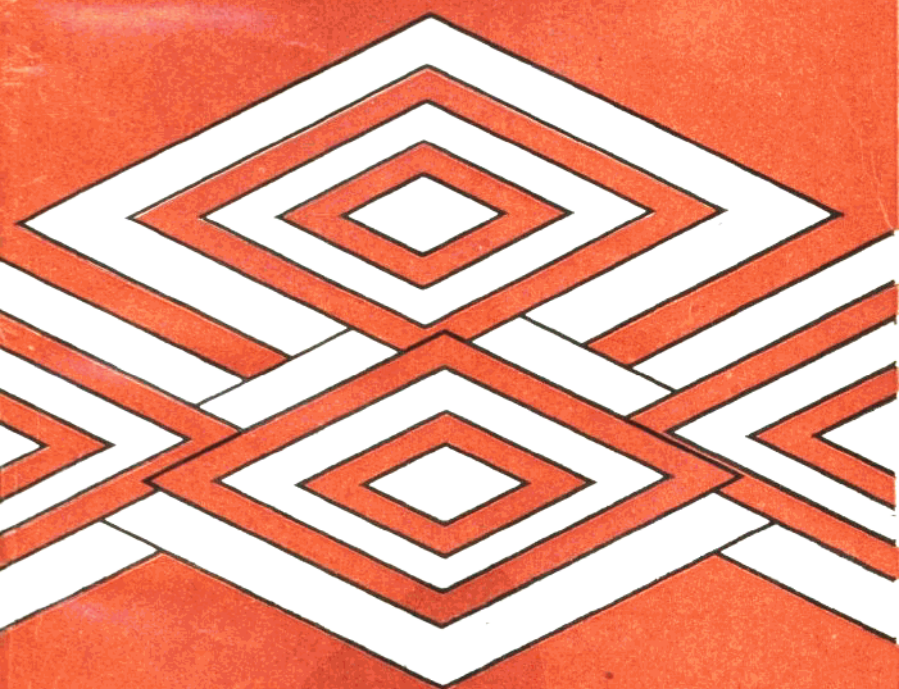


高等学校工程专科函授教材
(兼作各类成人高等院校教学用书)

物理学

唐炳华 主编 谢晓嘉 张定康 韩德恩 唐炳华 编



高等教育出版社

高等学校工程专科函授教材
(兼作各类成人高等院校教学用书)

物 理 学

唐炳华 主编
谢晓嘉 张定康 编
韩德恩 唐炳华

高 等 教 育 出 版 社

(京) 112 号

图书在版编目 (CIP) 数据

物理学/唐炳华主编; 张定康等编. —北京: 高等教育出版社, 1995

高等学校工程专科函授教材

ISBN 7-04-005531-7

I. 物… II. ①唐… ②张… III. 物理学-高等学校-函授教育-教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 11289 号

*
高等教育出版社出版发行

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 4014048 电话: 4054588

河北省衡水地区印刷厂印刷

*
开本 850×1168 1/32 印张 16.75 字数 430 000

1995 年 9 月第 1 版 1995 年 9 月第 1 次印刷

印数 0001—6 222

定价 13.80 元

凡购买高等教育出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有, 不得翻印

序

近年来,为了适应国内各类成人高等院校工程专科教育的迅速发展,全国普通高等理工院校成人教育研究会物理学科委员会曾就物理课程的教学基本要求和教材内容改革等进行了多次广泛而深入的探讨和研究. 面临我国改革开放形势日益深化, 环顾世界科学技术日新月异, 钩沉我国数十年来工科物理教学曲折历程, 大家对成人高等工程专科物理教材的改革方向略趋同于:

(1) 应充分显示工科物理教材的特色, 在内容深度上既要超越高中物理而有一质的飞跃; 又要相对于本科物理而有一跌宕的落差.

(2) 应在教学上具有可操作性, 既适于成人函授自学, 又可按专业需求, 灵活施教, 实施模块组合教学.

本书编者在现有的成人高等工程专科物理教材的基础上, 博采众长, 继往开来, 根据目前成人高等工程专科教育的培养规格、对物理课程的基本教学要求以及成人教学特点, 精心构筑框架, 将全书内容划分为基础理论与选读专题两部分. 对基础理论以必需、够用为度, 绝不蔓枝攀藤, 对选读专题则着重反映物理学在工程技术中的新成就和学生岗位工作亟需的物理知识, 力求论述简明入胜, 剪裁恰如其分. 为此, 既妥善地处理了学科性、系统性与针对性、实用性的关系, 又折射出本课程在当今工程专业中不可取代的魅力和斑斓异彩.

