



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理学

上册

施建青 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理学

上册

施建青 主编
徐志君 林国成 编著

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书从新世纪工程技术人才培养的总体要求出发,以培养学生的能力和素质为目的,以现代教育思想、教育方法为指导,以物质的存在形式和基本性质为主线,来设计大学物理的内容和课程体系;以现代物理思想统筹教学内容,注意加强物理学与现代科学技术的联系,来安排大学物理的教学内容;以统一性思想贯穿整个教材,从现代物理的思想高度来阐述基础物理的内容,并注意保持基础课程的风格。这是一部突破传统体系,改革力度较大的面向理工科学生的新教材,有利于提高物理教学的水平 and 培养学生的科学素质。

本书可作为普通高等学校理工科类本科生大学物理课程的教材,也可供其他读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/施建青主编. —北京:高等教育出版社, 2009.2

ISBN 978 - 7 - 04 - 025538 - 6

I. 大… II. 施… III. 物理学 - 高等学校 - 教材
IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第190408号

策划编辑 陶 铮 责任编辑 张海雁 封面设计 张 楠 责任绘图 尹 莉
版式设计 余 杨 责任校对 杨凤玲 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市联华印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 22.25
字 数 410 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009年2月第1版
印 次 2009年2月第1次印刷
定 价 23.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25538-00

前 言

物理学是自然科学的基础,是自然科学中最具有活力的带头学科,也是高新技术的先导和源泉。历史上,每次产业革命都与物理学的重大发现和发展密切相关。当代信息、生命、材料、环境、能源、地球、空间、核科学等八大科学领域的蓬勃发展都是以现代物理学的迅速发展为基础。在人类追求真理、探索未知世界的过程中,物理学展现了一系列科学的世界观和方法论,深刻影响着人类对物质世界的基本认识、人类的思维方式和社会生活,是人类文明发展的基石,是人类认识自然、改造自然和创造财富所不可缺少的理论工具及手段,在素质教育中有着极其重要的地位和作用。随着科学技术的迅猛发展,物理学不断揭示出许多新的现象与规律,这势必迫切要求物理教学能及时反映物理学的进展。

以物理学基础为内容的大学物理课程,是高等学校理工科各专业学生的一门非常重要的通识性必修基础课。大学物理课程在为学生系统地打好必要的物理基础,培养学生树立科学的世界观,增强学生分析问题和解决问题的能力,培养学生科学观念、探索精神和创新精神、科学思维能力和智力、科学的方法、科学精神和科学作风等方面,具有其他课程不能替代的重要作用。这门课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是构成学生科学素养的重要组成部分,是一个科学工作者和工程技术人员所必备的。通过大学物理课程的教学,使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识和正确的理解,为进一步学习打下坚实的基础。在大学物理课程的各个教学环节中,我们都应在传授知识的同时,注重学生分析问题和解决问题能力的培养,注重学生探索精神和创新意识的培养,努力实现学生知识、能力、素质的协调发展。

本教材从新世纪工程技术人才培养的总体要求出发,以培养学生的能力和素质为目的,以现代教育思想、教育方法为指导,以物质的存在形式和基本性质为主线,来设计大学物理的内容和课程体系;以现代物理思想统筹教学内容,注意加强物理学与现代科学技术的联系,来安排大学物理的教学内容;以统一性思想贯穿整个教材,从现代物理的思想高度来阐述基础物理的内容,并注意保持基础课程的风格。这是一部突破传统体系,改革力度较大的面向工科学生的新教材,有利于提高物理教学的水平和培养学生的科学素质。

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,共分两册,分为实物、场、物质与波三篇。上册为实物、场(静电场部分),包括绪论、运动的描述、三大守恒定律、多粒子体系(统计物理学基础和热力学基础)、狭义相对论、静电场等

