

PHYSICS

五年制高等职业教育试用教材



物理

教学参考书

《物理教学参考书》编写组 编



苏州大学出版社

五年制高等职业教育试用教材

物 理

教 学 参 考 书

《物理教学参考书》编写组 编

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理教学参考书/王荣成,李石熙主编;《物理教学参考书》编写组编. —苏州:苏州大学出版社,2001.7
五年制高等职业教育试用教材
ISBN 7-81037-834-1

I. 物… I. ①王…②李…③物… III. 物理学
—高等教育:职业教育 教学参考资料 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 033859 号

五年制高等职业教育试用教材
物理教学参考书
《物理教学参考书》编写组 编
责任编辑 陈兴禹

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路 200 号 邮编:215021)

武进市第三印刷厂印装

(地址:武进市村前镇 邮编:213154)

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 362 千
2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷
ISBN 7-81037-834-1/O·35 定价:24.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社发行科电话:0512-7258815

五年制高等职业教育教材编审委员会

顾 问：周稽裘

主任委员：王兆明 常晓宝

副主任委员：戴 勇 殷冬生 睦 平

委 员：(以姓氏笔画为序)

王荣成	王淑芳	尤佳春	田万海	吉文林
李石熙	张天明	陈小玉	周大农	赵佩华
施肇基	姜渭强	袁望曦	徐建中	徐 鹏
谈兴华	黄仲英	韩亚平	谢煜山	

编 者 的 话

五年制高等职业教育《物理》教材于1998年正式出版使用,在广大读者的关心与支持下,吸收了部分读者的意见,2000年又进行了一次修订。由于五年制高等职业教育近几年来在国内迅速发展,增设五年制高等教育的学校也成倍增加,为了帮助广大教师能够更好地使用教材,领会大纲的精神,在江苏省教育厅的关心下,组织了部分具有丰富教学经验的一线教师编写了本书,供同行们选用。

1. 本书由《物理教学参考书》编写组编写,与2000年苏州大学出版社出版发行的五年制高等职业教育试用教材《物理》(王荣成、李石熙主编)第一、第二册(以下简称教材)配套使用。

2. 本书由常州轻工业学校王荣成、南京无线电工业学校李石熙主编,苏州铁路机械学校袁望曦主审。

本书的上册部分由南京铁路运输学校张必赋执笔,下册部分由南京无线电工业学校单振法编写,其中下册部分的例题分析与习题答案由南京无线电工业学校黎粵执笔,实验部分由徐州化工学校丁振华执笔编写。

本书特邀原南京地质学校许楷副教授参加审订。

3. 本书编写的主导思想基于编者对五年制高职物理教学的如下认识:

①五年制高等职业教育(以下简称高职)是培养与我国社会主义现代化建设要求相适应的,在生产、经营、管理和服务等第一线工作的高级技术应用型人才。因此,物理课作为重要的公共课之一,要充分保证满足教材中的文化水平和科学素养上的要求,又要考虑到五年制高职物理课一般安排在一年级开设,仍属于初中后的教育,不能随意拔高的事实,一定要把握住物理教学内容的深广度,并适当地照顾专业学习的需要。

②五年制高职物理的教学应根据教学大纲,教材应充分体现教学大纲的精神,尽量以能量守恒与转换作为主线,以观察、实验、形象思维为基础,明确物理基本概念,掌握基本规律;在内容体系的安排上,要注意开好新科学、新技术的“窗口”,积极引导学生最大限度地发展创新思维能力,与现代化接轨;同时还要留出物理原理与工程技术的“接口”,强化对学生综合职业能力的培养。

③根据五年制高职培养的目标及学生的实际水平和年龄特征,物理教学既要保证有足够的科学性,又要避免在概念、理论、推导上片面追求严密性的倾向。“人生有限,知识无限”,要用“终身教育”观来审度五年制高职的物理教学内容,至于

哪些方面可以简化,简化到什么程度才算恰当,因专业不同,各校学生生源素质不同,任课教师可视实际情况加以判定。

4. 本书没有过多地涉及教学原理和教学方法。“教必有法,教无定法”,教学应以当代教学论、教育心理学为指导,遵循基本教学规律,但具体的教法,根据不同的教学环境,充分发挥教学对象——学生的主体作用,科学地组织教材,适时地启发与点拨,使学生能主动参与新知识的认知过程。

