

安徽省高校省级规划教材
安徽省物理学会推荐教材

大学物理学

第2版

倪致祥 朱永忠
袁广宇 黄时中

编著

上

册

DAXUE WULIXUE

中国科学技术大学出版社

安徽省高校省级规划教材
安徽省物理学会推荐教材

大学物理学

第 2 版

上 册

倪致祥 朱永忠 袁广宇 黄时中
编 著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书是参照教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会于2004年提出的非物理类专业大学物理课程教学基本要求,结合目前的课程设置和学时设置等方面的实际情况而编写的.全书力图在切实加强基础理论的同时,突出培养学生独立获取知识的能力、科学思维能力和解决问题的能力.

全书分上、下两册.上册包括力学、机械振动和机械波以及热学三部分.力学的具体内容包括:运动学、质点动力学、刚体动力学和狭义相对论基础.机械振动和机械波的具体内容包括:机械振动和机械波.热学的具体内容包括:热学现象的宏观规律和热力学规律的微观解释.

本书可以作为高等学校非物理类专业大学物理学课程的教材.

★本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站下载或与出版社联系,免费提供.

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/倪致祥等编著.—2版.—合肥:中国科学技术大学出版社,2010.2

安徽省高校省级规划教材

安徽省物理学会推荐教材

ISBN 978-7-312-02434-4

I. 大… II. 倪… III. 物理学—高等学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 042248 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
网址:<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥华星印务有限责任公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×960 mm 1/16
印张 19.25
字数 370 千
版次 2005 年 8 月第 1 版 2010 年 2 月第 2 版
印次 2010 年 2 月第 5 次印刷
定价 28.00 元

序

物理学是研究物质结构、性质、基本运动规律及其相互作用的学科,是一项激动人心的智力探险活动,并为人类文明做出巨大贡献.物理学拓展我们认识自然的疆界,深化我们对其他学科的理解,是技术进步最重要的基础.物理教育为科学和技术培养训练有素的人才.物理学的进步对社会发展和人类生活的改善有不可估量的影响.

纵观历史,物理学在生产方式上极大地推动着人类物质文明的发展,例如,历次产业革命.李政道教授说,20 世纪绝大部分的科技文明,都是从狭义相对论、量子力学来的.另一方面,物理学在从思想上改变着人类精神文明的进程.能量守恒与转化、时间与空间的统一、量子化与不确定原理等物理学的重大突破,在人们的思想上引起了一场又一场革命.物理学对于社会发展、人类生活的改善、人类文明的进步各个层面的影响不可估量.

物理学是一代又一代科技工作者长期创造性研究工作的结晶,处处都闪耀着创新精神的光芒.物理学史中有大量的创新和发明,运用和发展了分析和归纳、猜想和类比等创新思维,形成了人类认识世界的完整的方法论.

物理教育不仅向人们传授最基础的科学知识,而且可以培养学生获取知识的能力、分析问题和解决问题的能力;引导学生追求真理、献身科学,树立科学发展观;激发学生求知热情、探索和创新精神.物理教育是素质教育的主要内容之一,不仅科学技术人才的培养离不开物理教育,人文社会工作者也需要物理教育.老一辈无产阶级革命家陆定一同志就曾经请何祚庥同志讲授物理学,从经典物理到量子力学,为时长达半年之久.

科学需要不断地创新,教育同样需要不断地创新.在科学技术迅速发展的新时代,如何进行大学物理学的教学改革,以提高人才培养的质量和效率,是物理工作者教育工作者都应该关心的重要问题.教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会一直很重视非物理类专业物理基础课程的教学改革,该分委员会于 2004 年 10 月 9 日至 10 月 12 日在中国科学技术大学召开了“全国高等学校非物理类专业物理课程基本要求研讨会”,会上提出了大学物理课程教学基本要求.会后,安徽省四所师范院校物理系的老师,也就是本书的

