

五年制高等职业教育教材



物理

(第一册)

《物理》编写组 编



苏州大学出版社

五年制高等职业教育教材

五年制高等职业教育教材

物理

(第一册)

《物理》编写组 编

Physics



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理 第1册/王荣成,李石熙主编. —苏州:苏州大学出版社,2004.5 重印
五年制高等职业教育教材
ISBN 7-81037-419-2

I. 物… I. ①王… ②李… III. 物理学-高等教育:职业教育-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31999 号

声 明

非经我社授权同意,任何单位和个人不得编写出版与苏大版高职系列教材配套使用的教辅读物,否则将视作对我社权益的侵害。

特此声明。

苏州大学出版社

五年制高等职业教育教材

物 理(第一册)

《物理》编写组 编

责任编辑 陈兴昌

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)

常熟高专印刷厂印装

(地址:常熟市元和路98号 邮编:215500)

开本 787×1092 1/16 印张 15.75 字数 385 千

1998年8月第1版 2004年5月第12次印刷

ISBN 7-81037-419-2/O·13(课) 定价:18.00元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258835

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 马能和 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 谢煜山

前言

1994年起,江苏省部分重点中专校先后试办了五年制高职班,对江苏职业教育的发展和提高起到了很大的促进作用。几年来的实践证明,这种学制有其独特的优势,是我国高等职业教育的一种重要形式。

为确保五年制高职教育的教学质量,努力办出高职特色,1996年,在原国家教委的关心指导下,原江苏省教育委员会组织五年制高职教育学校协作会,先后编写出版了语文、英语、数学、物理、化学、信息技术基础等六门公共课的教材和配套的教学参考书、录音磁带或实习指导书。其中,语文、英语、数学、物理等四门教材曾进行过二版修订。

编写五年制高职公共课教材的指导思想是强化培养目标,开发好课程教学大纲,体现高职教育中公共课的基础性和实用性的和谐统一。在教学内容的安排和取舍上,遵循“尊重学科,但不恪守学科”的原则,删旧增新,减少理论推导,着重阐明实际应用价值,强调公共课与相关学科之间的横向联系,注意与专门课程的接口,力求做到立足实践与应用,拓宽基础知识面,强化能力训练和迁移,使一般能力的培养与职业能力的培养相结合。

为不断提高教材质量,2001年,我们在广泛征求意见的基础上,再次组织修订。这次修订的原则是:总结本套教材的编写经验,广泛吸取同类、同层次教材的长处,做好与初中文化课程的衔接,适应生源变化的实际,适当降低起点,力求做到“重视基础、突出应用、反映前沿”。我们期望修订后的教材既能保证学生应有的文化素质,又能为学生后续课程的学习、终身学习和自主发展打好基础。

为提高教学效果,六门课程均编写了教学参考书,语文、化学、数学还编制了多媒体课件和教学软件,英语教材

附有配套的教学录音磁带,信息技术基础编写了实习指导书。此外,教材的装帧设计和印制质量也有了较大的改进。

本次教材的修订由江苏省教育厅职业教育与社会教育处组织,江苏省五年制高职教育学校协作会具体负责。教材采用主编负责制,主审协助主编把好质量关。如何编好五年制高职教材,我们仍在不断探索。尽管我们作了很大的努力,但限于经验和水平,教材的缺点和不完善之处在所难免,请使用本教材的师生和同行予以指正。

五年制高等职业教育教材编审委员会

2002年4月30日

编写说明

本套教材是根据江苏省五年制高职《物理教学大纲》编写的。全套教材分上、下两册。教材教学总时数为 150 学时,其中理论课为 112 学时,实验课 27 学时,习题课、复习考试课 11 学时。根据五年制高职的特点,另外再安排一周实践内容,供五年制高职班一年级学生使用。本套教材同时也可作为中专校(工科类)物理教学用书。

