



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

大学物理

主 编 胡祥青 付淑英

副主编 常 琳

主 审 吴玉琨



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

大学物理

主 编 胡祥青 付淑英

副主编 常 琳

主 审 吴玉琨



北京师范大学出版社

内容简介

本书是根据高职高专大学物理教学基本要求、充分考虑高职高专教学特点编写而成的。在内容选取上突出重点、着眼实用、精简经典、增强现代观点和信息、补充介绍现代物理的成就及高新技术,以满足 21 世纪对高职高专类大学物理课程改革和实际教学的要求。

本书共 12 章,包括力学、电磁学、振动和波动、光学、当代物理前沿。书中涵盖了满足教学基本要求的必学内容,部分选学内容以拓展知识面,标以“*”号。

本书可作为高等院校高职高专理工科各专业的大学物理教材,也可供其他有关专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理/胡祥青编. —北京:北京师范大学出版社,
2005.7

(21 世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 7-303-07610-7

I. 大… II. 胡… III. 物理学—高等学校:技术
学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 064524 号

北京师范大学出版社出版发行

(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销

开本:185mm×260mm 1/16 印张:19.5 字数:400 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 定价:25.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

北京轻工职工职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

前 言

物理学是在人类探索自然奥妙的过程中形成的学科,它研究物质的最基本、最普遍的运动形式以及物质内部结构的基本规律。物理学是自然科学的基础,是高新技术发展、创新和技术进步的主要源泉,它对其他学科的发展和高新技术的进步提供了巨大的推动力。物理学是一门充满生机和活力的科学,它的创造力日新月异,极其深刻地影响了人类对自然的认识和人类的生活,可以说,物理学是“改变世界”的科学!

大学物理课是理工科的重要基础课,物理学的内容又极其丰富。如何编写出适合高专高职类的大学物理教材,我们注重了内容的精选,尽可能系统地、完整地、准确地讲述物理学的主要进展和成就,包括基本知识、基本概念、基本规律、基本方法,介绍物理学的现代发展,使学生既能掌握物理学的基础知识,又能了解物理学的前沿动态,培养学生的科学素养、科学思维方法和科学研究能力。

本书共 12 章,涵盖了物理学的基本内容。包括物理学导论(第 1 章)、力学(第 2、3、4 章)、电磁学(第 5、6、7、8 章)、振动和波(第 9、10 章)、光学(第 11 章)、当代物理前沿(第 12 章),选学内容用 * 标出。参加本书编写的有:景德镇高专胡祥青(第 1、2、3、4、12 章),新余高专付淑英(第 7、8、9、10、11 章及附录),西安科技大学常林(第 5、6 章),全书由胡祥青统稿,教育部职业技术教育中心研究所教材发展部吴玉琨副主任审阅。胡祥青、付淑英担任主编,常林担任副主编,吴玉琨担任主审。

本书的编写得到了景德镇高等专科学校领导的关心和支持,在此,谨向他们表达诚挚的谢意!

由于编者的水平和时间所限,本书编撰不精、论述不深之处在所难免,敬请专家学者和读者不吝赐教。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第 1 章 物理学导论 (1)

1.1 物理学的形成与发展 (1)

1.1.1 从自然哲学到物理学 (1)

1.1.2 经典物理学的建立 (2)

1.1.3 20 世纪初物理学的革命 (3)

1.2 物质的层次 (4)

1.3 物理学的特点 (5)

1.4 物理学的方法及思想 (6)

* 1.5 几何学与物理学 (8)

* 1.5.1 欧几里德几何空间 (8)

* 1.5.2 时空观 (8)

第 2 章 质点运动学 (10)

2.1 质点运动的描述 (10)

2.1.1 参考系与质点 (10)

2.1.2 质点运动的矢量描述 (11)

2.1.3 几种常用的坐标 (15)

2.1.4 运动学的基本问题 (19)

2.1.5 运动的叠加 (20)

* 2.2 相对运动 (21)

2.2.1 相对位移 (21)

2.2.2 相对速度 (22)

第 3 章 牛顿运动定律 (27)

3.1 牛顿运动定律 (27)

3.1.1 牛顿第一定律 (27)

3.1.2 牛顿第二定律 (28)

(18) (29)

(19) (30)

(20) (31)

(21) (32)

(22) (33)

(23) (34)

(24) (35)

(25) (36)

(26) (37)

(27) (38)

(28) (39)

(29) (40)

(30) (41)

(31) (42)

(32) (43)

(33) (44)

(34) (45)

(35) (46)

(36) (47)

(37) (48)

(38) (49)

(39) (50)

(40) (51)

(41) (52)

(42) (53)

(43) (54)

(44) (55)

(45) (56)

(46) (57)

(47) (58)

(48) (59)

(49) (60)

(50) (61)

(51) (62)

(52) (63)

(53) (64)

(54) (65)

(55) (66)

(56) (67)