II 前 言

内容;下册为场(磁场部分)、物质与波,包括恒定磁场、变化电磁场、振动学基础、波动学基础、波动光学、场的量子性、量子力学基础及其应用等内容。

本教材的教学内容要求和安排,与浙江省高等学校大学物理教学指导委员会主持的、由浙江省16所省属高等学校(包括浙江工业大学、浙江师范大学、宁波大学、浙江理工大学、杭州电子科技大学、浙江工商大学、浙江财经学院、杭州师范大学、中国计量学院、浙江海洋学院、浙江科技学院、绍兴文理学院、湖州师范学院、嘉兴学院、台州学院、丽水学院等)联合参加研制的“浙江省高等学校大学物理题库”建设要求相适应,该题库建设工作由本教材主编施建青老师负责。

本教材的教学内容要求和安排还与高中物理新课改的教学内容紧密衔接,与教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会制定的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2008)相适应,符合国内各高等学校大学物理教学基本要求和现状。

本教材适用于80~128学时的理工科类大学物理课程教学,可作为理工科类学生的大学物理课程教材,也可以作为专科院校、函授、电视大学、夜大学师生的教学参考书。

本书为上册。本书的绪论、第一章、第二章、第五章、附录由施建青执笔,第三章、第四章由徐志君执笔,第六章由林国成执笔,全书由施建青修改和统稿。本书力图成为大学物理课程建设的结晶,凝聚着参与课程建设教师们多年来的集体智慧和心血。在本书的编写过程中,自始至终得到兄弟院校同行老师和同学们的关心和支持,得到浙江工业大学应用物理系基础物理系列课程教学团队老师们的指导和热情帮助,在此致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不足不妥之处,敬请专家、同行和读者批评指正。

编 者

2008年7月

目 录

绪论	1
0.1 什么是物理学	1
0.1.1 物理学以前称为自然哲学	1
0.1.2 物理学是研究物质的基本结构、运动的基本规律的科学	2
0.1.3 物质的存在形式和基本相互作用	3
0.1.4 物理学理论的发展	6
0.1.5 物理学与工程技术	7
0.2 怎么样学习物理学	8

实 物

第一章 运动的描述	14
1.1 描述运动的基本概念	14
1.1.1 质点和刚体	14
1.1.2 参考系和坐标系	15
1.1.3 机械运动的基本形式	17
1.2 描述运动的基本物理量	17
1.2.1 位置矢量和位移	17
1.2.2 速度	18
1.2.3 加速度	19
1.3 运动的坐标系描述	21
1.3.1 在直角坐标系中描述运动 运动学的两类问题	21
1.3.2 在自然坐标系中描述运动 圆周运动与刚体运动问题	28
1.4 相对运动	35
本章提要	38
习题	40
第二章 对称性与守恒定律	43
2.1 运动定律	43
2.1.1 力学中常见的力	43
2.1.2 惯性系中的牛顿运动定律 动力学的两类基本问题	46
2.1.3 非惯性系中的运动定律 惯性力	52

II 目 录

2.2 动量守恒定律	59
2.2.1 质点的动量定理	59
2.2.2 质点系的动量定理和质心运动定理	62
2.2.3 动量守恒定律	67
2.3 能量守恒定律	71
2.3.1 功 动能定理	72
2.3.2 保守力 势能	79
2.3.3 功能原理 能量守恒定律	85
2.3.4 碰撞	90
2.4 角动量守恒定律	94
2.4.1 角动量	94
2.4.2 刚体的定轴转动	98
2.4.3 角动量定理	107
2.4.4 角动量守恒定律	110
2.5 对称性与守恒定律	115
2.5.1 什么是对称性	115
2.5.2 对称性与守恒定律	119
本章提要	121
习题	124
第三章 狭义相对论	133
3.1 狭义相对论的基本原理和洛伦兹变换	133
3.1.1 伽利略变换与伽利略相对性原理	134
3.1.2 经典力学的困难	137
3.1.3 狭义相对论的基本假设	138
3.1.4 洛伦兹变换	139
3.2 狭义相对论时空观	146
3.2.1 同时性的相对性	146
3.2.2 时间延缓效应	148
3.2.3 长度收缩效应	150
3.3 狭义相对论动力学基础	152
3.3.1 质速关系	153
3.3.2 质能关系	154
3.3.3 能量和动量关系	158
本章提要	159
习题	160