千里之行, 始于足下, 有望于编者们在教材改革的艰巨征途上, 不断求索创新, 冀能使本书更臻完善. 是为序.

唐光裕

一九九五年仲春于哈尔滨

前 言

本书是根据 1993 年 8 月修订的《高等学校工程专科物理学课程函授教学基本要求》，并考虑 1990 年国家教委制订的《高等学校工程专科物理学课程教学基本要求》编写而成的。

鉴于高等工程专科函授教育和各类成人高等教育主要是培养应用技艺型人才，在知识结构和教学特点上应有别于全日制本科同类专业；其次，考虑到本课程内容多、学时少，因袭以往一套教学模式，势难奏效。为此，我们选择了模块组合施教方案，来组织全书内容；并对内容取材、体系布局、数学要求、文字叙述、例题编排、习题难度等诸方面作了较合适的处理，俾使本书在教学上具有可操作性和达到预期的效果。

本书内容包括预篇、力学、振动和波（含波动光学）、电磁学、热学，五篇基础理论和 18 个选读专题。选读专题分布在各篇基础理论部分之后。

书中基础理论部分是各专业必修的内容。对基础理论部分，我们本着必需、够用为度的原则，在适当照顾学科系统性和确保重点内容的前提下，取材力求精当，既不苛求内容的完整性，亦不斩头截尾；在深度上致力于凸现专科与本科教育在教学基本要求上的差异，例如，对教学工具以够用为限，不囿于繁复推演，而是从物理图象的描述和有助于增强物理直觉性入手，以定性说理为主，着重阐释物理学基本概念和基本定律的本质，并突出以应用为主，从中加强物理过程的分析 and 引述处理物理问题的思路和方法。出于对成人和函授教学运作上可行性的考虑，我们在体系结构上亦迥异于传统教材，例如，将机械振动、机械波和波动光学合成一篇，一气呵成，有利于自学；又如将热学放在最后一篇，并以热力学先行，气体动理论断后，是符合先宏观后微观、先唯

象后机制的认识规律的。在论述上力求简明通畅，但对重点、难点内容，则着墨较多，尽可能减少学生在自学过程中的障碍。旨求学生易学，教师易教。各节正文之后基本上都列有适量的例题和思考题与习题，凡学生必做的习题，均附有答案。每章之末的“本章结束语”，除了对全章内容作简要回顾外，并对有些物理课题的发展和应用前景作了引介，期使读者有所前瞻。

各篇的选读专题是针对有关工科专业的需求和工程学科今后可能发展的方向而确定题材的。其中，如“刚体的定轴转动”、“流体力学基础”、“传热学基础”等专题是为某些专业作为补充内容而列入的；而大部分专题则反映物理学在工程技术中的新成就和在岗科技人员工作中所需的物理知识，有助于扩大学生的科技视野，以适应当前科学技术迅速发展和我国社会主义经济建设的需要。每篇专题酷似科技小品，但又不流于科普化。在教学过程中可视专业需求，选学其中若干专题。

建议各校在使用本书时，根据专业要求和教学情况，对基础理论和选读专题的教学时数分配可分别占本课程总学时数的80%和20%。据此，对教材内容进行模块组合，订出本课程的教学执行大纲。

为了辅导函授生自学本教材的基础理论部分和进行平时面授、集中复习、考试的需要，本书应与张松年主编的《物理学自学指导》一书配套使用。该书中包括教材中每章内容的教学基本要求、阅读指导、重点和难点内容提示、面授指导、解题指导、自我检查题和每篇的测验作业等，并附有一套示范性的“标准化试题卷”，供读者揣摩和借鉴。

本书是在严导淦教授筹划和组织，唐光裕教授具体指导和协助下进行编写的；参加审稿工作的有徐绪笃（主审）、汤毓骏、马文蔚、唐光裕四位教授，并由唐光裕教授为本书作“序”。在编写过程中曾受到余守宪教授的关注和教益以及各兄弟院校的大力支持和各种帮助，在此一并表示深切谢意。

本书由唐炳华担任主编。

参加本书编写工作的有：谢晓嘉（预篇、第一编力学）；张定康（第二篇振动与波）；韩德恩（第三篇电磁学）；唐炳华（绪论、第四篇热学、附录）。

合作撰写选读专题的编者有：阮芙英、周学敏、罗圆圆、彭德应、阮在勤（“力学”篇专题）；张定康、何玉珍、冯玉文、杨杰、曾铁坚、樊淋芯、邵华勤、谢晓嘉、钟亮佩（“振动和波”篇专题）；章小丽、丁志洪、张松年、韩德恩、杜春、刘振华、汪兴文、杨锋、赵珠英、任珉、丁美娜、王玉凤（“电磁学”篇专题）；华贵义、奚静平、杨学栋、张沛然、张逸群、赵珠英、吴恩刚、黄义春、温贵林、苏惠惠、王晓耕、王长青（“热学”篇专题）；并由唐光裕教授负责总成和校订。

