



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

物 理 学

上卷 第二版

刘克哲 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

物 理 学

上卷 第二版

刘克哲 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

(京)112号

图书在版编目(CIP)数据

物理学 (上)/刘克哲编.—2版.—北京:高等教育出版社,1999
高等学校教材
ISBN 7-04-007461-3

I. 物… II. 刘… III. 物理学-高等学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 24132 号

物理学 第二版 上卷
刘克哲 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

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 787×960 1/16

版 次 1987年9月第1版

1999年9月第2版

印 张 25.5

印 次 1999年9月第1次印刷

字 数 420 000

定 价 26.60元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“九五”
国家教委重点教材

内 容 简 介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材和教育部理科物理学与天文学科“九五”规划教材,是普通高等教育“九五”国家教委重点教材。本书对原教材《物理学》进行了全面修订。本书是从近代物理学的发展和要求出发,将相对论和量子力学等近代物理内容融合到教材之中,建立起了新的体系;本书还将物理学近代发展的新成果与物理学基本原理有机地结合了起来;为便于教学,本书发扬了原教材深入浅出和注重符合教学规律的优点。全书共计 18 章,分上、下两卷出版,本书为上卷。

本书可供综合大学和师范大学理科非物理类专业 120~140 学时基础物理学课程作教材使用,也可供其他高等学校的理工科专业选用,并可供中学物理教师进修、自学使用。

修订版序

本书第一版自 1987 年出版以来已经 12 年了,在这 12 年中,科学技术的飞速发展对人才的培养提出了更高、更新的要求。这就使高等学校基础物理课程的教材,特别是理科非物理类专业的基础物理课程的教材,面临改革的迫切需要。为加速这种改革的进程,原国家教委决定对“高等教育面向 21 世纪理科非物理类专业基础物理教学内容和课程体系改革”进行立项研究,本教材的修订就是其中的一个子项目。

物理学是整个自然科学的基础,是高等理科教育的重要组成部分。基础物理课是理科各专业的重要基础课,它所阐述的物理学基本知识、基本概念、基本规律和基本方法,不仅是学生继续学习专业课程和其他科学技术的基础,而且也是培养和提高学生科学素质、科学思维方法和科学研究能力的重要内容。基础物理教材内容的现代化,以及与内容现代化相适应的课程体系的改革,则是培养面向 21 世纪高质量理科人才所需教材的重要改革环节之一。

物理学的基本内容应该包括到 19 世纪已经系统发展的经典物理学、20 世纪以来蓬勃发展的近代物理学以及与他们相应的理论物理学。以往理科非物理类专业普通物理课的内容,主要是讲授经典物理学部分,并且由于这些专业一般没有物理学的后继课,学生在课堂上几乎接触不到或很少接触到反映当代物理学发展水平的近代物理学内容。所以理科非物理类专业基础物理课程内容的改革,不仅要使经典物理学的基本内容与现代科学技术的发展相适应,还应增添包括相对论和量子力学在内的近代物理学的重要基本内容。

上述要求就是我对原书在内容上和体系上进行修订的主要依据。

同时,作为基础课教材必须特别注重符合教学规律,特别注重与教学实践相适应。

在修订后的教材中有些较深的内容,将尽力做到在已有的基础上逐

步展开和深化；后面用到的知识和概念必须在前面有叙述、有交待；在难点过于集中的地方，要设法分散它们；在跨度较大的地方，力求增添一些台阶，减少学习的困难。

在习题的选编上也仍然保持原书的“题量不多、难度不大”的做法。在新教材中，原书的习题约占习题总量的90%，配合新增内容选编了少量难度不大的题目，并且思考题在其中占了较大的比例。

修订后的教材全书约为70万字，比原书增加约18万字，原书内容略显单薄的问题可以得到解决。全书仍然分上、下两卷，适合120~140学时的专业两学期使用。

考虑到使用该教材的专业不同，学时和要求会有所差别，教材的内容上应有一定的选择余地。所以，全书仍然保持20%的内容标以星号的做法，总学时在120学时的专业这部分内容可以全部不讲。

总之，要使修订后的教材既要包含充实的内容，又要有使用上的较大伸缩性；既要使内容和体系与21世纪的人才培养相适应，又要保持原书的基本风格、特色和形式，使使用过本教材的教师对修订后的教材不感到陌生。