作者们,决意按照上述要求,并结合目前非物理类专业物理课程设置的学时设置等方面的实际情况,编写一套新教材,为大学物理学的教学改革做一份贡献。

他们将有关的想法向安徽省物理学会作了汇报,得到了安徽省物理学会的支持和鼓励。

这套新教材现已编写完毕,作者们对大学物理学的教学改革做了有益的探索,我们很赞同他们提出的一些做法,例如,把科学方法论融入到教材的具体内容中,在传授物理学基本内容的同时介绍创新思维方法;把现代计算工具渗入到教学的具体过程中,在更新教学形式的同时改革教学方法;把能力的培养引入到教学的具体目标中,鼓励学生自学,指导学生查找文献,让学生在学习知识的同时进行初步的科学研究;追求以简洁的方式论述最基本的物理概念和规律,将全书的篇幅控制在 80 万字之内,等等。

作者们这些富有创意的设想和勇于探索的精神都是值得肯定的,希望本书的出版可以给大学物理学的教学改革增添生气,对提高人才培养水平起到积极的作用。新教材本身是探索的结果,难免有不足之处。广大物理同行、读者朋友读了或者用了此书,如果能提出批评指正的意见,相信作者一定会欢迎并且衷心感谢的。

阮希南 华鹏飞 谨识

2006 年 6 月 12 日于中国科学技术大学

第 2 版前言

在安徽省物理学会的支持下,我们按教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会 2004 年 10 月在“全国高等学校非物理类专业物理课程基本要求研讨会”中提出的大学物理课程教学基本要求,结合非物理类专业物理课程内容和学时设置等方面的实际情况,编写了这套教材.在编写中我们努力把科学方法论融入到教材的具体内容中,在传授物理学基本内容的同时介绍创新思维方法;把现代计算工具的使用渗入到教学的具体过程中,在更新教学形式的同时改革教学方法;把能力的培养作为教学的具体目标之一,鼓励学生自学,指导学生查找文献,让学生在学习知识的同时进行科学探究,并追求以简洁的方式论述最基本的物理概念和规律.这些做法,得到了安徽省物理学会前理事长阮图南先生的充分肯定与鼓励.

本书出版以来,得到了广大读者的关心和支持,许多老师通过各种途径表达了他们对本书的意见和建议,我们对此表示衷心的感谢.根据使用者的建议,我们对教材中某些不够准确和不太完善的地方作了修订,删去了部分过于理论化的内容,补充了一些教学研究中的新成果.我们真诚地欢迎读者在第 2 版的使用过程中继续提出意见,以帮助我们进一步提高.

编 者

2010 年 2 月

前 言

物理学是一门基础自然科学,它所研究的是物质的基本结构、最普遍的相互作用、最一般的运动规律以及所使用的实验手段和思维方法.物理学渗透在自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,是自然科学和工程技术的基础.

大学物理课程是高等学校理工科各专业学生一门重要的必修基础课,通过本课程的学习,可以为学生提供一个科学工作者和工程技术人员所必备的物理基础知识和常用科学研究方法;可以激发学生的探索、创新精神和应用意识;可以培养学生实事求是的科学态度和辩证唯物主义世界观.

为了使使学生通过本课程的学习,能够对物理学的基本概念、基本理论、基本方法有比较全面和系统的认识 and 正确的理解,教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会于2004年10月9日至10月12日,在中国科学技术大学召开了“全国高等学校非物理类专业物理课程基本要求研讨会”.会上提出了大学物理课程教学基本要求,主要内容有:培养学生独立获取知识的能力、科学思维能力和解决问题的能力;培养学生追求真理的理想、献身科学的精神和辩证唯物主义世界观,激发学生求知热情、探索精神和创新欲望.

按照上述要求,我们在对现行教材进行认真分析的基础上,结合目前的课程设置的和学时设置等方面的实际情况,编写了本教材.本教材的主要特点有:

1. 把科学思维和科学方法融入到教材的具体内容中,在传授物理学基本内容的同时,侧重介绍了以实验为基础的归纳法,以猜想为前提的演绎法和以比较为桥梁的类比法.