第四章 统计物理学基础	163
4.1 气体状态参量 平衡态.....	163
4.1.1 气体状态参量	163
4.1.2 平衡态.....	164
4.2 理想气体.....	165
4.2.1 理想气体物态方程	165
4.2.2 理想气体分子模型和统计假设	166
4.2.3 理想气体的压强及温度公式	169
4.3 能均分定理 理想气体的内能	173
4.3.1 能均分定理	173
4.3.2 理想气体的内能	175
4.4 统计分布.....	176
4.4.1 统计规律与分布函数的概念	176
4.4.2 麦克斯韦速率分布定律	178
4.4.3 玻耳兹曼分布定律.....	186
4.5 气体分子的平均自由程.....	189
4.6 实际气体与范德瓦耳斯方程	192
本章提要	194
习题	195
第五章 热力学基础	198
5.1 热力学第零定律	198
5.1.1 热接触与热平衡	198
5.1.2 热力学第零定律	198
5.1.3 温度计和温标	199
5.2 热力学第一定律	201
5.2.1 热力学系统与热力学过程	201
5.2.2 热力学第一定律	203
5.2.3 摩尔热容	207
5.2.4 热力学第一定律对理想气体的应用.....	207
5.3 热力学第二定律	224
5.3.1 热力学第二定律的两种表述	225
5.3.2 可逆过程和不可逆过程	227
5.3.3 卡诺定理	228
5.3.4 熵	228
5.4 热力学第三定律	236

IV 目 录

本章提要	238
习题	239

场

第六章 静电场	247
6.1 静电场的概念	247
6.1.1 电荷与电荷守恒定律	247
6.1.2 库仑定律	248
6.1.3 电场与电场强度	250
6.1.4 电场强度的计算	251
6.2 静电场的性质	259
6.2.1 电场强度通量与静电场的高斯定理	259
6.2.2 静电场的环路定理	266
6.3 静电场中的导体	274
6.3.1 导体的静电平衡	274
6.3.2 静电屏蔽	277
6.3.3 静电的应用	280
6.4 静电场中的电介质	282
6.4.1 电介质的极化	282
6.4.2 电极化强度	284
6.4.3 电位移矢量和介质中的高斯定理	285
6.4.4 电容和电容器	287
6.5 静电场的能量	291
6.5.1 电容器储存的静电能	291
6.5.2 静电场的能量	292
本章提要	295
习题	296
附录	305
附录 A 物理学的主要特点、思想和研究方法	305
附录 B 物理量、单位制和量纲	315
附录 C 国际单位制	321
附录 D 物理常量表	325
附录 E 历年诺贝尔物理学奖	328
习题参考答案	337

绪 论

在绪论中,我们着重讨论什么是物理学,怎么样学习物理学等问题。

0.1 什么是物理学

0.1.1 物理学以前称为自然哲学

历史上,物理学(physics)又被称之为自然哲学,一部物理学史实际上就是一部自然哲学史。古希腊人把所有对自然界的观察和思考笼统地包含在一门学问里,那就是自然哲学,这是一门包罗万象的学问。在古代,无论是在中国还是在西方,科学和哲学原本是一家。从文艺复兴以后,自然科学开始逐渐与哲学分离而慢慢演变为独立的学科。但是直到牛顿的时代,科学和哲学还没有完全分家。牛顿(I. Newton, 1642—1727),如图 0-1-1 所示,他的划时代意义的著作(名为《自然哲学的数学原理》)就是一个最好的明证。物理学的发展一直与自然哲学密切联系在一起,作为认识客观世界的一门学问——自然哲学,实际上总是要以物理学的成就作为它的最终依据。科学在近代逐渐分化为物理学、化学、生物学、地质学、天文学、力学等,物理学也逐渐成为自然科学的一个重要分支。