本书修订版的审稿会于1998年3月14日至15日在山东大学举行，参加人员有北京大学高崇寿教授、北京师范大学梁绍荣教授、兰州大学高崇伊教授、北京大学陆果教授和高等教育出版社奚静平副编审。物理学与天文学教学指导委员会主任委员高崇寿教授主持了审稿会。审稿会一致认为：“原教材自1987年出版以来，作为理科非物理类专业120~140学时基础物理学使用的教材，已经印刷了15次，发行了20万册，有很好的基础。作者在教学实践和调查研究的基础上，对原教材进行了全面的修订。作者从近代物理学的发展和要求出发，将相对论和量子力学等近代物理内容融合到了教材之中，建立起了新的体系，并将物理学近代发展的新成果与物理学的基本原理有机地结合了起来。同时，作者发扬了教材深入浅出和注重符合教学规律的优点，在概念的阐述上采用了逐

步展开和深化的办法，分散了难点，增添了台阶，使全书在内容结构上环环相扣，形成了一个前后呼应的有机整体。此外，作者还采用标以星号的方法，为使用该教材的师生提供了一定的选择余地。

由于学时少，涉及面广，理科非物理类专业基础物理课程的改革是一项艰巨的任务，该教材修订版作为国家教委“面向 21 世纪课程体系改革”的立项研究成果及国家教委重点教材，在这方面进行了十分有益的尝试，得到了与会者的肯定。”

审稿会一致建议，高等教育出版社尽快将该教材修订版作为“物理学面向 21 世纪课程教材”出版。

在本书的编写过程中，北京大学高崇寿教授、北京师范大学梁绍荣教授给予了热情的指导和帮助；山东大学马国臣、刘希明、翟金凤、孟昭敏、李大才和张承璐等教授给予了很大关心和支持；兰州大学高崇伊、李莉等教授提出了十分宝贵的修改意见，特别是高崇伊教授，逐字逐句地审阅并修改了修订稿的大部分章节；原上海闸北教育学院图书资料中心主任刘克韬先生和北京大学光华管理学院李学博士在文字整理方面协助进行了大量工作；山东师范大学张红雨教授为本书提供了大量新资料，并对书稿提出了具体的修改意见；高等教育出版社奚静平副编审先后担任此书第一版和该修订版的责任编辑，在这两套书中都包含着她辛勤劳动的汗水和出色工作的纪录；本书的编写得到了香港友人的资助；此书的修订工作，通过立项始终得到了教育部的资助和支持。在此谨致以衷心的感谢和崇高的敬意。

由于本人水平所限，书中难免存在不当之处和错误，希望读者给予批评指正。

刘克哲

1998 年 12 月于济南 洪家楼

第一版前言

本书的原稿是编者在1979~1984年对山东大学生物系等非物理类专业讲课时使用的讲义。1984年10月,在按照高等学校理科物理教材编审委员会决定召开的高等学校理科非物理类少学时《物理学》新编教材评选会议上,此讲义中选。会后,编者根据评选会议的意见对讲义进行了全面的修改。1985年5月,原教育部委托北京大学、北京师范大学等七所高校的有关同志,对修改稿进行了复审。

评选会议所提出的120学时的物理学大纲是编者修改原稿的依据。按照这个大纲的要求,本书力求以简明、准确的语言阐述物理学中的原理、定律、定理和定义,引导、启发学生理解物理学的基本概念和基本规律。在保证全书必要的系统性、完整性和科学性的基础上,尽量以简短的篇幅反映物理学的主要内容。考虑到多数理科非物理类专业的普通物理课是在高等数学课之后开设的,本书一开始就使用微积分。矢量运算的讲解结合物理概念的需要进行。书中有20%左右的内容以“*”号标出,使用该教材的教师可根据学时的多寡、专业的特点和学生的实际情况,决定是否讲授。“*”部分内容无论讲授与否,都不影响全书的连贯性。