5. 本书在编写过程中,正文部分完全按教材章节顺序编写。每章节基本分为教学目的、教材分析和教法建议、学生中容易混淆的问题、典型例题的分析与解答、习题答案、参考资料等几部分。

教学目的部分是依据五年制高职物理教学大纲的要求来进行教学目标的分类,为了一目了然,故以列表表示;后几部分是编者根据自己的教学经验,并收集了同行们的建议编写的。需要说明的是这些内容只是作为建议提出,根据各人的理解,可以参考引用,也可以不用,编者只希望读者能对教学大纲精神的领会和教材的掌握有所帮助。习题答案仅作参考。参考资料有的为了节约读者时间,写得比较详细,部分教材为了节约版面,写得比较简单,我们注明了出处,以便读者自己查阅。

6. 为了便于读者使用,本书把学生实验与观察实验集中编排在最后部分,供参考。

7. 本书在编写过程中若按节展开,可以更有针对性;也可按章展开,让读者具有更大的自由选择空间。作为一种尝试,我们在本书中有意采用两种并存方式,以便于对比使用。教材上册部分内容按节编写,教材下册部分内容按章编写,请读者在使用后把自己的体会与效果反馈给我们,以便修订时使教参的质量更加提高。

8. 本书对大纲与教材的解释有不当之处,完全由本书编者负责,由于编者水平有限,错漏之处在所难免。本书仅供参考,欢迎读者批评指正。

《物理教学参考书》编写组

2001年5月

目 录

第 1 章 光的折射与应用	(1)
第 2 章 力	(11)
第 3 章 匀变速运动	(22)
第 4 章 牛顿定律 动量守恒定律	(41)
第 5 章 功和能	(54)
第 6 章 周期运动	(66)
第 7 章 气体 液体 物体的内能	(78)
第 8 章 静电场	(87)
第 9 章 恒定电流	(105)
第 10 章 电流的磁场 电磁感应	(119)
第 11 章 波动	(134)
第 12 章 近代物理简介	(145)
第 13 章 物理学与高新技术	(156)
第一册实验部分	(165)
第二册实验部分	(195)
实践专用周	(211)
期末复习题参考答案	(218)
参考资料	(220)

第1章 光的折射与应用

一、本章教材的作用

本章教材是高等职业学校物理教育的开篇。之所以把它作为首篇,是考虑到以下几点:(1)高职物理的力学跟初中知识比较起来,不仅知识的难度陡增,而且教学进度快,初中学生入学后一时难以适应,需要一个适当的教学过程和相应的教学内容作为缓冲。(2)几何光学知识直观性较强,而且跟日常生活联系比较密切,根据经验,一般学生对于初中的几何光学知识掌握得较好。高职物理的几何光学虽比初中增加了一些定量的内容,但公式并不多且运算也不太复杂,学习的难度不太大,把它作为开篇,学生尚能适应。(3)几何光学在本书中几乎是“孤立”的一章,学习这一章时不需增加其他的知识作为基础。把它作为开篇,对后续课也无碍。

由于初中物理已讲述过光的反射定律及其应用,本章教材就不再编入这部分内容。本章是以光的折射定律为基础展开知识的。几何光学在日常生活和生产实践中有着广泛的应用,学生通过学习这些知识,不仅能够做到理论联系实际,而且可以提高学习兴趣。

几何光学跟图形密不可分,要求学生画出工整的光路图,既是寓美育于教学之中,同时也训练了学生的画图技能,对以后作物理示意图是有好处的。

二、教学目标分类

类别	知 识 点 内 容	教 学 要 求		
		了解	理解	掌握
基 本 知 识	折射率概念	✓		
	色散现象	✓		
	全反射和临界角	✓		
	光纤通信原理	✓		
	光通过透明平行板和三棱镜的光路	✓		
	透镜成像的特殊光线			✓
	透镜成像公式			✓
	光学仪器成像原理	✓		
基本理论	折射定律		✓	
基本技能	运用成像作图法画成像光路图			✓
	运用透镜公式计算单一凸透镜成像问题			✓