物理学既是一门科学,也是一种文化,它是人类文明的源泉。在中世纪西方宗教统治和中国长时期的封建统治下,许多优秀的科学成果往往被视为异端邪说而被扼杀,许多优秀科学家受到迫害。其中哥白尼(M. Kopemik, 1473—1543)的“日心说”被教会指为邪说而被禁,而勇敢地宣传“日心说”的科学家布鲁诺(C. Bruno, 1548—1600)被迫害至死,是众所周知的典型事例。自古以来,物理学就是与哲学紧密相连,物理学的有些论断在性质上很难与哲学论断区分开,所以说,一个物理学家同时也是一个哲学家。



图 0-1-1

0.1.2 物理学是研究物质的基本结构、运动的基本规律的科学

物理学是研究物质的基本结构、物质之间的相互作用力、物质运动的基本规律的科学。物理学的任务和目的是:用一系列尽可能简明的概念和定律,去统一概括物质的基本结构和运动的基本规律。

世界是由物质组成的,自然界各种物质既有结构层次的不同,又有运动形式的千变万化。所以,物理学的内涵是极其丰富的,人们很难用一个定义来刻画当代物理学的内涵。但有一点是可以肯定的,即与其他科学相比,物理学更着重于物质世界基本规律的追求。

物质可以小至微观粒子——分子、原子甚至基本粒子(elementary particles)。早在20世纪30年代,当时人们认为物质微粒结构的最小单元是质子(proton)、中子(neutron)、电子(electron)和光子(photon),并称它们为基本粒子。后来,人们又把能和这些粒子相互作用和相互转化,并认为是同一层次的粒子统称为基本粒子。20世纪60年代以后,通过高能加速器发现了大批新粒子,迄今为止已达数百种。实际上,所谓基本粒子,顾名思义是物质的基本组成部分,本身应该是没有结构的。但人们在对这些基本粒子的深入研究中,发现某些基本粒子并不基本,它们有内部结构,而且已发现的基本粒子在内部结构上并不都属于同一层次。因此,现在学者们已将这些基本粒子改称为粒子。现在物理学中讨论的基本粒子指的是目前还没发现有内部结构的粒子,主要有轻子(lepton)、夸克(quark)、光子和胶子(gluon)等。当然,它们也不一定是构成万物的终极基元,随着人们对物质结构的认识不断深入,基本粒子所指的具体对象也将向更深入的层次转移。目前,粒子物理学得到公认的最成熟的理论是标准模型理论。标准模型理论是美国物理学家盖尔曼(M. Gell - Mann, 1929—)在1964年提出的,并得到大量的实验的检验,盖尔曼因此获得1969年诺贝尔物理学奖。

与物理学研究的最小对象——粒子(其尺度在 10^{-15} m以下)相比,物理学研究的最大对象是整个宇宙,目前最远的观察极限是哈勃半径,尺度达 $10^{26} \sim 10^{27}$ m的数量级。描述大尺度的宇宙特征的模型很多,但最成功的是大爆炸(big bang)宇宙模型。大爆炸宇宙模型认为宇宙起源于最初的一次爆炸事件,宇宙是在130多亿年前的一次大爆炸中诞生的,粒子在宇宙诞生的瞬间产生出来。所以,早期的宇宙成了粒子物理学研究的对象。物理学中研究最大对象和最小对象的两个分支——宇宙学(cosmology)和粒子物理学,犹如一条怪蟒咬住了自己的尾巴,奇妙地衔接在一起,如图0-1-2所示。

运动是物质的固有属性。在自然界里,没有不运动的物质,也没有脱离物质的运动。运动的形式是多种多样的:有简单的,有复杂的;有低级的,有高级的。物理学研究的物质运动形式是最基本和最普遍的,包括机械运动、电磁运动、分