教材自 1998 年出版以来曾两次修订。第一版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。各章节撰写人员是:南通纺织工业学校姚建宁(第 1、2、5 章),无锡机械学校陈永涛(第 3、4、7 章),常州轻工业学校史静波(第 6 章),南京无线电工业学校赵志芳(第 8 章),南京机电学校傅美欢(第 9 章),徐州工业学校卓士创(第 10、11 章),南京无线电工业学校黎雳(第 12 章),南京无线电工业学校单振法(第 13 章)。《实验与练习》由南京铁路运输学校张必赋编写,其中实践专用周部分由南京无线电工业学校单振法编写。南京交通学校邢江勇、盐城卫校王德华、无锡商业学校邵祖德、南通航运学校倪健中等也参加了第一版的编写工作。第二版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。第一册由南京铁路运输学校张必赋负责修订,第二册由南京无线电工业学校单振法负责修订,徐州化工学校丁振华补充修订了实验部分内容。

本教材在多次征求各方面意见后,在原有的基础上进行开发。编写中充分考虑到职业技术教育培养的是各行各业生产一线的熟练劳动者和社会需要的各种技术应用型人才,同时也兼顾到学生终身学习的需要,不再采用

传统的物理篇章结构,尽量以“能量”作为全书的主线,按物体运动形态组织材料,降低起点而不减少基本内容为要求,尽可能使学生易学易懂;章节展开采用问题的引入——原理(定律)的剖析——应用、实践三步走的形式完成一次知识循环,达到螺旋式上升的目的;注意开好新科学“窗口”,留下与应用技术的“接口”,加强“边框注释”中的“点拨”,增加物理学名词英文注释,加强学生学法指导,使物理的基础性与技术性、物理原理与工程技术、知识传授与方法学习有机地结合。“实践专用周”的内容,各校可依据本校专业特点与设备条件,选做其中2~3个。

书中带“*”部分超出大纲要求,各校可选学。

本教材由常州轻工业职业技术学院王荣成、南京信息职业技术学院李石熙主编,苏州铁路机械学校袁望曦主审。

参加编写的有南京铁道职业技术学院张必赋(第1、2、3、4、5、6章),南京信息职业技术学院赵志芳(第7章、实践专用周),中国药科大学朱连喜(第8、9章),徐州师范大学卓士创(第10、11章),山西林业职业技术学院张爱华(第12、13章)。

本套教材在编写过程中始终得到了江苏省教育厅与殷冬生顾问的关心与指导,同时也得到了山西省教育厅、各有关院校以及苏州大学出版社的大力支持与帮助,在此深表感谢。

本次教材开发,在印刷上也作了较大的调整,尽量做到图文并茂、形式活泼,使教材更贴近五年制高职的培养目标。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者提出宝贵意见,以便再次修订时作参考。

《物理》编写组

2002年5月

目录

CONTENTS

第1章 光的折射与应用

1.1 光的折射定律 折射率	(2)
1.2 全反射 临界角	(7)
1.3 透镜 透镜成像作图	(12)
1.4 透镜成像公式	(16)
1.5 常用的光学仪器	(18)
本章知识小结	(26)
 本章检测题	(27)

第2章 力

2.1 力	(29)
2.2 重力	(31)
2.3 弹力	(32)
2.4 摩擦力	(35)
2.5 共点力的合成 共点力的平衡	(38)
2.6 力的分解	(43)
2.7 力矩 力矩的平衡	(47)
本章知识小结	(49)
 本章检测题	(50)

第3章 匀变速运动

3.1 描述运动的一些概念	(53)
3.2 速度	(58)
3.3 加速度	(60)
3.4 匀变速直线运动的规律	(64)
3.5 自由落体运动	(70)
3.6 平抛运动	(75)