1.1 光的折射定律 折射率

一、教学目的

1. 理解折射定律和利用折射定律计算有关的问题。

2. 了解折射率概念;了解通过透明平行板、三棱镜的光路。

二、教材分析和教法建议

1. 折射现象

利用水观察折射现象的演示实验宜采用玻璃水槽,以使全体学生都可以看到。必须指出:对于教材中图示水中尺子下端的虚像位置,由计算可以证明:虚像位于实物上方偏左(靠眼睛近一些)的地方。教师板书时不宜信手将它画在实物的竖直上方或上方偏右的地方。

虚像为什么能引起视觉?因为眼睛的视线是直线,发光点发出的光线经折射后,发散光线射向眼睛时,眼睛凭直视的经验,就能对视线的交会点产生像的感觉。

图 1-1 是利用激光在光盘上演示玻璃对入射光的折射现象。图中半圆形玻璃砖的圆心位于光具盘的中心 O 点,玻璃砖的直边跟光具盘的水平直径重合。当空气中的入射光从 N 点沿竖直方向射向 O 点时,将看到玻璃砖中射出的光线仍然在竖直方向,这表明介质对于入射角为零度的光线不产生折射。再改变入射光线的方向,让光从 A 点射向 O 点,就会看到从玻璃砖中射出的光线 OB 相对于 OA 发生了折射。

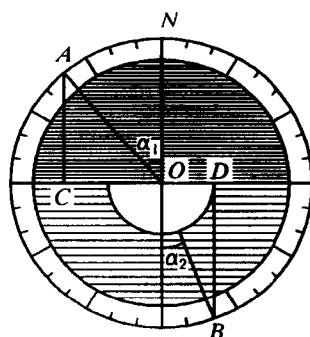


图 1-1

2. 折射定律

利用图 1-1 的光具盘,可以从实验观察中测出数据,由计算总结得出折射定律,入射角 α_1 在水平直径上对应的长度为 OC ,折射角 α_2 对应的长度为 OD 。改变入射角的大小,每次测

出对应的长度 OC 和 OD ,计算表明 $\frac{OC}{OD} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \text{常数}$,由此得出折射定律。然后再指出,该常数恰好等于光在两个介质中对应的光速之比。教材对入射角和折射角符号没有采用惯常的 i 和 r ,而是统一用 α 表示,并且让 α 的下标“1”和“2”跟光速的下标对应,即 $\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$,这样有利于记忆。

不论用光具盘进行演示,或是用折射定律进行说明,均可得出折射光路可逆的结论。折射光路的可逆性,能够用来很简便地说明透明平行板对光线产生的侧向平移现象。学生今后如果有必要学习透镜组的知识时,光路的可逆性是个重要的基础知识。由于折射光路可逆,区分入射角和折射角有时就似乎显得不那么必要了,可以将它们统一叫做光线跟法线的夹角。根据折射定律可以知道,光速较大的介质中,光线跟法线的夹角也较大,即“速大角大”,取其谐音“速大脚大”,或许能从哄堂大笑的刺激中形成牢固的记忆。

3. 折射率

教材讲述的折射率是绝对折射率,即光线从真空射入其他介质时,入射角的正弦与折射角的正弦之比或对应的光速之比。“率”是表示程度的,折射率较大的介质使入射光的偏折程度也较大。

教材中利用折射率,把折射定律写成另一种形式 $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$,这个式子由于方程两边对称也便于记忆,运用该式可以解答光在任意两种介质中产生的折射现象,而无需引入相对折射率的概念。教材之所以不讲述相对折射率,是为了减少头绪,降低学习的难度,因为学生在记忆相对折射率时,常会把相对折射率符号的下标跟绝对折射率符号的下标、光速符号的下标弄

得混淆不清, $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \frac{v_1}{v_2} \approx \frac{1}{n_{12}}$ 。

4. 透明平行板

光线经过透明平行板两次折射后,要产生侧向平移。对于侧向平移,可以用折射定律进行证明(见教材);也可以根据折射光路的可逆性,因为光线从空气射入透明平行板的折射光路跟光线再从透明平行板射向空气的光路,二者互为逆光路。