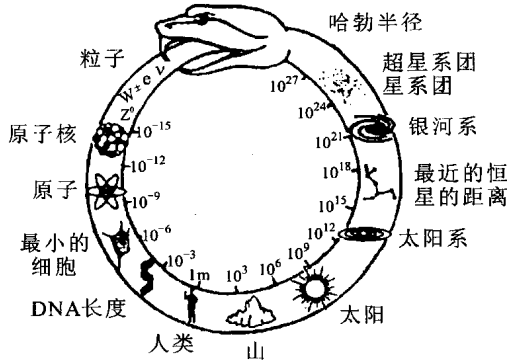


图 0-1-2

子运动、原子和原子核内部的运动,等等。任何其他更高级、更复杂(如化学、生物)的运动形式,均包含有上述运动的成分。因此,物理学所得出的规律具有极大的普遍性。物质的运动渗透在自然界的一切领域,是研究宇观、宏观、微观等不同层次物质的各种复杂和高级运动形式的基础。研究物质的运动,必然要涉及时间和空间的概念。按照相对论的观点,时间和空间是紧密联系、不可分割的。三维的空间和一维的时间构成了四维时空。时空是相对的,时空的量和物质的运动有关,不存在脱离物质运动的绝对的时间和空间。

0.1.3 物质的存在形式和基本相互作用

大量粒子依靠它们之间的相互作用结合在一起,组成了丰富多彩、仪态万方的物质世界。当今物理学界认为,物质以两种基本形式存在着:实物和场。

1. 实物

实物具有静止质量,占有一定的空间,是以空间间断形式存在的物质形态。按照其空间尺度,实物可以划分为宏观实物(macroscopic matter)和微观实物(microscopic matter)两大类。宏观客体的线度在 10^{-7} m 以上;而微观客体的线度在 10^{-7} m 以下,包括原子、中子、电子等。宏观实物与微观实物不仅是尺度大小上的差别,它们的基本性质和遵从的规律也根本不同。一般说来,宏观客体显示粒子性,服从因果律,其运动规律可以用牛顿力学(在更普遍的范围用相对论力学)来描述;而微观客体显示波粒二象性,服从统计规律,其运动规律要用量子力学来描述。

近年来人们发现,线度为 10^{-7} m 左右的小尺寸样品在低温下表现出了电子波的量子干涉效应。我们把这种呈现微观特征的准宏观系统,叫做介观系统(mesoscopic system)。研究介观系统行为的介观物理学,是近几年才发展起来的

4 绪论

一个物理学新分支,它将成为下一代微电子器件的理论基础。

宏观实物存在的形式是多样的,可以是固态、液态、气态、等离子态、超态(如超导态、超流态、金属氢态、中子态等)、反物质等。

2. 场

物体与物体之间又存在着某些相互作用,而相互作用又必然要通过介质的传递才能实现。传递相互作用的介质称为场,例如传递引力的介质称为引力场,传递电磁相互作用的介质称为电磁场,微波背景辐射也是一种电磁场。场也是一种物质。

场没有确定的空间,是以连续形式存在着的物质形态;与实物存在形式的多样性一样,场的存在形式也是多样的,如电磁场、引力场、胶子场,等等。场和实物一样具有质量、动量、能量,一样遵从能量守恒、动量守恒等物质运动的普遍规律。

场与实物的最主要的区别是实物具有不可入性,一种实物所占据的空间不能同时为其他实物所占据,而场具有可叠加性,场总是弥漫在一定的空间范围内,几个场可以同时存在于同一空间而互不干扰。此外,实物的运动速度不能达到光速而电磁波一般以光速传播;实物受力可以产生加速度而场不能被加速;实物可以作为参考系而场不能作为参考系。

引起场与实物的差别的根本原因是组成它们的基本粒子具有不同的特性。组成场的规范粒子都是自旋为整数的玻色子,不遵从泡利不相容原理;而组成实物的规范粒子是自旋为半整数的费米子,遵从泡利不相容原理。

3. 基本相互作用

自然界中存在基本相互作用主要包括引力相互作用(gravitational interaction)、弱相互作用(weak interaction)、电磁相互作用(electromagnetic interaction)和强相互作用(strong interaction)四种。四种基本相互作用的情况如表 0-1-1 所示。四种相互作用的强度比为: $10^{-38}:10^{-13}:10^{-2}:1$ 。