本书在内容处理和论述上难免有不当之处，深望使用本书的师生不吝赐正。

编者

一九九五年三月

内 容 提 要

本书是依据全国普通高等理工院校成人教育研究会物理学科委员会 1993 年 8 月修订的《高等学校工程专科物理学课程函授教学基本要求》并参考了国家教委 1990 年制订的《高等学校工程专科物理学课程教学基本要求》编写的。本书充分考虑了成人高等工程专科教育的培养规格、对物理课程的基本教学要求以及成人教学的特点,选择了模块组合施教方案来组织全书内容,将全书内容分为基础理论与选读专题两部分。基础理论部分是按高工专的教学需要,以必需、够用为度,分预篇、力学、振动和波(含波动光学)、电磁学、热学,共五篇;选读专题部分则着重反映物理学在工程技术中的新成就和学生岗位工作所需的物理知识,书中共有 18 个专题,在教学过程中师生可视专业需要,选学其中若干专题。全书取材适当,体系布局合理,文字叙述流畅,并配有例题和习题,在教学上具有可操作性,实为一本有新意的高工专物理教材。与本书配套的《物理学自学指导》亦同步出版。

本书可作为高等学校工程专科函授各专业物理课程的教材,也可兼作职工大学和职业大学、夜大学、电视大学、业余大学等各类成人高等院校工程专科各专业的教学用书。

441436

目 录

绪论	1
预篇	4
§ 0-1 物理量和法定计量单位	4
§ 0-2 矢量的基本运算法则	10

第一篇 力 学

第一章 质点运动学	23
§ 1-1 质点 参考系和坐标系	23
§ 1-2 描述质点运动的基本物理量	25
§ 1-3 质点的直线运动	36
§ 1-4 质点的圆周运动	42
§ 1-5 抛体运动	52
本章结束语	57
第二章 动力学基础	58
§ 2-1 力	58
§ 2-2 牛顿运动定律及其应用	68
§ 2-3 功 势能和动能 质点的动能定理	79
§ 2-4 功能原理 机械能守恒定律	92
§ 2-5 冲量与动量 质点的动量定理	98
§ 2-6 动量守恒定律及其应用	105
本章结束语	112
选读专题 A 刚体的定轴转动	113
选读专题 B 流体力学基础	126
选读专题 C 火箭飞行原理和航天技术	137

第二篇 振 动 和 波

第三章 机械振动	144
----------------	-----

§ 3-1 简谐振动	144
§ 3-2 谐振系统	153
§ 3-3 两个同方向、同频率简谐振动的合成	164
本章结束语	170
第四章 机械波	172
§ 4-1 机械波的产生和传播	172
§ 4-2 波动传播的几何描述	179
§ 4-3 平面简谐波的波函数 波的能量	184
§ 4-4 波的干涉	192
本章结束语	198
第五章 波动光学	200
§ 5-1 可见光及其相干性	200
§ 5-2 双缝干涉	206
§ 5-3 薄膜干涉	211
§ 5-4 单缝衍射	221
§ 5-5 光栅衍射	231
§ 5-6 光的偏振	236
本章结束语	244
选读专题 D 阻尼振动、受迫振动和共振	245
选读专题 E 多普勒效应 冲击波	250
选读专题 F 声学基础知识	255
选读专题 G 光导纤维简介	261
选读专题 H 全息照相	264

第三篇 电 磁 学

第六章 静电场	272
§ 6-1 电荷 真空中的库仑定律	272
§ 6-2 电场 电场强度	277
§ 6-3 电场强度的计算	282
§ 6-4 电通量 高斯定理及其应用	289
§ 6-5 电场力的功 静电场的环路定理 电势	298

§ 6-6 静电场中的导体	309
§ 6-7 静电场中的电介质	316
§ 6-8 电容器的电容 电场能量	319
本章结束语	324
第七章 稳恒磁场	325
§ 7-1 磁场 磁感强度	325
§ 7-2 毕奥-沙伐尔定律及其应用	330
§ 7-3 磁场的高斯定理和安培环路定理	336
§ 7-4 磁场对运动电荷及载流导线的作用	346
§ 7-5 磁介质	355
本章结束语	358
第八章 电磁感应	359
§ 8-1 电源电动势 电磁感应定律	359
§ 8-2 动生电动势和感生电动势	368
§ 8-3 自感与互感 磁场能量	376
本章结束语	383
选读专题 I 电磁波	384
选读专题 J 铁电体 压电效应 驻极体	392
选读专题 K 铁磁材料	397
选读专题 L 超导及其应用	402
选读专题 M 传感器	407

