

大专 物理学

吴永盛主编

华中理工大学出版社



高等工程专科学校教材

大 专 物 理 学

吴永盛 主编

华中理工大学出版社

内 容 提 要

本书是高等工程专科学校的物理教材,体现专科教学特点,在阐述物理理论的基础上,指出理论在生产技术上的应用,并适当编写了供选讲和学生阅读的、与专业有关的物理于技术应用的内容;内容精选,文字简练,语言生动,具有启发性,利于培养学生的阅读能力,注重对物理概念和意义的叙述与讨论,例题不仅具有典型性,而且解题思路清晰,步骤详细,利于学生自学,习题与讲授内容紧密结合。本书亦可作为职大、夜大、电大和自学的学生的参考书。

大 专 物 理 学

吴永盛 主编

责任编辑 周 筠

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:14 字数:304 000

1989年7月第1版 1990年3月第2次印刷

印数:8 501—13 500

ISBN7-5609-0354-1/O·57

定价:4.40 元

序

十年来,我国的高等教育事业蓬勃发展,尤其是高等专科教育的发展更为迅速。为了进一步提高教学质量,急需编写、出版适合专科教学要求的教材。教材是师生进行教学活动的重要依据,决定着课程甚至专业的教学水平和教学效果。因此切实搞好教材建设,使专科学校的教材能充分体现专科的培养目标,符合教学大纲与教学计划的要求,是当前专科学校深化教学改革中的一项十分重要而又紧迫的工作。

各高等专科学校为了适应教学需要,根据专科的特点和教学要求,自编了部分教材或讲义,在一定程度上克服了长期使用本科教材因而难以体现专科特点的弊病。为了进一步提高教材编写和出版的质量,在国家教委的支持下,在华中理工大学出版社的积极倡导下,沈阳冶金机械专科学校、郑州机械专科学校、哈尔滨机电专科学校和湖南省轻工业专科学校等14所专科学校,于1987年5月成立了“东北、华中地区高等工程专科学校教材协调委员会”,组织和协调有关工程专科学校的教材编写工作。

经参加“协调委员会”的各校负责同志的协商,决定首先编写一套适用面较广的教材,并由各校组织学术水平较高、教学经验丰富的教师分工合作,进行编写。由于参加编写教材的教师的共同努力,以及华中理工大学出版社的大力支持,现已编写好了一套适用于高等工程专科学校的教材,它们是高等数学、线性代数、概率与数理统计、大专物理、理论力学、材料力学、工程力学、电工与电子技术、金属热加工、工程材料、机械原理、机械设计和机制工艺学。这些教材将由华中理工大学出版社陆续分批出版。

这套教材是在认真分析了十年来使用的国内外高校教材、自编讲义和较系统地总结了多年的教学经验的基础上编写出来的,因此较好地体现了专科特点,符合一般专科教学计划和教学大纲的要求,适合全日制高等工程专科学校以及夜大、职大、函大的工程专科班使用。

74630

这套教材的特点是,符合专科培养目标,内容的深度、广度适当,突出理论联系实际,注意知识的应用和学生能力的培养,适当介绍与反映了现代科学技术的新成就。这套教材不仅具有专科的特色和富于启发性,而且文字简练,结构严谨,插图清晰,是目前比较理想的专科教材,希望推广使用。

由于编写高等工程专科教材是一项新的工作,很多问题尚在探索之中,加之水平有限,编写时间较短,书中难免存在缺点和错误。殷切希望使用本教材的教师和广大读者批评指正。

东北、华中地区高等工程专科学校

教材协调委员会主任 于勤兹

于 1988 年 5 月

前 言

高等工程专科学校的物理教师有一个共同的心愿，希望有一本对高等工程专科学校物理教学比较适用的教材。编者带着这种心愿，在东北、华中两地区高等工程专科学校教材编写协作委员会组织和领导下，在华中理工大学出版社大力支持下，编写了这本《大专物理学》。

编写本书的原则是：(1) 内容取舍以 1987 年全国高工专物理教学研讨会提出的〈高等工程专科学校《物理学》课程教学基本要求〉(报送国家教委的建议稿) 中的理论教学部分为依据(共同讲授内容 90 学时，选讲内容 20 学时左右)，使本书对高等工程专科学校物理教学具有普遍适用性；(2) 注重对物理概念和意义的叙述与讨论，以利于读者建立物理概念和物理图像；(3) 将编者的教学经验体现于教材中，力求使本书在科学性的基础上具有启发性、连贯性和生动性，以利于培养学生的阅读能力；(4) 在质点力学部分，改进以往理论讲授属于高等教育范畴，而习题却大部分为中学程度的那种理论讲授与练习题脱节的现象；(5) 体现专科教育具有应用性的特点，注意理论联系实际，在阐述物理理论的基础上，尽量指出理论在专业技术上的应用。考虑各专业的不同需要，书中适当编写了选讲和供学生阅读的、与专业有关的物理理论应用于技术的内容(书中标以 * 号)；(6) 内容精选，文字精练，在满足以上各种要求的基础上，使本书的总字数少于现有各种工科物理教材；(7) 全书的物理量和单位均采用国家法定标准。