2. 把现代计算工具引入到教学的具体内容中.在采用现代教学改革教学形式的同时,将现代计算机软件 Mathematica 引入到大学物理课程的教学,利用其既能进行数值计算,又能进行符号运算,还可以进行计算机绘图等多种功能,简化了许多繁琐的计算过程和数学推导过程,展示了许多复杂的图像.这样既可以提高了学生的应用能力,也能激发学生的学习兴趣.

3. 鼓励学生自学,指导学生查找文献.不但在教材中增加了物理名词的外文注释和有关物理规律的英文原文,以提高学生查阅外文资料能力和科技外语

交流能力,而且还附有物理文献及查阅方法等材料.

4. 围绕教学的基本要求,精选了一些既能培养学生分析和解决问题能力、巩固所学知识,又较贴近应用实际,可激发学生学习兴趣的习题.习题的形式多样,还增加了小课题研究、课程论文和探索性实验等练习内容.

本书的编写得到了安徽省物理学会的支持,安徽省物理学会理事长阮图南教授对本书的编写给予了极大的关怀和鼓励,并就编写中应突出的主要特点给予了富有启发性的指导,作者对此深表感谢.在本书的编写过程中,还得到了中国科学技术大学等高校的有关专家和许多同行老师的热情鼓励、帮助和支持,在此一并表示感谢.

按照大学物理课程教学基本要求,本书的编写过程本身也是一个探索的过程,由于作者学识水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大教师和读者不吝赐教,以便再版时加以修正.

编 者

2005 年 6 月

目 录

序	(i)
第 2 版前言	(iii)
前言	(v)

第 1 篇 力学

第 1 章 运动学	(3)
1.1 运动学的基本概念	(3)
1.1.1 参照系和坐标系	(3)
1.1.2 质点模型	(4)
1.1.3 位置矢量	(4)
1.1.4 运动学方程	(5)
1.1.5 位移	(6)
1.1.6 速度	(7)
1.1.7 加速度	(9)
1.1.8 运动学中的基本关系	(11)
1.2 几种常见的运动	(12)
1.2.1 直线运动	(13)
1.2.2 抛体运动	(13)
1.2.3 圆周运动	(14)
1.2.4 一般平面曲线运动	(18)
1.3 相对运动	(19)
习题	(21)
第 2 章 质点动力学	(24)
2.1 牛顿定律	(24)
2.1.1 牛顿第一定律	(24)
2.1.2 力的含义	(25)

2.1.3 牛顿第二定律	(26)
2.1.4 牛顿第三定律	(26)
2.2 常见的力	(27)
2.3 动量定理和动量守恒定律	(32)
2.3.1 质点的动量定理	(32)
2.3.2 质点系的动量定理	(33)
2.3.3 质心运动定理	(34)
2.3.4 质点系的动量守恒定律	(35)
2.4 动能定理和功能原理	(36)
2.4.1 质点的动能定理	(36)
2.4.2 保守力与势能	(39)
2.4.3 质点的功能原理	(42)
2.4.4 质点系的功能原理	(43)
2.5 能量守恒定律	(49)
2.5.1 质点的机械能守恒定律	(49)
2.5.2 质点系的机械能守恒定律	(49)
2.5.3 能量守恒定律	(50)
2.5.4 碰撞	(51)
2.6 角动量定理和角动量守恒定律	(54)
2.6.1 角动量定理	(54)
2.6.2 角动量守恒定律	(56)
习题	(57)
第3章 刚体动力学	(61)
3.1 定轴转动刚体的转动惯量	(62)
3.1.1 角动量和转动惯量	(62)
3.1.2 转动惯量计算举例	(63)
3.2 刚体的定轴转动定理	(65)
3.3 定轴转动定理的积分形式	(69)
3.3.1 定轴转动的角动量定理	(69)
3.3.2 定轴转动的动能定理	(70)
3.4 定轴转动的角动量守恒定律	(72)
*3.5 刚体的进动	(75)
3.5.1 刚体的进动现象	(75)