本章知识小结	(78)
--------------	------

 本章检测题	(79)
--	------

第4章 牛顿运动定律 动量守恒定律

4.1 牛顿第一定律	(84)
------------------	------

4.2 牛顿第三定律	(86)
------------------	------

4.3 物体受力分析	(89)
------------------	------

4.4 牛顿第二定律	(93)
------------------	------

4.5 牛顿运动定律的应用	(99)
---------------------	------

4.6 动量 动量定理	(103)
-------------------	-------

4.7 动量守恒定律 反冲运动	(106)
-----------------------	-------

4.8 牛顿定律的适用范围	(109)
---------------------	-------

本章知识小结	(110)
--------------	-------

 本章检测题	(112)
--	-------

第5章 功和能

5.1 功	(116)
-------------	-------

5.2 功率	(119)
--------------	-------

5.3 能 动能 动能定理	(122)
---------------------	-------

5.4 势能	(129)
--------------	-------

5.5 机械能守恒定律	(132)
-------------------	-------

本章知识小结	(137)
--------------	-------

 本章检测题	(138)
--	-------

第6章 周期运动

6.1 周期运动的概述	(142)
-------------------	-------

6.2 匀速圆周运动	(143)
------------------	-------

6.3 向心力	(146)
---------------	-------

6.4 万有引力定律	(152)
------------------	-------

6.5 人造地球卫星 宇宙飞船	(155)
-----------------------	-------

6.6 简谐运动	(158)
----------------	-------

6.7 单摆和单摆的周期	(161)
--------------------	-------

6.8 共振现象	(163)
----------------	-------

本章知识小结	(165)
--------------	-------

 本章检测题	(167)
--	-------

第7章 气体 液体 物体的内能

7.1 气体的状态参量	(170)
7.2 理想气体的状态方程	(173)
7.3 物体的内能 热力学第一定律	(177)
7.4 晶体 非晶体 液晶	(182)
7.5 流体的连续性原理	(185)
7.6 伯努利方程	(187)
本章知识小结	(193)
 本章检测题	(195)

物理实验

绪论	(198)
实验1 测定规则形状固体的密度	(201)
实验2 测玻璃的折射率	(205)
实验3 测定凸透镜焦距 研究凸透镜成像规律	(207)
实验4 验证力的平行四边形定则	(210)
实验5 用气垫导轨测速度和加速度	(212)
*实验6 观察加速度与作用力、质量的关系	(216)
*实验7 验证动量守恒定律	(219)
实验8 验证机械能守恒定律	(220)
实验9 研究单摆振动的周期 测定重力加速度	(222)
实验10 验证理想气体状态方程	(224)
附录 历年诺贝尔物理学奖获得者及其研究成果	(228)



第1章

光的折射与应用

光(light)是最早引起人们注意的自然现象之一。最初,人们曾将光跟人的视觉混为一谈,把光当成是眼睛发出的触须一样的东西,以为闭上眼睛光就没有了。这种古老的观念至今还保留在文学语言中,如“目光闪烁”、“两眼放光芒”……随着科学的发展,人们认识到光是由发光体放出的,它是客观存在于我们主观意识之外的。这一章只研究光的一些传播规律,在第2册书中将要讲述光究竟是什么。

真空、空气、水、玻璃等凡是能透过光的物质都叫做光的介质。真空中光的传播速度为 $c \approx 3.0 \times 10^8 \text{m/s}$, 其他介质中的光速比 c 小。光在同一种均匀介质中沿直线传播。当光从一种介质进入另一种介质时,在介质的分界面会产生反射(reflection)和折射(refraction)现象。

本章依据光的直线传播,以几何知识为基础,数形结合研究光的折射现象。讲述光的折射定律和折射成像;介绍常用的光学仪器和一些新技术;解释自然界中的某些光现象。

1.1 光的折射定律 折射率

你有没有把饭煮成像粥一样的时候?煮饭之前,要是只凭眼睛估计米上面的水深,如果你不是经常煮饭的话,就会担心水不够,于是加水再加水,饭煮熟以后就是稠粥了。水库里的水非常清,岸边附近清澈见底,似乎不过齐腰深,可是贸然入水却会没过头顶。类似的现象还有许多,这都是光发生折射使人产生错觉的结果。

光的折射

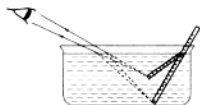


图 1.1 光的折射现象

向空盆里注一些水以后,盆底看起来就比原来浅了。再靠盆边向水里插一根尺子,就看到水面下的尺子被向上折了一些(图 1.1)。其实盆底还是原来那么深,尺子仍然是直的,只是由于水面下物体发出的光线在水面处进入空气时改变了方向——产生了光的折射。光线是在空气与水的界面处发生折射的,而我们眼睛的视线是直线,因此对折射光线的反向延长线交点处有像的感觉,它是虚像。此虚像比实物的位置高,而且在水平方向比实物距眼睛近一些。

折射定律

实验表明,光从一种介质进入另一种介质时,随着入射角的增大折射角相应增大,它们遵从光的折射定律:

1. 折射光线和入射光线与通过入射点的法线在同一平面上,并且折射光线和入射光线分居在法线两侧。
2. 入射角正弦跟折射角正弦之比为常数。它等于光在两种介质中对应的光速之比。在图 1.2 中,设介质 I 中的光速为 v_1 , 介质 II 中的光速为 v_2 , 则