本书可作为教学时间在100学时的理科非物理类专业普通物理课程的教材,可供其他专业的师生参考,也可供中学物理教师进修、自学使用。

本书由北京师范大学梁绍荣教授和北京大学唐子健副教授担任主审工作,参加评选和审稿的还有内蒙古大学张纪生、云南大学罗新、华东师范大学余家荣、南京师范大学王庭珍和华中师范大学祝家清等同志。他们在评选时对原稿提出了十分详尽和具体的修改意见,在审稿时又提出了非常宝贵的建议。在本书的编写和修改过程中,得到了山东大学余寿绵教授、陈鹏万副教授、马伯福副教授和孟尔熹副教授的帮助和

关心。在此谨向他们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，希望使用本书的老师、同学和其他读者，随时提出宝贵意见。

刘克哲

1985年12月

目 录

绪论	1
第一章 质点的运动	4
§ 1-1 质点和参考系	4
一、质点	4
二、参考系	5
§ 1-2 描述质点运动的物理量	5
一、时刻和时间	5
二、位置矢量	6
三、位移和路程	6
四、速度和速率	8
五、加速度	10
§ 1-3 描述质点运动的坐标系	12
一、直角坐标系	12
*二、平面极坐标系	17
三、自然坐标系	21
§ 1-4 牛顿运动定律	23
一、牛顿第一定律	23
二、牛顿第二定律	24
三、牛顿第三定律	26
§ 1-5 力学中常见的力	27
一、万有引力	27
二、弹性力	30
三、摩擦力	33
§ 1-6 伽利略相对性原理	36
一、伽利略相对性原理	36
二、伽利略变换	37
三、惯性力	39
习题	43

第二章 机械能守恒定律	48
§ 2-1 功和功率.....	48
一、功.....	48
二、功率.....	50
§ 2-2 动能和动能定理.....	52
§ 2-3 势能.....	55
一、引力势能和重力势能.....	55
二、弹力势能.....	57
三、保守力.....	58
*四、势能曲线.....	59
§ 2-4 机械能守恒定律.....	61
一、功能原理.....	61
二、机械能守恒定律.....	63
习题.....	68
第三章 动量守恒定律	71
§ 3-1 动量和动量定理.....	71
§ 3-2 质点系动量定理和质心运动定理.....	74
一、质点系动量定理.....	74
二、质心.....	76
三、质心运动定理.....	77
§ 3-3 动量守恒定律.....	78
§ 3-4 碰撞.....	81
一、碰撞现象.....	81
二、完全弹性碰撞.....	81
三、完全非弹性碰撞.....	83
* § 3-5 运载火箭的运动.....	84
习题.....	86
第四章 角动量守恒定律	89
§ 4-1 力矩.....	89
一、力矩的一般意义.....	89
二、力对轴的力矩.....	90

§ 4-2 质点角动量守恒定律	91
一、角动量	91
二、角动量定理	92
三、质点角动量守恒定律	93
* § 4-3 质点系角动量守恒定律	96
习题	99
第五章 刚体和流体	101
§ 5-1 刚体的运动	101
一、平动和转动	101
二、刚体的定轴转动	102
§ 5-2 刚体动力学	103
一、刚体的转动动能	103
二、刚体的转动惯量	104
三、力矩作的功	107
四、动能定理	109
五、转动定理	109
§ 5-3 定轴转动刚体的角动量守恒定律	113
一、刚体对转轴的角动量	113
二、刚体对转轴的角动量定理	113
三、刚体对转轴的角动量守恒定律	114
§ 5-4 固体的形变和弹性	115
一、固体在外力作用下的一般情形	115
二、固体的弹性形变	116
§ 5-5 理想流体及其运动规律	118
一、流体的压强	118
二、关于理想流体的几个概念	120
三、理想流体的连续性方程	121
四、伯努利方程	123
§ 5-6 黏性流体的运动	127
一、流体的黏性	127
二、黏性流体的运动规律	130