需要指出,透明平行板越厚、入射角越大,光线的侧向平移也越大,反之则越小。根据这个道理,射向薄透镜光心的近轴光线才可以近似认为不改变方向。

5. 三棱镜

由于在上面的学习中已运用过折射定律画出光路,因此光线经过三棱镜的折射光路可以先让学生自己画,教师后讲解。作为巩固折射的知识,建议再让学生画出倒置的玻璃三棱镜、疏介质三棱镜的折射光路图。

三、学习中容易混淆的问题

1. 对折射率的物理意义模糊不清。
2. 画折射光路图时,两种介质中光线与法线夹角的大小比较混淆不清。
3. 由于三棱镜的法线位置不在通常习惯的竖直方向,画折射光路时会误把人射光线跟折射光线画在法线的同侧。

四、典型例题的分析与解答

例题 已知玻璃的折射率是 1.55,水的折射率是 1.33,当光线以 30° 的入射角从玻璃射入水中时,求水中的折射角。

分析 这道例题是要解答光线在任意两种介质(不含真空)中的折射问题。通过求解,可以结合折射率的概念向学生指出:在折射率较大的介质中,光线跟法线靠得较近,即偏折较大。

解答 根据折射定律

$$n_{\text{水}} \sin \alpha_{\text{水}} = n_{\text{玻}} \sin \alpha_{\text{玻}},$$

$$\text{求得 } \sin \alpha_{\text{水}} = \frac{n_{\text{玻}} \sin \alpha_{\text{玻}}}{n_{\text{水}}} = \frac{1.55 \times \sin 30^\circ}{1.33} \approx 0.58,$$

$$\alpha_{\text{水}} \approx 35.6^\circ.$$

五、习题答案

1. 因为甲介质中反射角等于入射角,故入射角为 30° ,它小于乙介质中的 45° 折射角,所以乙是光疏介质。

2. 如图 1-2 所示。

$$\text{折射率 } n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} \approx 1.73.$$

3. 光线穿过透明平行板后要产生侧向平移现象,一般的窗玻璃很薄(厚度为 $3\text{mm} \sim 5\text{mm}$),光线穿过窗玻璃后的侧向平移不易被觉察。

4. 如图 1-3 所示,跟玻璃相比较,三棱镜中的空气是疏介

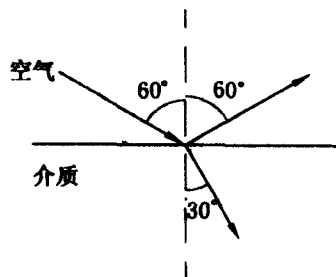


图 1-2

质,折射光线向三棱镜的顶角偏折。

5. 由于演员颈部以上发出的光线经过很厚的玻璃砖折射后,发生了很显著的侧向平移,所以观众透过玻璃砖看到的只是虚像而不是真人。虚像跟人体错位,就产生了“身首异处”的视觉效果。

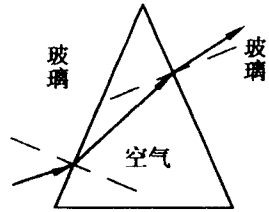


图 1-3

1.2 光的色散 全反射 临界角

一、教学目的

1. 了解光的色散现象。
2. 了解全反射原理和临界角的概念。

二、教材分析和教法建议

1. 光的色散

把三棱镜放在白光下观察色散现象时,只能看到色散光两侧边缘的红光和紫光,中间的过渡色光是复色光。只有让很窄的一束白光通过分光镜,才能观察出七种色光。对色散的解释涉及到光的波动性,此属本书第二册中的内容,所以本节教材只介绍色散现象,使学生了解白光的基本组成。

2. 全反射

全反射是学生以前没有接触过的知识,宜通过演示实验导入新课。演示的教具可采用发光水槽(玻璃水槽中的灯泡从有缝的灯罩中向水面射出一束光线)或采用如教材中图示的使一束光射向半圆形玻璃砖的圆弧面的圆心(即本教学参考书中图 1-1 的逆光路),使圆弧面处的入射光不发生折射,让光线在玻璃砖圆心产生反射和折射。演示中要提醒学生注意观察:随着入射角的增大,反射光的亮度逐渐增强而折射光逐渐减弱;当折射角趋于 90° 时,折射光已近消失。了解这个渐变的过程,有利于引入临界角的概念,并由此说明全反射不是“特殊”的反射,它仍遵从反射定律。