3.5.2 对称陀螺在重力场中的进动规律	(77)
附录:刚体定点转动定理的简化推导	(79)
习题	(80)
第4章 狭义相对论基础	(84)
4.1 伽利略相对性原理	(84)
4.1.1 伽利略相对性原理	(84)
4.1.2 伽利略坐标变换	(84)
4.2 狭义相对论的基本原理	(86)
4.2.1 基本原理	(86)
4.2.2 洛伦兹变换	(87)
4.2.3 洛伦兹变换的推导	(88)
4.3 狭义相对论的时空观	(91)
4.3.1 关于测量或观察	(91)
4.3.2 狭义相对论的时空观	(92)
4.3.3 狭义相对论的速度变换关系	(95)
4.4 狭义相对论动力学	(96)
4.4.1 相对论力学的基本方程	(96)
4.4.2 相对论力学中质量和能量的关系	(97)
附录:均匀电场中带电粒子做一维运动的加速度和速度	(103)
习题	(106)

第2篇 机械振动和机械波

第5章 机械振动	(111)
5.1 弹簧振子和单摆的运动方程	(111)
5.1.1 弹簧振子的动力学方程	(111)
5.1.2 弹簧振子的运动学方程	(112)
5.1.3 单摆的运动方程	(113)
5.2 简谐振动	(114)
5.2.1 简谐振动的基本概念	(115)
5.2.2 简谐振动的旋转矢量图表示法	(117)
5.2.3 简谐振动的能量	(118)
5.3 同方向同频率的简谐振动的合成	(119)
5.3.1 两个同方向同频率的简谐振动的合成	(120)

5.3.2 多个同方向同频率的简谐振动的合成	(122)
5.4 相互垂直的简谐振动的合成	(124)
5.4.1 同频率的两个相互垂直的简谐振动的合成	(124)
5.4.2 不同频率的两个相互垂直的简谐振动的合成	(126)
5.5 阻尼振动	(129)
5.6 受迫振动和共振	(131)
附录:用 Mathematica 命令描绘受迫振动和共振的参考命令和图形	(134)
* 5.7 非线性振动简介	(135)
习题	(137)
第 6 章 机械波	(142)
6.1 机械波的基本概念	(142)
6.1.1 机械波	(142)
6.1.2 机械波产生的条件	(142)
6.1.3 横波与纵波	(144)
6.1.4 波阵面与波射线	(144)
6.2 波长、频率、周期和波速	(145)
6.2.1 波长	(145)
6.2.2 波的周期和频率	(145)
6.2.3 波速	(145)
6.3 机械波的波动方程	(146)
6.3.1 平面简谐波的运动学方程	(146)
6.3.2 对运动学方程的分析与讨论	(147)
6.3.3 波的运动学方程的一般形式	(148)
6.3.4 波的动力学方程	(149)
6.4 波的能量	(151)
6.4.1 波的能量密度	(151)
6.4.2 波的能流和能流密度	(152)
6.4.3 波的吸收	(154)
6.5 惠更斯原理	(155)
6.6 波的叠加和波的干涉	(156)
6.6.1 波的叠加原理	(156)
6.6.2 波的干涉	(156)

6.7 驻波	(159)
6.8 多普勒效应	(164)
习题	(168)

第3篇 热 学

第7章 热学现象的宏观规律	(177)
7.1 热力学状态及其描述	(177)
7.1.1 热力学系统	(177)
7.1.2 平衡态	(177)
7.1.3 状态参量	(178)
7.2 温度与物态方程	(179)
7.2.1 温度	(179)
7.2.2 物态方程	(181)
7.2.3 理想气体的物态方程	(181)
7.2.4 范德瓦耳斯方程	(182)
7.3 热力学过程与功和热	(185)
7.3.1 热力学过程	(185)
7.3.2 功	(186)
7.3.3 热量	(188)
7.3.4 热容量	(188)
7.4 热力学第一定律与内能	(190)
7.4.1 内能	(190)
7.4.2 热力学第一定律	(191)
7.4.3 理想气体的热力学过程	(192)
7.4.4 理想气体的热力学过程小结	(199)
7.5 循环过程	(201)
7.5.1 循环过程	(201)
7.5.2 卡诺循环	(203)
7.6 热力学第二定律和熵	(207)
7.6.1 热力学第二定律	(207)
7.6.2 可逆过程与不可逆过程	(209)
7.6.3 卡诺定理	(209)
7.6.4 熵和熵增加原理	(211)
习题	(216)