第四篇 热 学

第九章 热力学	415
§ 9-1 热力学系统 平衡态 准静态过程	415
§ 9-2 理想气体物态方程	420
§ 9-3 热力学第一定律	425
§ 9-4 热力学第一定律对理想气体热力学过程的应用	434
§ 9-5 循环过程	446
§ 9-6 热力学第二定律	458
本章结束语	462

第十章 气体动理论简介	463
§ 10-1 分子动理论的基本观点	463
§ 10-2 气体分子热运动及其统计规律	467
§ 10-3 理想气体的压强公式和温度公式	476
本章结束语	483
选读专题 N 传热学基础	484
选读专题 O 量子论简介	492
选读专题 P 半导体 晶体管	502
选读专题 Q 等离子体	510
选读专题 R 激光及其应用	517
附录一 几种物理常量	523
附录二 常用的微积分公式	523

绪 论

一、物理学的研究对象

自然科学是研究物质世界运动和变化的一门总的科学，它包括基础科学和工程科学两大类，物理学是基础科学中的一门重要学科。

自然界由万物组成，包括日月星辰、山河沙漠、植物、动物、电磁辐射等等，虽然形态各异，但其本质都是由大量分子、原子组成，原子由原子核、电子组成，原子核又由质子和中子组成，电磁辐射是一种光量子……。层出不穷、丰富多彩的大自然就是由这些细微的粒子所组成的。

一切物质都处于永不停息的运动之中。运动是一切物质存在的基本形式，例如从最简单的物体的空间位置变化（机械运动）到分子的化合与分解（化学运动），一直到最复杂的思维运动。复杂的运动中往往包含着简单的运动。物理学是研究各种运动形式中较为简单的运动，诸如机械运动、电磁运动、分子的热运动及原子和原子核的运动等，各种运动形式都遵循各自的运动规律，机械运动遵循牛顿运动定律，电磁运动遵循法拉第电磁感应定律，分子热运动遵循统计规律，原子和原子核的运动遵循量子力学规律。至于其他较为复杂的运动，如化学反应属于化学范围，天体运动属于天文学范围，生命现象属于生物学范围等等。物理学与其他基础学科研究的对象都是物质世界，但研究的方向各有侧重。各种运动形式都有各自的特殊规律，但它们又相互交叉，相互渗透。例如，物理学中的动量守恒定律、能量守恒定律是其他自然科学领域同样必须遵循的规律。从这个意义上说，物理学的研究对象具有更普遍的意义。由此我们可以认识到，**物理学是研究物质运**

动中最一般、最普遍的规律和物质最基本属性的一门学科。

二、物理学与科学技术、生产实践间的关系

物理学是一门实验性科学，它的定律、定理、原理等都来自实践，其正确性还要靠实践来检验。反过来，物理理论既指导着人类的实践活动，又推动着生产实践的飞速发展，甚至能产生革命性的变革。

从历史上看，凡是物理学领域某个方面有重大突破，就会给科学技术和生产实践带来一次革命。十七、十八世纪蒸汽机的发明和应用促进和带动了热力学的发展；热力学的研究成果使人们走出永动机的误区，并给第一次产业革命准备了坚实的理论基础；法拉第电磁感应定律的出现，使工业生产从机械化走向了电气化，为今天的信息社会铺平了道路。1905年爱因斯坦相对论的创建，给处于能源危机的世界带来了希望之光，原子核能的利用为人类开辟了巨大的能量宝库；20世纪初，量子论的问世，为半导体、激光、超导等高新技术领域准备了理论基础，而半导体、激光、超导技术的应用又给人类带来了难以估量的财富和空前的文明。我们可以毫不夸张地说，物理学是人类知识宝库中的一颗璀璨夺目的明珠，它给新世纪带来了希望和光明。

三、如何学好物理学

物理学是工程专业必修的一门重要基础课程。在这门课程中，我们着重阐述物质运动的一些基本理论，包括基本概念，基本定律、原理和定理等。

读者在自学本课程时，可配合《物理学自学指导》一书，认真阅读教材，钻研例题，解算思考题与习题、自我检查题，并完成测验作业题。通过反复思考和练习，才能逐步地纠正认识上的一些偏差。由浅入深地正确理解基本概念，弄清楚基本定律、原理和定理及其数学表达式——物理公式的由来、公式中各物理量