3. 临界角的计算

教材根据 $n_{\text{密}} \sin \alpha_0 = n_{\text{疏}} \sin 90^\circ$, 得出光在任意两种介质的界面上发生全反射的临界角 α_0 为

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_{\text{疏}}}{n_{\text{密}}}。$$

光从其他介质进入真空时发生全反射的临界角为 $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_{\text{介}}}$ 。

教师要举一些日常见到的全反射现象,以丰富学生的感性认识。例如,水或玻璃中明亮的气泡、灯光玩具中的导光玻璃纤维等,阅读材料中介绍了怎样用视觉识别玻璃与钻石。

三、学习中容易混淆的问题

1. 以为入射角为临界角时,仍然有折射光。入射角大于临界角时,折射光突然消失。
2. 弄不清根据两种介质折射率大小的比较,判断发生全反射的入射方向。

四、习题答案

1. (略)

2. 从折射的逆光路考虑, 本题相当于求解发生全反射的临界角 α_0 。

$$\sin\alpha_0 = \frac{1}{n_{\text{水}}} \approx \frac{1}{1.33},$$
$$\alpha_0 \approx 49^\circ.$$

所以圆锥的顶角约为 98° 。

3. $n_{\text{晶}} = 1.35$ 。

4. 光必须由金刚石射向水中, 才可能发生全反射。临界角约为 33° 。

1.3 透镜成像作图 透镜公式

一、教学目的

1. 掌握透镜成像的特殊光线和透镜成像的作图方法。
2. 掌握透镜公式和分析计算单一凸透镜的成像问题。

二、教材分析和教法建议

1. 透镜

运用前面讲过的三棱镜和透明平行板的光路, 解释凸透镜对光线的会聚作用和凹透镜对光线的发散作用。透镜的焦点和焦距是初中学过的知识, 对于副光轴的概念, 可根据薄透明平行板予以解释。

2. 透镜成像

首先要指出, 像点就是从点光源发出的无数光线经透镜折射后的交会点(实像)或反向延长线的交点(虚像)。物体的像就是物体上所有发光点成像的集合。

教师应要求学生按比例画出工整美观的光路图, 这既是寓美育于教学之中, 也是培养学生认真完成作业的素质教育。图具有鲜明的直观性, 工整正确的图形对思维有启发作用, 畸形图则会对思维有干扰作用。从本书开篇的几何光学开始就要求学生工整作图。良好的作图技能对于以后解答力学问题是有益的。

学生在初中已从实验观察中, 定性地掌握了透镜成像规律, 现在是通过成像作图, 进一步掌握成像的原理。教师可以让学生练习画出凸透镜成像的光路图之后, 填写下面的表格, 以总结成像规律:

物的位置	像的位置	像的大小	像的虚实	像的正倒
$u \rightarrow \infty$				
$u > 2f$				
$u = 2f$				
$f < u < 2f$				
$u = f$				
$u < f$				

教师还可以用下面的示意图(图 1-4)来帮助学生归纳凸透镜的成像规律。

图 1-4 中用 |、↑、↑、↓ 四种符号表示同一物体,让物体从很远处向凸透镜前进,进入不同的物区(具有相同成像性质的物距变化范围),它们都会发出一条平行于主光轴的光线,这是一条公共的光线,它的折射光线也是公共的光线。这条公共折射线就决定了成像的高度——像界。学生在图中再添一条从物体发出的过光心的光线,它跟像界光线的交点就决定了像的位置、大小和正倒。为了简洁,示意图没有画出这条过光心的光线,由学生根据需要,自行添画。图 1-4 对于分析如何调节照相机来改变成像的大小(或调节幻灯机)等问题,是很有帮助的。

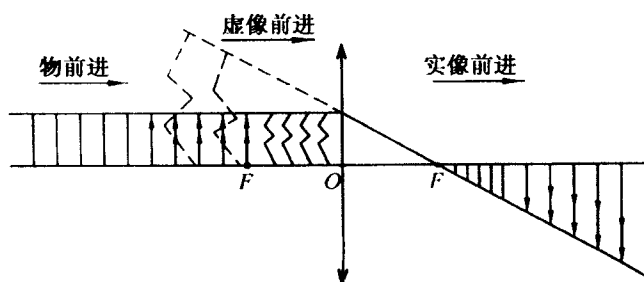


图 1-4

学生在图中再添一条从物体发出的过光心的光线,它跟像界光线的交点就决定了像的位置、大小和正倒。为了简洁,示意图没有画出这条过光心的光线,由学生根据需要,自行添画。图 1-4 对于分析如何调节照相机来改变成像的大小(或调节幻灯机)等问题,是很有帮助的。