*三、泊肃叶定律.....	131
*四、湍流和雷诺数.....	131
*五、斯托克斯黏性公式.....	132
习题.....	133
第六章 振动和波动.....	136
§ 6-1 简谐振动.....	136
一、简谐振动的基本特征.....	136
二、描述简谐振动的特征量.....	138
三、简谐振动的矢量图解法和复数解法.....	139
四、简谐振动的能量.....	142
§ 6-2 简谐振动的叠加.....	145
一、同一直线上两个同频率简谐振动的合成.....	145
二、同一直线上两个频率相近的简谐振动的合成.....	147
三、两个互相垂直的简谐振动的合成.....	149
*四、振动的分解.....	152
§ 6-3 阻尼振动、受迫振动和共振.....	153
一、阻尼振动.....	153
二、受迫振动.....	155
三、共振.....	156
§ 6-4 关于波动的基本概念.....	158
一、波的产生和传播.....	158
二、横波和纵波.....	158
三、波线和波面.....	159
四、波速、波长以及波的周期和频率.....	160
五、波动所遵从的基本原理.....	161
§ 6-5 简谐波.....	163
§ 6-6 波动方程和波的能量.....	166
*一、一维波动方程.....	166
二、波的能量.....	170
三、波的能流和能流密度.....	171
§ 6-7 波的干涉.....	172

一、波的干涉现象和规律	172
二、驻波	174
§ 6-8 多普勒效应	177
一、多普勒效应	177
*二、冲击波	181
* § 6-9 声波、超声波和次声波	181
一、声波	181
二、超声波和次声波	185
习题	187
第七章 狭义相对论	192
§ 7-1 狭义相对论的基本原理	192
一、伽利略变换与经典时空观念	192
二、狭义相对论产生的背景和条件	193
三、狭义相对论的基本原理	194
§ 7-2 狭义相对论的时空观	197
一、同时性的相对性	197
二、时间延缓效应	198
三、长度收缩效应	198
四、速度变换法则	200
§ 7-3 狭义相对论动力学	201
一、质速关系	201
二、相对论动力学基本方程	203
三、质能关系	204
四、能量-动量关系	205
习题	206
第八章 气体、固体和液体的基本性质	208
§ 8-1 气体动理论和理想气体模型	208
一、气体的分子状况	208
二、理想气体模型	210
三、理想气体状态的描述	211
§ 8-2 理想气体的压强和温度	213

一、理想气体的压强公式	213
二、热力学第零定律	215
三、温度的微观解释	216
§ 8-3 理想气体的内能	218
一、分子运动自由度	218
二、能量均分定理	219
三、理想气体的内能	220
§ 8-4 麦克斯韦速率分布律	222
一、麦克斯韦速率分布律	222
二、用速率分布函数求分子速率的统计平均值	223
*三、麦克斯韦速率分布律的实验验证	225
* § 8-5 范德瓦耳斯方程	226
一、范德瓦耳斯方程的导出	226
二、范德瓦耳斯等温线和临界点	229
§ 8-6 气体内的输运过程	231
一、气体分子的碰撞频率和平均自由程	231
二、黏性	233
*三、热传导	236
*四、扩散	237
§ 8-7 固体的性质及晶体结构的一般概念	238
一、固体的一般性质	238
二、关于晶体结构的一些概念	240
§ 8-8 晶体中粒子的相互作用	242
一、晶体的结合	242
*二、结合力的共同特征	245
§ 8-9 非晶态固体的结构和应用	247
*一、非晶态固体的微观结构	247
二、非晶态固体的应用	250
§ 8-10 液体和液晶的微观结构	251
一、液体的微观结构	251
*二、液晶的类型和结构	253
§ 8-11 液体的表面性质	254

一、表面张力	254
二、弯曲液面下的附加压强	257
三、与固体接触处液面的性质	258
四、毛细现象	259
习题	261
第九章 电荷和静电场	265
§ 9-1 电荷和库仑定律	265
一、电荷	265
二、库仑定律	267
§ 9-2 电场和电场强度	269
一、电场	269
二、电场强度	269
三、电场强度的计算	270
§ 9-3 高斯定理	275
一、电场线	275
二、电通量	276
三、高斯定理	278
§ 9-4 电势及其与电场强度的关系	282
一、静电场属于保守场	282
二、电势能、电势差和电势	284
三、电势的计算	285
四、等势面	287
五、电势与电场强度的关系	288
§ 9-5 静电场中的金属导体	291
一、金属导体的静电平衡	291
二、导体表面的电荷和电场	293
三、导体空腔	294
四、导体静电平衡性质的应用	295
§ 9-6 电容和电容器	298
一、孤立导体的电容	298
二、电容器	298