表 0-1-1 4 种基本相互作用

种类	作用对象	媒介粒子	力程/m	相对强度	主要理论
引力相互作用	全部粒子	引力子(?)	∞	10^{-38}	广义相对论 量子引力动力学
弱相互作用	大多数粒子	中间玻色子	$<10^{-17}$	10^{-13}	量子味动力学
电磁相互作用	带电粒子	光子	∞	10^{-2}	量子电动力学
强相互作用	夸克	胶子	$<10^{-15}$	1	量子色动力学

引力相互作用是一种十分微弱的长程作用,存在于所有物质之间。因为引

力相互作用在四种基本相互作用中是最弱的,粒子质量又很小,所以在粒子世界中引力相互作用可以忽略不计。在宏观领域,尤其是在天体问题中,由于涉及的质量很大,则引力起着主要作用,所以在构成宇宙及其演化中引力相互作用起着重要作用。引力相互作用是人类认识得最早,但至今认识得最不充分的一种相互作用。关于引力相互作用的主要理论有万有引力定律(law of universal gravitation)、广义相对论(general relativity)、量子引力动力学(quantum gravitational dynamics, QGD)等。

弱相互作用是一种短程作用,作用的半径约为 10^{-17} m,在四种相互作用中是力程最短的。它是引起粒子间某些过程(如粒子的衰变)的重要因数,制约着放射性现象,只在 β 衰变等过程中才显示其重要作用。研究弱作用的理论是量子味动力学(quantum flavor dynamics, QFD)。

电磁相互作用只存在于带电粒子之间,它是一种长程相互作用,在宏观和微观范围都起作用。电子和原子核就是通过电磁相互作用结合为原子的,也就是说电磁相互作用是使电子与原子核相聚形成原子的主要动力。日常生活和工程技术中常见的相互接触物体间的弹力和摩擦力,以及流体的压力和浮力等就其本质而言都可归结为分子间的电磁相互作用。迄今为止,电磁相互作用是四种基本相互作用中被认识得最清楚的一种。其主要理论有经典电动力学(classical electrodynamics, CED)和量子电动力学(quantum electrodynamics, QED)。

强相互作用由于其强度大和力程短而成为粒子间最重要的相互作用。它在粒子间距离为 $10^{-15} \sim 0.4 \times 10^{-15}$ m 时表现为引力,距离再减少就表现为斥力。正是强力将夸克束缚在一起组成质子和中子,并将质子和中子束缚在一起组成原子核。研究强作用的理论是量子色动力学(quantum chromodynamics, QCD)。

需要指出的是,爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955),如图 0-1-3 所示,生前曾致力于相互作用的统一场论的工作,企图用统一的理论来描述上述 4 种相互作用,但未获成功。到了 1967 年,这种愿望才终于有了突破性进展——格拉肖(S. L. Glashow, 1932—)、温伯格(S. Weinberg, 1933—)和萨拉姆(A. Salam, 1926—)发现弱相互作用与电磁相互作用可以统一为一种相互作用——弱电相互作用(electro-weak interaction)。而后,这一理论即被鲁比亚(C. Rubbia)等人的实验所证实。格拉肖、温伯格、萨拉姆三人则因上述工作而共同分享了 1979 年的诺贝尔物理学奖。在弱电统一理论(electro-weak unified theory)成功的鼓舞下,大统一理论(grand unification theory,

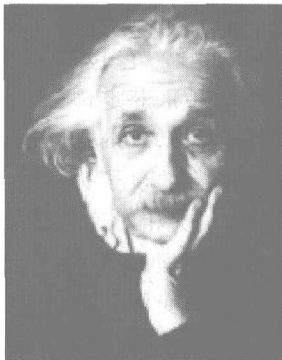


图 0-1-3

GUT) 试图将强相互作用也统一进去, 而超弦理论 (superstring theory) 更企图将引力相互作用也纳入其中。此外, 还有人在寻求其他的相互作用。对此, 于 1986 年 5 月在 Physics Teacher 期刊上曾有一篇文章题为《存在第五种基本力吗?》(“Is There a Fifth Fundamental Force?”, 该文的作者为 A. P. French) 专门讨论这一命题。实际上, 在场论 (field theory) 中, 相互作用只不过是交换物质, 如电磁相互作用交换光子、强相互作用交换胶子。