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}.$$

从上式可以看出,当光线逆向从介质 II 以 α_2 为入射角进入介质 I 时,其折射角则为 α_1 ,所以折射光路是可逆的。

两种介质相比较,光速较大的叫做光疏介质(optically thinner medium),光速较小的叫做光密介质(optically denser medium)。

介质 I 中的角度 α 和光速 v 的下标用“1”表示,介质 II 中下标用“2”表示,是为了使对应关系醒目一些,公式也便于记忆。

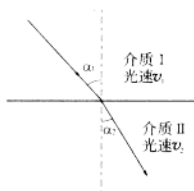


图 1.2

上式表明在可逆光路中,光疏介质中光线与法线的夹角较大,光密介质中光线与法线的夹角较小,即“速大角大,速小角小”。

公元前,古希腊哲学家亚里士多德就是从类似于图 1.1.1 的实验中感觉到了折射现象。以后经历了 1 000 多年的时间,直到 1621 年,荷兰数学家斯涅尔终于从大量的实验数据中总结出了折射定律,所以折射定律又叫做斯涅尔定律。

有人把“速大角大,速小角小”用谐音戏言为“速大脚大,速小脚小”。这个谐音能帮助记忆。

折射率(refractive index)

光从真空折射入其他介质时,由于各种介质中的光速各不相同,所以折射程度也不相同。我们把光线在真空中的入射角正弦与其他介质中折射角正弦之比,叫做某种介质的折射率。根据折射定律,折射率也可用光速之比来表示,

$$n_{\text{介}} = \frac{\sin \alpha_{\text{空}}}{\sin \alpha_{\text{介}}} = \frac{c}{v_{\text{介}}}.$$

显然,真空的折射率为 1,其他介质的折射率大于 1. 空气的折射率近似为 1. 某介质中的光速越大,它的折射率就越小。

因为 $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_2}{n_1}$, 所以折射定律还可以用折射率表示成

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2.$$

这个式子的形式对称,比较容易记忆。

表 1.1 列出了一些介质的折射率。

表 1.1

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	1.000 3

(注:当光垂直射入界面即入射角为 0° 时,不改变原来的方向。)

例 1 光线以 60° 的入射角从空气射入折射率为 1.55 的玻璃中,折射角是多大?

分析与解答 由光的折射定律有

$$n_{\text{玻}} = \frac{\sin \alpha_{\text{空}}}{\sin \alpha_{\text{玻}}},$$

$$\sin \alpha_{\text{玻}} = \frac{\sin \alpha_{\text{空}}}{n_{\text{玻}}} = \frac{\sin 60^\circ}{1.55} \approx 0.559,$$

$$\alpha_{\text{玻}} \approx 34^\circ.$$

例 2 已知玻璃的折射率是 1.55, 水的折射率是 1.33, 问:

- (1) 光在两种介质中的传播速度各是多大?
- (2) 光线以 30° 的入射角从玻璃射入水中时折射角有多大?

分析与解答 (1) 由介质的折射率公式 $n = \frac{c}{v}$ 有

$$v_{\text{玻}} = \frac{c}{n_{\text{玻}}} = \frac{3 \times 10^8}{1.55} \text{ m/s} \approx 1.94 \times 10^8 \text{ m/s},$$

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

(2) 光线从玻璃射入水中, 由折射定律得

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

$$\sin \alpha_{\text{水}} = \frac{n_{\text{玻}} \sin \alpha_{\text{玻}}}{n_{\text{水}}} = \frac{1.55 \times \sin 30^\circ}{1.33} \approx 0.583,$$

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

从 (1) 中可看到玻璃与水相比较, $v_{\text{玻}} < v_{\text{水}}$, 玻璃为光密介质, 水为光疏介质.

从 (2) 中可看到当光线从光密介质射向光疏介质时, 折射角大于入射角.