3. 透镜成像公式

运用几何知识可以证明(不要求证明)出透镜成

像公式 $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ 。将该式跟符号规则配合,就能计算凸透镜、凹透镜的成像问题。符号规则有好几条,概括起来就是四个字:“实正虚负”。例如,因为单个透镜成像须要一个实际的发光物体,所以无论是凸透镜成像还是凹透镜成像,物距总是正的。根据“实正虚负”这个规则和透镜成像的性质,学生就能够决定出右边表中 u 、 v 和 f 的符号。

符 号	凸透镜	凹透镜
u		
f		
v	实像	
	虚像	

4. 像的放大率

要向学生指出,像的放大率是正值。透镜成虚像时,要用像距的绝对值计算放大率。

三、学习中容易混淆的问题

1. 用透镜成像公式计算时,把像与物的距离当成是像距或物距。
2. 不会根据题意判断像的虚实,因而混淆了像距的正、负号。
3. 不会分析物距变化时成像性质的变化。

四、典型例题的分析与解答

例题 甲、乙两个物体相距 48cm,它们共同由一个焦距 18cm 的凸透镜成像,并且成像的位置重合。问:甲、乙应分别位于距凸透镜有限的多远处(即不考虑无限远处)? 画出光路图。

分析 本题有一些灵活性,必须根据凸透镜的成像规律,分析出甲、乙两物体中,一个成实像,另一个成虚像,即二者位于凸透镜两侧,还要注意符号规则,才能得到正确的答案。

解答 设甲成实像,乙成虚像,甲的物距为 u_1 ,像距为 v_1 ;则乙的物距 $u_2 = 48\text{cm} - u_1$,像距 $v_2 = -v_1$ 。

对二者的成像分别运用透镜成像公式

$$\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f}, \quad \text{即} \quad \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{18};$$

$$\frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f}, \quad \text{即} \quad \frac{1}{48 - u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{18}.$$

将上述两式相加,得

$$\frac{1}{u_1} + \frac{1}{48 - u_1} = \frac{1}{9}, \quad \text{即} \quad u_1^2 - 48u_1 + 432 = 0.$$

由此解出

$$u_1 = 36\text{cm} \text{ 和 } u_2 = 12\text{cm}.$$

光路图如图 1-5 所示。

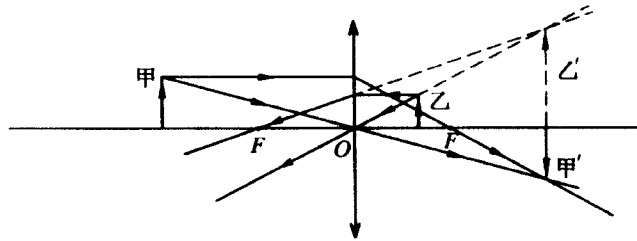


图 1-5

五、习题答案

1. $v = 60\text{cm}$, 成放大实像。

2. $u = 10\text{cm}$, $k = 4$ 。

3. 12.5m 。

4. 本题有两解: (1) $u_1 = 0.06\text{m}$, $v_1 = 0.12\text{m}$; (2) $u_2 = 0.02\text{m}$, $v_2 = 0.4\text{m}$ 。

5. 如图 1-6 和图 1-7 所示。

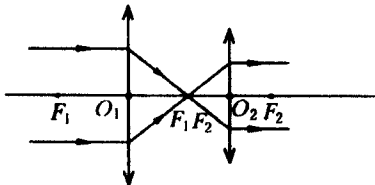


图 1-6

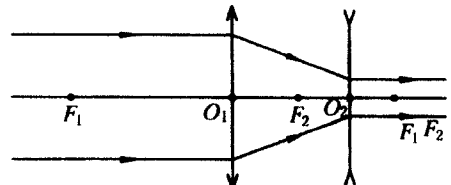


图 1-7

1.4 常用光学仪器

一、教学目的

了解常用光学仪器的成像原理。

二、教材分析和教法建议

1. 眼睛和眼镜

眼睛的光学系统相当于一个凸透镜,根据透镜的成像原理,眼睛看物体时,视网膜生成的是缩小、倒立的实像,可是我们的实际感觉并非如此,这是什么原因呢?有的学生可能会向教师请教如何解释这个现象,物理老师对此确实无可奉告,与生俱来就是这样,神经有改变像的本领。