0.1.4 物理学理论的发展

如果从古希腊的自然哲学算起, 物理学的发展已经有了 2 600 年的历史, 物理学的发展源远流长。古希腊有亚里士多德 (Aristotle, 公元前 384—公元前 322, 如图 0-1-4 所示) 的《物理学》, 我国战国时期的《墨经》等书也有不少物理知识的记述, 以及哥白尼 (N. Copernicus, 1473—1543)、开普勒 (J. Kepler, 1571—1630) 等在天文学上的成就, 这些都是物理学的前科学时期的成果。但是物理学真正成为一门精密的科学, 是从 1687 年牛顿发表《自然哲学的数学原理》才开始的。此后, 物理学的发展可以分为 3 个发展阶段:

(1) 在 19 世纪以前的物理学称为经典物理学。它包括牛顿力学, 法拉第 (M. Faraday, 1791—1867) 和麦克斯韦 (J. C. Maxwell, 1831—1879) 为主要创始人的电磁学和电动力学 (包括光学), 迈耶 (J. R. Mayer, 1814—1878)、焦耳 (J. P. Joule, 1818—1889)、克劳修斯 (R. Clausius, 1822—1888)、玻耳兹曼 (L. Boltzmann, 1844—1906) 等人建立起来的热力学和经典统计物理学, 这些理论的相继建立使整个经典物理学全面发展并得到完善。

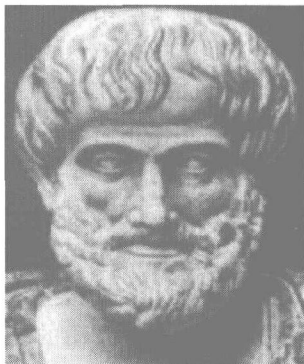


图 0-1-4

(2) 20 世纪初到 20 世纪 40 年代的物理学称为近代物理学。它包括以德布罗意 (L. de Broglie, 1892—1960)、薛定谔 (E. Schrödinger, 1887—1961)、海森伯 (W. K. Heisenberg, 1901—1976)、狄拉克 (P. A. M. Dirac, 1902—1984) 为主要创始人的量子力学和量子统计物理学, 以及爱因斯坦 (A. Einstein, 1879—1955) 的狭义相对论和广义相对论。量子力学和相对论是近代物理学和现代物理学的两大理论支柱, 它们的诞生并发展使传统的时空观、因果规律等概念框架发生了根本变化。

(3) 20 世纪 50 年代以后的物理学称为现代物理学。它包括粒子物理、核物理、原子分子物理、凝聚态物理、等离子体物理、电子物理、固体物理、非线性物理学 (包括混沌、耗散结构等)、激光物理、宇宙学等。现代物理学一方面形成了

一系列新的分支学科,另一方面与其他学科相互交叉渗透,开创了许多研究新领域。广义相对论与量子力学结合还可能产生重大的新理论。

实际上,物理学作为一门基础学科,其重大的基础理论分为 5 个方面:

(1) 牛顿力学或经典力学(mechanics):关于物质做机械运动的理论。在高速及强引力情况下,牛顿力学规律与客观实际偏离较大,但在其适应范围内,则仍然是精确可信的。

(2) 统计物理与热力学(statistic physics and thermodynamics):关于热现象和大量粒子集体特征的理论,主要研究包括热在内的能量守恒及熵原理问题。热力学仅从宏观的观点去讨论热现象,统计物理则从微观的角度去分析热问题。

(3) 电磁学(electromagnetism):关于电和磁以及电磁辐射的理论,主要研究电磁相互作用及辐射问题。

(4) 相对论(relativity):关于物理规律不变性和高速运动的理论,主要研究高速运动、引力作用及时空观问题。

(5) 量子力学(quantum mechanics):关于微观粒子运动的理论,主要研究微观粒子的问题。

从物理学的理论发展来看,物理学理论的发展越来越快,新理论形成的周期越来越短,如图 0-1-5 所示。特别是,近代物理学和现代物理学开辟了近代科学的新纪元,是 21 世纪科学技术的理论基础,已成为现代科学技术的源头和动力。