本书由沈阳冶金机械专科学校吴永盛担任主编，郑州机械

专科学校姜盛巍担任副主编。参加编写的有(按编写章的顺序排列), 湖南省纺织专科学校黄启根(第一、第三章)、哈尔滨冶金测量专科学校王懿(第二章)、河南省纺织工业专科学校萧永楨(第四章)、郑州纺织工学院梁富增(第五章)、湖南省轻工业专科学校俞跃泉(第六章)、沈阳电力专科学校丁培根(第七章)、南京机械专科学校郝豪(第八章)、郑州机械专科学校姜盛巍(第九、第十章)、沈阳冶金机械专科学校吴永盛(第十一、第十二、第十三章)、本溪冶金专科学校崔洪兰(第十四、第十六章)、河南机电专科学校钱经馥(第十五章)。由长春冶金地质专科学校吴汉彬和哈尔滨机电专科学校董俊道担任主审。

编写中参考了各种工科普通物理学教材(如程守洙、马文蔚、曹莹龄各位先生编的物理学教材等), 这里一并表示感谢。

由于编者水平所限, 编写时间又短, 书中定有不足和不当之处, 衷心希望使用本书的读者批评指正。

编 者

1988年4月

目 录

绪论

第一篇 力学基础

第一章 质点运动学	(3)
§1-1 位移与速度.....	(3)
§1-2 加速度.....	(9)
§1-3 质点运动学解题举例.....	(13)
思考题	(18)
习 题	(19)
第二章 质点动力学	(21)
§2-1 牛顿运动定律与惯性系.....	(21)
§2-2 牛顿运动定律应用举例.....	(23)
§2-3 功和功率.....	(29)
§2-4 动能 动能定理.....	(35)
§2-5 势能.....	(38)
§2-6 功能原理 机械能守恒定律.....	(41)
§2-7 冲量 动量 动量定理.....	(46)
§2-8 动量守恒定律及其应用.....	(50)
思考题	(54)
习 题	(56)
第三章 刚体定轴转动	(60)
§3-1 刚体定轴转动的描述.....	(60)
§3-2 转动定律.....	(64)
§3-3 刚体转动的动能定理.....	(70)
§3-4 动量矩定理 动量矩守恒定律.....	(71)
思考题	(75)

习 题	(76)
-----------	------

第二篇 气体分子运动论与热力学基础

第四章 气体分子运动论.....(79)

§4-1 理想气体状态方程.....	(80)
§4-2 理想气体的压强公式.....	(81)
§4-3 气体分子的平均平动动能与温度的关系.....	(84)
§4-4 麦克斯韦分子速率分布定律.....	(86)
§4-5 能量均分原理 理想气体的内能.....	(94)
§4-6 分子的平均碰撞频率和平均自由程.....	(96)
*§4-7 温度测量的基本方法.....	(99)
思考题	(101)
习 题	(102)

第五章 热力学基础.....(103)

§5-1 内能 功 热量.....	(103)
§5-2 热力学第一定律.....	(104)
§5-3 热力学第一定律在理想气体等值过程中的应用.....	(105)
§5-4 理想气体的绝热过程.....	(114)
§5-5 循环过程 卡诺循环.....	(119)
§5-6 热力学第二定律.....	(123)
思考题	(126)
习 题	(127)

第三篇 电磁学

第六章 静电场.....(131)

§6-1 库仑定律.....	(131)
§6-2 电场 电场强度.....	(133)
§6-3 高斯定理及其应用.....	(140)
§6-4 静电场力的功 电势.....	(148)
§6-5 场强与电势梯度的关系.....	(154)
§6-6 静电场中的导体.....	(156)

§6-7	电容器的电容	(159)
§6-8	电场的能量	(164)
*§6-9	变电体 压电现象	(166)
	思考题	(167)
	习 题	(170)

第七章 稳恒磁场 (174)

§7-1	磁场 磁感应强度	
	磁场中的高斯定理	(174)
§7-2	毕奥-萨伐尔定律及其应用	(178)
§7-3	运动电荷的磁场	(182)
§7-4	安培环路定律及其应用	(184)
§7-5	磁场对载流导线的作用	(191)
§7-6	通电平面线圈的磁矩及其在均匀 磁场中所受的磁力矩	(195)
*§7-7	洛伦兹力 霍尔效应	(198)
*§7-8	铁淦氧磁体	(202)
	思考题	(204)
	习 题	(206)