由于视角决定了视网膜上像的大小,所以眼睛看物体有近大远小的感觉,用“一叶障目,不见泰山”来比喻是很形象的。

教师要结合矫正视力的阐述,教育学生注意保护视力。例如,不在较暗的光线下阅读、不躺在床上看书,要保持眼睛的明视距离等。

2. 放大镜

笼统地把凸透镜叫做放大镜,这是不正确的,只有当凸透镜成虚像,并且使生成的虚像在明视距离($d=25\text{cm}$)处,这时使用的凸透镜才能叫做放大镜。放大镜的放大倍数就是用明视距离处的虚像来确定的($n=\frac{d}{f}$)。

3. 显微镜和望远镜

光路涉及透镜组的成像,教学大纲只要求学生掌握单一透镜成像的知识,故对显微镜和望远镜只需简单介绍。

可以用CAI教学软件《光的折射、全反射、光导纤维及其应用、透镜成像及常用光学仪器》做为对本章知识的回顾和总结。

复习题答案

1. 1.46; $2.05 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

2. 41° 。

3. 0.6m。

4. 见图 1-8 中的(a)、(b)、(c)。

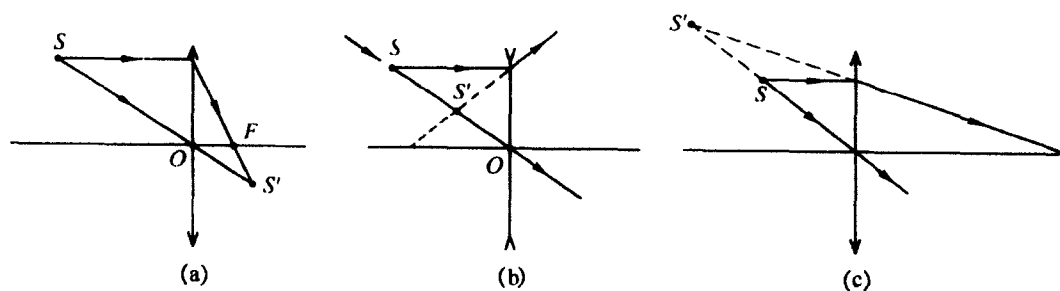


图 1-8

5. 由相似三角形对应边成比例 $\frac{2}{10} = \frac{f}{64+f}$, 求得焦距 $f=16\text{cm}$ 。

6. 选用凸透镜,其焦距为 16cm,透镜应距蜡烛 20cm。

$$7. f = \frac{20}{3} \text{cm} \approx 6.7 \text{cm}$$

8. 放大镜生成的是放大、正立的虚像，并且与物体在凸透镜的同侧；照相机生成的是缩小、倒立的实像，像与物分居在凸透镜的两侧。

$$9. f = 7.84 \text{cm}; n = 50$$

参 考 资 料

一、光导纤维

复色光在光纤中传播时，会产生色散现象（例如，胃镜等用光纤传送实物图像）。用光纤传送光脉冲进行通信时，不宜采用复色光。因为：①复色光有色散现象，不能聚焦成很细的光束；②复色光中各种色光在光纤中的传播速度不同，这使得从信号发送端同时发出的脉冲信号不能同时到达接收端，有时间差。相邻两个脉冲的时间间隔必须大于上述的时间差，才能在接收端区分出两个不同的脉冲，为此就需要加长两个脉冲的时间间隔。这将会导致通信信号容量的减少。为了避免上述缺点，光纤通信采用很纯的单色激光。

图 1-9 表示激光从折射率为 n_0 的介质射入折射率为 n_1 的光纤芯线，芯线套层的折射率为 n_2 ，图中的 A 表示光在芯线与套层界面上发生全反射时的临界角， A 对应芯线中的折射角为 $i_1 = 90^\circ - A$ ， i_1 对应的人射角为 i_0 。显然，当入射角大于 i_0 时，光在芯线与套层间不能产生全反射（图中用双箭头表示的光线）。这样的人射光会穿过套层而进入另一根芯线，成为干扰信号。只有在 $2i_0$ 圆锥角内的入射光线，才能在芯线与套层的界面上发生全反射，沿同一根芯线传播。

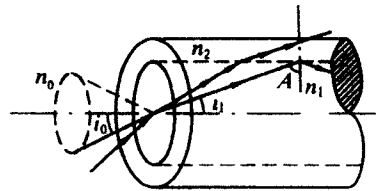


图 1-9

根据折射定律

$$n_0 \sin i_0 = n_1 \sin i_1,$$

而 $n_1 \sin i_1 = n_1 \sin(90^\circ - A) = n_1 \cos A$ ，故

$$n_0 \sin i_0 = n_1 \cos A = n_1 \sqrt{1 - \sin^2 A}.$$

将临界角的条件 $\sin A = \frac{n_2}{n_1}$ 代入上式，即可得到

$$n_0 \sin i_0 = n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}.$$

$n_0 \sin i_0$ 叫做光导纤维的数值孔径。对于一定的人射介质 (n_0 为定值)，芯线与套层二者折射率之差越大，导光的空间角度 $2i_0$ 也就越大。一般通信光纤的直径约为 $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ ，芯线的折射率约为 1.8，套层折射率约为 1.4。

二、几何光学的发展

光学跟力学一样，其发展始自古代，下面就几何光学发展中的一些重要事件做简要介绍。远在公元前五世纪，中国《书经》里就有日食的记录。

战国时期，墨翟(公元前 468~前 376 年)的《墨经》中有影的生成、光的直线传播、光的反射等记录，当时已有人用金属凹面(阳燧)取火，研究凹面镜成像。

公元前四世纪，著名的希腊学者欧几里德(公元前 330~前 275 年)总结出光的反射定律。

公元前三世纪，我国西汉初的《尔雅》中记载了古人削冰成圆，把它向着阳光，将艾草放在冰球的日影下便可点燃，还有人用平面镜制成了潜望镜。

公元二世纪，张衡(78~139 年)指出月光是日光的反照(反射)，还解释了月食的成因。希腊学者托勒密首先发现了大气折射星光的现象，并且进一步研究了折射现象。他在圆盘上装置了 A、B 两根指针(图 1-10)，把圆盘的下半部浸入水中，移动上面的指针 A 直至看上去跟水中的指针 B 成一直线为止，测出入射角和折射角。虽然托勒密测得了相当多的数据，但是并没有建立折射定律。

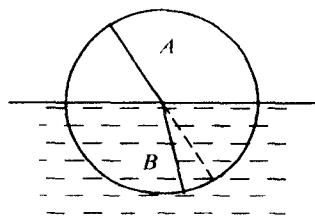


图 1-10

公元 11 世纪，我国的沈括(1031~1095 年)在《梦溪笔谈》中，详细介绍了光的直线传播、凹面镜成像，提出了对面镜焦点位置的见解(“阳燧面凹，向日照之，光皆向内，离镜一、二寸光聚为一点，大如麻菽子，着物则火发……”，“阳燧”就是金属制成的凹面镜)。他还对虹的形成作了解释。

公元 13 世纪中叶，英国的罗杰·培根从实验中研究了凹面镜和透镜焦点的位置。

公元 14 世纪中叶，我国的赵友钦在《革象新书》中编有《小罅光景》，详细记述了他对小孔成像的研究。他运用实验手段探索自然规律的科学研究方法，比伽利略要早 200 多年。

公元 17 世纪初，荷兰工匠李普塞制成了世界上第一个望远镜。伽利略闻讯后，亲自磨制透镜仿制出一架望远镜，其物镜是凸透镜，目镜是凹透镜，可放大 30 多倍，称之为伽利略望远镜。与伽利略同时代的开普勒设计出了物镜和目镜都是凸透镜的望远镜，称之为开普勒望远镜。1668 年，牛顿设计制成以凹面镜做为物镜的反射式望远镜。

1620 年，荷兰的斯涅耳从实验观察中，归纳得出了光的反射和折射定律，由此奠定了几何光学的理论基础。