平行透明板

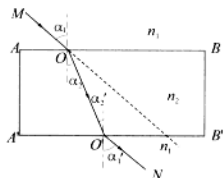


图 1.3

两个表面是相互平行平面的透明体叫做平行透明板. 平板玻璃、玻璃砖等都是平行透明板. 光穿过平行透明板 (如玻璃砖) 的光路如图 1.3 所示, 光线发生了侧移, 证明如下:

根据折射定律, 在 AB 界面上

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2;$$

在 $A'B'$ 界面上

$$n_2 \sin \alpha_2' = n_1 \sin \alpha_1'.$$

因为 $AB \parallel A'B'$, $\alpha_2 = \alpha_2'$, 所以

$$\sin \alpha_1 = \sin \alpha_1', \quad \alpha_1 = \alpha_1',$$

即光线 $MO \parallel O'N$.

可见光通过两面平行的透明板后,方向并不改变,只是发生了侧向偏移.透明板越厚,入射角越大,侧向偏移就越大.

若光线垂直入射,因为不改变原来的方向,则不发生侧向偏移.

三棱镜

横截面是三角形的透明三棱柱叫做三棱镜(图1.4),简称棱镜.

图1.5所示为三棱镜的主截面. AB 、 AC 为光线进出的两个折射面, BC 为棱镜的底面, $\angle A$ 为顶角.玻璃三棱镜跟周围空气相比较它是光密介质.从光路图可见,光线经过光密介质三棱镜后向底面偏折.入射光线 SO 和折射光线 $O'S'$ 的延长线的夹角 δ 叫做偏向角.偏向角表示光线通过棱镜后的偏折程度.如果把图1.5的玻璃三棱镜换成金刚石三棱镜,根据折射定律可知,由于金刚石比玻璃的折射率大,其偏向角就变大.

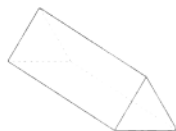


图 1.4

垂直于棱的截面叫做主截面.

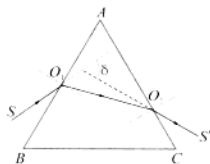


图 1.5

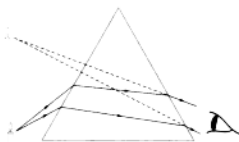


图 1.6

如图1.6所示,隔着玻璃三棱镜看物体时,看到的是物体正立的虚像,虚像的位置向顶角方向偏移.

测水的折射率

小实验



在广口瓶内盛满水.照图1.7那样把直尺 AB 紧挨着广口瓶瓶口的 C 点竖直插入瓶内.这时,在直尺对面的 P 点观察水面,能同时看到直尺在水中的部分和露出水面的部分在水中的像.读出你看到的直尺下部分最低点的刻度 S_1 以及跟这个刻度相重合的水上部分的刻度 S_2 的像 S_2' .量出广口瓶瓶口的内径 d ,就能算出水的折射率.应该怎样算?做这小实验,看一看你求出的水的折射率有多大.

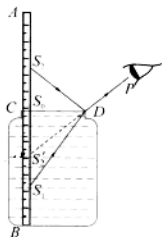


图 1.7



思考与练习

1. 水的折射率定义是光从 ____ 射入 ____ 时,入射角正弦与折射角正弦之比. 已知水的折射率是 1.33, 真空中的光速是 c , 则水中的光速等于 ____.

2. 玻璃折射率是 1.5, 水的折射率是 1.33, 玻璃中的光速跟水中的光速相比较, ____ 中的光速较大. 当光从水中射入玻璃时,入射角跟折射角相比较, ____ 较大.

3. 如图 1.8 所示,人的眼睛跟点光源之间不用厚玻璃隔开时,看到光源位于 A 处;当用厚玻璃隔开时,将在 A 处的 ____ 侧看到它的像.

4. 光从甲介质进入乙介质,测得反射角是 30° , 折射角是 45° , 两者相比哪种介质是光疏介质?

5. 光从空气射入某介质,入射角为 60° , 此时反射光线恰好与折射光线垂直,求介质的折射率,并画出光路图.

6. 光穿过平行透明板后,发生了什么现象? 人们隔着窗玻璃看物体,并没有什么明显的意外的感觉,这是为什么?

7. 玻璃内有一空气三棱镜(图 1.9),试画出折射光路.

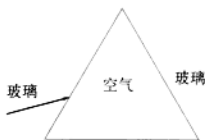


图 1.9



图 1.10

8. 如图 1.10 所示的“魔柜”是在演员肩颈以上的门框部位安装了一面厚玻璃块,它能产生使演员“身首异处”的视觉效果,为什么?