的含义和使用公式时所应满足的条件。这是达到深化所学知识的必由之路，并有助于培养自己分析问题和解决问题的能力。

函授教育的特点是读者在学校老师的指导下，通过自学来掌握知识。尽管在自学过程中会遇到这样那样的困难，但重要的是贵在坚持，迎难而上，逐步培养获取知识的自学能力，这将会终生受益。首先，建议读者在自学过程中做**自学笔记**，总结和理顺有关章节的内容，找出重点和难点；其次是**多做练习**，通过习题、作业等的演算进一步消化理解所学理论；最后是**多读多问**，一个问题搞不懂，可参阅一些其他的书籍，或是向学校老师书面提问。学习方法是因人而异的，可在自学中摸索出一套适合自己情况的学习方法，但勤学好问是适合每个自学读者的座右铭。“书山无路勤为径，学海无涯苦作舟”乃是古今中外许多自学成才者的唯一选择。

学好物理学还应当做到理论联系实际。工科函授学生大多数是生产第一线的职工，有一定的生产和生活实践经验，又有理论联系实际的机会和条件。物理学是从实践中总结出来的理论，学了物理知识，应该与自身的岗位工作联系起来，能够学以致用，去解决生产中碰到的一些问题，搞技术革新和创造发明。这样，既能提高生产力，创造财富；也有助于深化所学知识，提高解决实际问题的能力。

20 世纪中叶以来，科学技术发展速度之快，发展规模之大，作用范围之广，产生影响之深远，是历史上前所未有的。由于科技知识的激增，新学科不断涌现，科技知识的更新速度也在加快。对于现代技术而言，技术越新，包含的科学知识越密集，未来的 21 世纪将是不同领域科技创造性融合的时代。针对现代科学技术发展的综合化趋势，在高等教育中，基础课程的教学随之具有越来越重要的地位。物理课程的教学目的，就是要使教育对象获得必要的基础理论知识，有较开阔的视野，有较高的科学素质，以便在今后能够不断地、有效地掌握新的科技知识，适应实际工作的需要。

预 篇

§ 0-1 物理量和法定计量单位

一、物理量及其单位

物理学作为一门基础学科，在研究自然界的物理现象时，一般都是通过观察和实验，建立起物理学的基本概念和基本定律的。这些基本概念和定律又都是用有关的物理量来表述的。

任何一个物理量，诸如力、速度、电场强度、热容、密度等等，都可按照物理学中公认的量度方法对它们作出严格的定义。例如，我们定义物体的速率为它经过的路程与所需时间的比值；而路程和时间则可分别用尺和钟表等仪器测量其数值大小，这些数值大小是从尺和钟表上按照选定的量度标准的刻度上读出来的。此种量度标准称为相应物理量的单位。

在量度时，我们把一个待测的物理量与它的单位作比较，例如，用天平称出一只金属零件的质量为 2.23kg ，这就是说，其质量是 1kg （质量单位）的 2.23 倍。我们不能仅说这只零件的质量是 2.23 ，这是毫无实际意义的。只有同时标示出它的单位，才能确切地表示出它的质量大小。因此，每个物理量的大小都是由数字和单位两者组成的。

通常，为了统一计量，可在众多的物理量中选定少数几个独立的物理量作为基本物理量，并相应地对这几个物理量规定量度的单位，这些单位称为基本单位。

根据选定的几个独立的基本物理量，通过有关定义、定律和方程就可导出其余的物理量及其单位，这种物理量称为导出物理

量(简称导出量),相应的单位称为导出单位。而基本单位和导出单位的总体,就构成了所谓单位制。

过去,由于历史原因和地域不同的原因,曾出现过很多种单位制,给国际交往和学术交流带来许多不便。直到1960年,国际计量中心统一制定了国际单位制(符号为SI),从此许多国家就相继制定了实行国际单位制的法令,这对促进科学技术的发展无异起了积极的作用。

二、中华人民共和国法定计量单位

我国自改革开放以来,为了适应国民经济、文化教育事业的发展,以及推进科学技术进步和扩大国际经济、文化交流的需要,由国务院于1984年2月27日发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,决定我国的计量单位一律使用《中华人民共和国法定计量单位》(简称“法定计量单位”)。

法定计量单位是以现行的国际单位制(SI)为基础,并由国家选定一些非国际制的单位所构成的。下面我们对法定计量单位所包括的各个部分作一介绍。

1. 国际单位制的基本单位

国际单位制以七个基本物理量的单位为基础,它们统称为SI基本单位,如表0-1所列:

表 0-1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长 度	米	m
质 量	千克(公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd