何角度也看不到小物体了,这就是光的全反射现象.如果量出碟内水的深度,则可以根据水的临界角计算出所剪纸片的半径.

(3) **光导纤维模拟** 用直径 3~6 mm 的玻璃或有机玻璃棒弯成图 1.9 所示形状,用放在小暗盒中的小灯泡照亮 a 端,眼对着 b 端可看到有光射出.若用氦氖激光正对 a 端照射,光可由 b 端射出照到白纸 S 上,呈现一个明亮的红点.

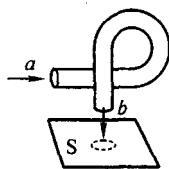


图 1.9

五、物理科学方法

1. 科学观察方法

掌握正确的观察方法,才能从似乎平常的事物和现象中找出有关方面的联系,从偶然的事物和现象中找出规律.所以,要在科学上有所发现、有所创造,就要学会和掌握正确的观察方法.

(1) 科学观察的方式与步骤 观察主要有两种方式:一是借助于眼睛直接观察;二是通过仪器进行间接的观察.观察可以分三步进行,即一看,二找,三定.

一看,就是首先要学会看现象.看又可以通过三个途径进行.一是看生活中的物理现象.例如,我们看太阳光穿过窗户射进教室里,若照着飘浮的灰尘,会发现光通过的路线是直的.二是观察实验,看实验中呈现的现象.例如,让一束光从空气斜射向水面,我们会看到,除了有一部分光反射回空气、改变了传播方向外,还有一部分光进入水中,也改变了传播方向.这比前面的观察又进了一步.三是观察图形.例如,通过看课本上根据实验画的图形,可以找出平面镜、凸透镜等光具成像的规律.看现象是研究问题、总结规律的基础.

二找,就是在反复观察大量的物理现象的基础上找规律,也就是找观察到的现象的共同点(也是与其他现象的不同点).例如,射进教室里的太阳光、穿过云隙的太阳光、黑夜里手电筒的光等,通过的路线都是直的.因此,我们就可以总结出“光在空气里是沿直线传播的”这一规律.找规律是观察的主要目的之一.

三定,就是确定条件.因为任何物理规律的建立都是有条件的.因此,在总结规律时,一定要考虑它在什么条件下成立.例如,光在同一种物质中传播是沿直线进行的,如果光从一种物质(如空气)进入另一种物质(如水或玻璃),它的传播方向通常是要改变的.因此,“在同一种物质里传播”就是光直进的条件.

学习观察,要注意三个问题.一是观察要与思考相结合,只观察不思考,不能总结出规律来.二是必须在反复观察大量现象的基础上总结规律,不能根据个别现象就草率地总结规律,这样容易导致以偏概全的错误.三是要注意,眼睛观察不要“上当受骗”.例如,如果看到太阳东升西落,据此得出太阳是绕地球运转的结论,这就错了.

为此,应记住巴甫洛夫的告诫:“应该先学会观察,不会观察,你就永远当不了科学家.”

(2) 科学观察常用的方法

① 有意观察法:有意观察就是针对所要了解的问题,进行有的放矢的观察,以便从中发现物证、找出规律.

② 长期观察法:自然事物或现象的发展变化微妙曲折、周期长短不一,所以,只有坚持长期观察,才能得出有价值的资料.

③ 细微观察法:事物的变化有时是细微的和偶然的,而细微的变化中往往蕴藏着质的飞跃,偶然的変化中包含着必然性.所以,对偶然观察到的奇怪现象也不能轻易放过.许多重要发现虽然常常在特定的条件下带有偶然性,但在偶然性观察中也会发现必然的规律.

④ 精确观察法:观察贵在精确,既要注意事物状态的变化,又要注意事物量的变化,这样才能更有效地揭示物质的变化规律.

⑤ 归纳观察法:反映物理现象、物理过程的本质属性,总结物理现象和物理过程的一般规律或研究变化因素较多的问题时,通常采用归纳观察法,即通过对个别现象的分别观察,得到一些个别的结论后,再归纳概括得出一般的规律.

⑥ 对比观察法:对两个事物、现象进行对比,或对某一现象发生变化的前后情况进行比较是人们认识物理世界的重要方法.

2. 理想化物理模型

所谓理想化物理模型(简称理想模型),是指在原型(物理实体、物理系统、物理过程)的基础

上,经过科学抽象而建立起来的一种研究客体.它忽略了原型中的次要因素,集中突出了原型中起主导作用的因素,摒弃了次要矛盾,突出了主要矛盾.所以,理想模型是原型的简化和纯化,是原型的近似反映.

物理模型分为模拟式物理模型和理想化物理模型两类,具体情况见表 1.1.

表 1.1 物理模型表

种类	模拟式物理模型	理想化物理模型		
		理想化实体	理想化系统	理想化过程
主要作用	模拟概念、规律或客观实体,使看不见、摸不到的客观事物具体化、形象化;或者用实物模型、图表、原理图使现象、原理实验直观化、系统化、规范化	建立在客观实体的基础上,根据所研究问题的性质和需要,把自然界中客观存在的实际物体或者有相互联系的物体系统加以理想化		为了研究复杂问题,建立在物体运动变化过程的基础上,根据研究问题的性质和需要,在包含多种复杂因素的物理过程中,找出主要因素,略去次要因素,建立能够揭示事物本质的过程模型
实例	电场线,磁感线,等势面,空间点阵,直流电动机模型,卢瑟福的原子核式结构,玻尔的原子模型,收音机原理图等	质点,刚体,理想气体,理想液体,弹性体,单摆,杠杆,光滑平面,细绳,弹簧振子,点电荷,检验电荷,理想电源,理想变压器,无限长直导线,点光源,平行光线,平面镜,薄透镜,纯电阻,纯电容,纯电感等	力学系统(遵循牛顿三定律的相互作用的物体),保守力系统(研究重力势能时,地球与物体的统称),热力学系统	匀速直线运动,匀变速直线运动,匀速转动,匀速圆周运动,简谐运动,共振,光的直线传播,光的反射、折射等

(1) 理想化实体——点光源 点光源是只有几何位置,没有大小并向各个方向均匀辐射光能的发光点,是和质点相类似的理想化实体.一个光源,不论其大小、形状如何,只要其尺寸远小于光源到被照射物间的距离,就可以当作点光源处理.发光面较大的光源,可以看成许多点光源的集合.在研究光学系统成像时,还可以将“物”视为许多发光点(物点)的集合,“像”也可视为许多发光点(像点)的集合.

(2) 光束的理想化——光线 为了掌握光的传播规律,要把从光源发出的光分成若干光束进行研究.如果用一条只表示传播方向的几何线来代表光束,这条带箭头的几何线叫“光线”,在均匀介质中光沿直线传播,这条几何线是直线.光线是光束的数学抽象.

(3) 光学系统的理想化 为了使光学系统能够形成完善的像,要求入射的同心光束在经过系统的作用后,仍保持同心光束射出,也就是说,一个物点只产生一个像点,不发生像散.平面镜是最简单的能完成完善的像的光学系统,而球面镜、透镜等光学系统,都要发生像散,必须经过理想化处理才能近似地达到上述要求.对透镜,则要求“薄”,只有薄透镜,光线通过其光心发生的侧移才会忽略,才能近似认为穿过光心的光线,方向不变,薄透镜就是理想化透镜模型.

3. 通过寻找关节点掌握光现象的变化规律

恩格斯在《自然辩证法》中讲到:“物理学的所谓常数,大部分不外是这样一些关节点的名称,