第八章 电磁感应 (211)

§8-1	电源的电动势	(211)
§8-2	法拉第电磁感应定律	(213)
§8-3	动生电动势	(217)
§8-4	自感和互感	(221)
§8-5	磁场的能量	(228)
§8-6	涡旋电场与位移电流	(231)
§8-7	麦克斯韦方程组	(233)
	思考题	(235)
	习 题	(237)

第四篇 机械振动与机械波

第九章 机械振动..... (241)

§9-1 谐振动..... (241)

§9-2 两个同方向、同频率谐振动的合成..... (256)

思考题 (259)

习 题 ()

第十章 机械波 (26..)

§10-1 机械波..... (26..)

§10-2 平面简谐波的波动方程..... (26..)

§10-3 波的能量 能流密度..... (274)

§10-4 惠更斯原理..... (277)

§10-5 波的干涉..... (279)

§10-6 驻波..... (285)

*§10-7 声波与超声波..... (288)

*§10-8 噪声与减噪..... (291)

思考题 (295)

习 题 (296)

第五篇 波动光学

第十一章 光的干涉..... (299)

§11-1 光的相干性..... (299)

§11-2 光程与光程差..... (301)

§11-3 杨氏双缝实验 洛埃镜实验..... (302)

§11-4 薄膜干涉..... (307)

§11-5 迈克耳孙干涉仪..... (316)

思考题 (319)

习 题 (321)

第十二章 光的衍射..... (324)

§12-1 光的衍射现象..... (324)

§12-2 单缝的夫琅和费衍射..... (327)

§12-3	光栅衍射	(332)
§12-4	光学仪器的分辨率	(341)
思考题		(344)
习 题		(345)
第十三章	光的偏振	(347)
§13-1	自然光和偏振光	(347)
§13-2	偏振片的起偏和检偏	(349)
§13-3	反射和折射起偏	(350)
§13-4	马吕斯定律	(353)
§13-5	双折射现象 尼科耳棱镜	(355)
*§13-6	偏振光的干涉 光测弹弓	(359)
思考题		(365)
习 题		(367)

第六篇 近代物理学简介

第十四章	狭义相对论	(369)
§14-1	伽利略变换与经典力学的时空观	(369)
§14-2	爱因斯坦基本假设 洛伦兹-爱因斯坦变换	(372)
§14-3	狭义相对论中的长度、时间和同时性	(376)
§14-4	狭义相对论的动力学基础	(380)
思考题		(384)
习 题		(384)
第十五章	量子物理初步	(386)
§15-1	量子论起源简介	(386)
§15-2	光电效应	(389)
§15-3	康普顿效应	(394)
§15-4	玻尔的氢原子理论	(397)
§15-5	实物粒子的波粒二象性	(401)
§15-6	不确定关系	(404)
§15-7	波函数 薛定谔方程	(407)

思考题	(414)
习 题	(415)
第十六章 激 光	(416)
*\$16-1 激光的特性	(416)
*\$16-2 激光的产生	(417)
*\$16-3 激光的应用	(422)
思考题	(423)
习题答案	(424)

绪 论

物理学是研究物质的基本结构、相互作用和物质最基本、最普遍的运动形式及相互转化规律的学科。工科物理学通常包括机械运动、热运动、电磁运动、微观粒子运动等内容；相应的分为：力学、分子物理与热力学、电磁学、光学、近代物理学等部分。

物理学研究的对象是极普遍的，物理学的基本理论渗透于自然科学的许多领域，应用于生产技术的各个方面。例如对各种机械设备运转中机械运动功能的分析；生产中需要对温度、压强、应力、功率、热容、热量、电量、电流、电压、电容、电感等物理量进行测量；对加工工件的精度等进行检测；在加工工艺中，物理过程对产品质量影响的分析；传感技术中传感元件的作用与选择等，这些工程技术涉及到的问题，无不与物理学研究的各部分内容有着极为密切的关系。从事工业生产的工程技术人员必须具有必要的物理学基础知识，因此物理学是高等工程专科学校各个专业的一门重要基础课。

学习物理学的关键在于对物理概念、定理、定律和物理过程的理解，学习物理学时，应把注意力集中于对其物理意义的理解。

物理学是一门实验科学，它的理论是在对物理现象进行观察、实验的基础上，进行科学地分析、归纳、演绎等抽象思维而建立起来的。在学习物理学的过程中，应经常注意观察各种物理现象和进行必要的实验，并运用所学的知识对其进行科学