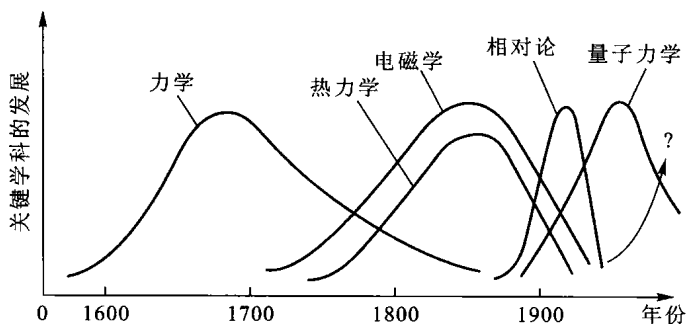


图 0-1-5

0.1.5 物理学与工程技术

物理学的发展,广泛而直接地影响了社会生产和生活的各个方面,成为科学技术和社会发展的巨大推动力。事实上,物理学理论的任何一次重大突破,都引起了一次工业革命。例如,18 世纪 60 年代开始的第一次工业革命,主要标志是

蒸汽机的广泛应用,它是牛顿力学和热力学发展的结果;19世纪70年代开始的第二次工业革命,主要标志是电力的广泛使用和无线电通信的实现,它是电磁场理论发展的结果;20世纪40年代兴起并持续到今天的第三次工业革命是量子论和相对论发展的结果,它的特点是出现了以微电子为代表的新学科、新材料、新能源、新技术,并在此基础上产生了一系列的新产品和新装置,深刻地改变了人类的物质生产和精神生活。

从历史上看,物理学与技术的关系有两种典型模式:第一种为技术—物理—技术,这种模式突出地反映在热机应用和热力学发展的关系之中。第二种为物理—技术—物理,这种模式突出地反映在电磁理论和电气化技术的关系之中。20世纪以来,这两种模式并存,并主要按第二种模式进行:物理学为新技术提供科学原理,并指导技术路线的选择和技术方案的改善;技术作为科学的产物又反过来成为物理学研究的动力和工具。

目前,物理学家将研究的眼光转向非线性物理、等离子态、超导、耗散结构、混沌等领域,如果能取得重大的突破,将在21世纪引发第四次工业革命。由此可见,物理学不但是自然科学的基础,而且是一切工程技术发展的基础。

0.2 怎么样学习物理学

物理学具有哲学的抽象性和概括性,具有高等数学的严密性和逻辑性,具有物理实验的实践性和操作性,学习起来难度较大,这是不容置疑的客观事实。大学物理作为一门十分重要的基础理论课,学好物理学不仅对学习后续课程十分必要,而且对日后学习其他新科学、新技术、新材料、新工艺也都是很有帮助的。在大学物理课程学习过程中,在注重学习物理知识的同时,更要注重能力和素质的培养,要注重分析问题和解决问题能力的培养,要注重探索精神和创新意识的培养,努力实现知识、能力、素质的协调发展。

通过大学物理课程学习,要注重能力的培养,具体包括:① 独立获取知识的能力——逐步掌握科学的学习方法,阅读并理解相当于大学物理水平的物理类教材、参考书和科技文献,不断地扩展知识面,增强独立思考的能力,更新知识结构;能够写出条理清晰的读书笔记、小结或小论文。② 科学观察和思维的能力——运用物理学的基本理论和基本观点,通过观察、分析、综合、演绎、归纳、科学抽象、类比联想、实验等方法培养发现问题和提出问题的能力,并对所涉问题有一定深度的理解,判断研究结果的合理性。③ 分析问题和解决问题的能力——根据物理问题的特征、性质以及实际情况,抓住主要矛盾,进行合理的简化,建立相应的物理模型,并用物理语言和基本数学方法进行描述,运用所学的物理学理论和研究方法进行分析、研究。