第 8 章 热力学规律的微观解释	(219)
8.1 热力学系统的微观结构	(219)
8.1.1 热力学系统的组成	(219)
8.1.2 分子的运动	(220)
8.1.3 分子间的相互作用	(220)
8.1.4 分子运动与物体的宏观性质	(220)
8.1.5 宏观物体的微观理想模型	(221)
8.2 压强与温度的微观意义	(221)
8.2.1 气体压强的微观意义	(221)
8.2.2 温度的微观意义	(223)
8.3 内能的微观意义与能量均分原理	(224)
8.3.1 自由度	(224)
8.3.2 能量均分原理	(226)
8.3.3 内能的微观意义	(227)
8.4 麦克斯韦—玻尔兹曼分布	(229)
8.4.1 麦克斯韦速率分布	(229)
8.4.2 玻耳兹曼分布	(237)
8.5 分子的平均自由程和平均碰撞次数	(239)
8.5.1 分子间的碰撞	(239)
8.5.2 平均碰撞频率和平均自由程	(239)
附录: $\bar{u} = \sqrt{2v}$ 的证明	(241)
8.6 气体内的输运过程	(242)
8.6.1 热传导	(243)
8.6.3 扩散	(245)
附录: 摩擦现象(黏滞现象)	(246)
8.7 熵的微观意义	(248)
8.7.1 热力学第二定律的统计意义	(248)
8.7.2 熵的微观意义	(251)
习题	(252)
附录 1 矢量和微积分初步	(255)
F1.1 矢量的定义	(255)
F1.2 矢量的大小和相等	(255)
F1.3 矢量的代数运算	(256)

F1.3.1 矢量的和与差	(256)
F1.3.2 矢量的坐标表示	(256)
F1.3.3 矢量的乘积	(256)
F1.4 函数的导数	(259)
F1.4.1 导数的定义	(259)
F1.4.2 微分法则	(259)
F1.4.3 高阶导数	(260)
F1.4.4 矢量函数的导数	(260)
F1.5 旋转矢量的导数	(261)
F1.6 函数的积分	(262)
F1.6.1 不定积分	(262)
F1.6.2 定积分	(263)
F1.6.3 定积分的重要性质	(263)
F1.6.4 矢量函数的积分	(264)
附录 2 Mathematica 使用入门	(266)
F2.1 Mathematica 简介	(266)
F2.1.1 既可以进行程序运行,又可以进行交互式运行	(266)
F2.1.2 既可以进行任意高精度的数值计算,又可以进行各种复杂的符号 演算	(267)
F2.1.3 既可以进行科学计算,又可以很方便地画出用各种方式表示的函 数图形	(267)
F2.2 Mathematica 使用基础	(267)
F2.2.1 基本运算及其对象	(267)
F2.2.2 符号演算	(268)
F2.2.3 数值计算	(270)
F2.2.4 函数作图	(271)
F2.3 Mathematica 的运行	(273)
F2.3.1 启动	(273)
F2.3.2 输入	(274)
F2.3.3 计算	(274)
F2.3.4 输出	(274)
F2.3.5 退出	(274)
F2.4 进一步提高	(275)

F2.4.1 利用帮助系统	(275)
F2.4.2 阅读参考书	(275)
F2.3.3 借助网络	(275)
附录3 中英文对照目录	(276)
第1篇 力学	(276)
第2篇 机械振动和机械波	(277)
第3篇 热学	(277)
附录4 参考答案	(279)
第1章	(279)
第2章	(280)
第3章	(281)
第4章	(282)
第5章	(283)
第6章	(285)
第7章	(287)
第8章	(287)

1

第1篇

Díyípián

力学 >>>

- 运动学
- 质点动力学
- 刚体动力学
- 狭义相对论基础