地分析和思考，作出正确的解释。这样可巩固和加深对物理概念、定理、定律、物理过程的理解。

学习物理学的过程也是培养和提高运用物理学的思维方法分析问题和解决问题能力的过程。物理学对各种物理过程的分析和对各种物理问题的解决，有其独特的思维方法，这种思维方法，是自然科学和工程技术中的一种重要思维方法。物理学的思维方法，对解决生产技术中的问题和学习其它工科课程都是非常重要的。运用这种思维方法分析问题和解决问题的能力，需要在学习物理学和实践的过程中得到培养、锻炼和提高。所以在学习物理学过程中，必须做一定数量的物理练习题和思考题。做题对深入理解、逐步掌握和巩固所学的内容有着重要作用，并能进一步培养和提高运用物理知识分析和解决实际问题的能力。

阅读教材和参考书，能进一步理解和掌握物理知识内容，同时也能较好地培养自学能力。看书时要仔细阅读、反复思考，不仅要找到书中所述内容的重点和关键，还要善于发现书中字里行间隐含着的內容。只有具备了这样的自学能力，才能通过阅读书刊和资料，不断地获得新知识，才能适应当代科学技术日新月异地高速发展。

掌握物理知识内容和培养能力，是学习物理学过程中的两个任务。只有这两个任务都完成得好，才可称学习物理学的效果好。而这两个任务，在学习物理学的每个环节中要同时进行，相辅相成，不可忽视哪一方面。

第一篇 力学基础

自然界中最基本的运动形式是机械运动。力学是研究机械运动的基础理论学科。这里所讲的力学系指以牛顿运动定律为理论基础所建立起来的牛顿力学或称经典力学，它不包括相对论力学、电动力学和量子力学等有其另外涵义的力学。本篇只讨论牛顿力学中最基本的内容，即质点运动学、动力学、刚体的定轴转动等基础理论。

第一章 质点运动学

质点运动学只研究质点的各种运动形式，不涉及其形成的原因。本章只讨论质点运动学的基本概念，即质点的位移、速度和加速度。并在此基础上研究质点在平面内的简单运动形式。

§1-1 位移与速度

参照系 要描述物体的机械运动，必须选取另一个物体（或物体组）作为参考。这个被选作参考的物体（或物体组）称为参照系。参照系的选取原则上是任意的。但是在具体问题中，要根据问题的性质和研究的方便来选择。如研究地面上的物体运动时，通常选取地球作为参照系。应当注意，对于同一物体的运动，由于选取的参照系不同，对某运动情况的描述也不同。这一事实，称为运动描述的相对性。如果在参照系上固

定一个坐标系，就可以定量地描述物体的运动情况。坐标系可以是直角坐标系、球面坐标系、柱面坐标系和极坐标系等。

质点 质点是物理学中的理想模型之一。研究具有一定大小、一定形状和质量的物体运动时，如果物体的大小和形状对所研究的问题无影响或几乎无影响时，就可以把该物体看作是一个只具有质量的点，称为质点。应当注意，很小的物体不一定都可看作质点，很大的物体也不一定都不能看作质点，能否看作质点要根据具体问题来确定。

利用理想模型研究物理问题这一抽象方法具有实际意义，它可以使复杂的、具体的物理过程简化，突出它的主要矛盾，简化其条件，便于找出主要规律，因此它是一种重要的科学分析方法。例如把物体看作刚体，把气体看作理想气体等，其目的都是为了便于找出运动的基本规律。

位置矢量 坐标系中质点的位置可以用坐标来表示，也可用位置矢量来表示。如图1-1所示的直角坐标系中， P 点代表质点，它的位置可以用坐标 (x, y, z) 来表示，也可用从坐标原点 O 到 P 点的有向线段 r

表示。有向线段 r 称为 P 点的位置矢量（又称矢径）。由图1-1可知， P 点的位置矢量 r 在 X 、 Y 、 Z 轴上的投影分别为 x 、 y 、 z 。

所以位置矢量 r 可表示为：

$$r = xi + yj + zk \quad (1-1)$$

式中， i 、 j 、 k 分别为沿 X 、 Y 、 Z 轴正方向的单位矢量，它的大小为1，并且是没有单位的纯数。位置矢量 r 的大小（矢量的

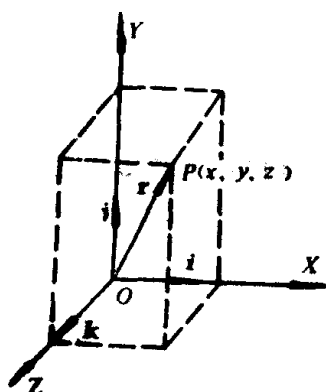


图1-1 位置矢量