4.2.2 保守力与非保守力 势能	(61)	5.5.2 静电场的环路定理	(103)
4.2.3 功能原理	(64)	5.5.3 电势能	(103)
4.2.4 机械能守恒定律	(66)	5.6 电势	(103)
4.3 碰撞问题	(68)	5.6.1 电势和电势差	(103)
4.3.1 碰撞分类	(68)	5.6.2 电势的计算	(104)
4.3.2 恢复系数	(69)	5.6.3 等势面	(107)
4.4 角动量守恒	(71)	5.7 静电场中的导体和电介质	(108)
4.4.1 力矩 质点的角动量及角 动量守恒定律	(71)	5.7.1 静电场中的导体	(108)
* 4.4.2 刚体定轴转动的角动量定 理和角动量守恒定律	(74)	5.7.2 电容和电容器	(112)
* 4.5 对称性与守恒定律	(78)	5.7.3 电容器中存储的能量	(117)
* 4.5.1 宏观物理世界中的对称性	(79)	5.7.4 静电的一些应用	(119)
* 4.5.2 微观物理世界中的对称性	(80)	5.7.5 电介质的标化和介质中的 场强	(120)
* 4.5.3 对称性与守恒律	(80)	5.7.6 有介质时的高斯定理	(123)
* 4.6 综合训练	(80)	第6章 恒定电流	(131)
第5章 静电场	(88)	6.1 电流和电流密度	(131)
5.1 电荷的量子化和电荷守恒定 律	(88)	6.1.1 电流	(131)
5.1.1 电荷的量子化	(88)	6.1.2 电流密度	(132)
5.1.2 电荷守恒定律	(89)	6.2 电阻和欧姆定律	(133)
5.2 库仑定律	(89)	6.2.1 电阻、电阻率及欧姆定律	(133)
5.3 电场和电场强度	(90)	6.2.2 电流的功和功率及焦耳定 律	(134)
5.3.1 电场	(90)	6.3 电动势	(135)
5.3.2 电场强度	(91)	6.3.1 电源的电动势	(135)
5.3.3 场强的计算	(92)	6.3.2 电动势源的内阻	(136)
5.4 电通量和高斯定理	(96)	6.4 全电路欧姆定律	(137)
5.4.1 电场线和电通量	(96)	6.5 电动势源所供给的功率	(138)
5.4.2 高斯定理	(98)	第7章 稳恒磁场	(141)
5.4.3 高斯定理的应用	(99)	7.1 磁场和磁感强度	(141)
5.5 静电场的环路定理	(102)		
5.5.1 静电场力所做的功	(102)		

7.1.1 基本磁现象及磁场	8.3.1 自感	(141)	8.3.2 互感	(182)
7.1.2 磁感应强度	* 8.4 磁场的能量	(142)	8.5 麦克斯韦方程组	(186)
7.2 毕奥—萨伐尔定律 ...	8.5.1 位移电流	(143)	8.5.2 麦克斯韦方程组 ...	(189)
7.2.1 毕奥—萨伐尔定律	* 8.6 电磁波与人类文明 ...	(144)	第 9 章 振动	(198)
7.2.2 毕奥—萨伐尔定律的应用	9.1 简谐振动	(145)	9.1.1 简谐振动实例	(198)
7.3 磁场的高斯定理	9.1.2 简谐振动的描述方法	(148)	9.1.3 简谐振动的能量 ...	(208)
7.3.1 磁感应线	9.1.4 简谐振动的合成 ...	(148)	* 9.2 阻尼振动	(213)
7.3.2 磁通量及磁场的高斯定理	* 9.3 受迫振动和共振	(149)	9.3.1 受迫振动	(214)
7.4 安培环路定理	9.3.2 共振	(151)	第 10 章 波动	(220)
7.4.1 安培环路定理	10.1 机械波的几个概念	(151)	10.1.1 机械波的形成	(220)
7.4.2 安培环路定理的应用	10.1.2 横波与纵波	(153)	10.1.3 波长、波的周期和频率、波速	(222)
* 7.5 磁场对电流的作用 ...	10.2 平面简谐波	(156)	10.2.1 平面简谐波的表达式 ...	(223)
7.5.1 磁场对载流导线的作用力	* 10.2.2 波动微分方程	(156)	10.3 波的能量	(227)
7.5.2 磁场对载流线圈的作用力矩	10.4 惠更斯原理	(158)	10.5 波的干涉	(230)
7.5.3 磁场对运动电荷的作用力	10.5.1 波的叠加	(160)	10.5.2 波的干涉	(230)
7.5.4 霍耳效应	第 11 章 光	(160)		(236)
7.5.5 介质中的磁场		(162)		
第 8 章 麦克斯韦方程组		(170)		
8.1 电磁感应		(170)		
8.1.1 电磁感应现象		(170)		
8.1.2 电磁感应定律		(172)		
8.1.3 楞次定律		(173)		
8.2 动生电动势和感生电动势 ...		(176)		
8.2.1 动生电动势		(176)		
8.2.2 感生电动势		(178)		
* 8.3 自感与互感		(180)		



11.1 光的本性	(236)	12.2.3 C_{60} 与碳纳米管 ...	(267)
11.2 光的干涉	(237)	12.2.4 纳米技术的应用	(268)
11.2.1 相干光	(237)	12.3 光导纤维	(271)
11.2.2 杨氏双缝干涉实验	(239)	12.3.1 光及其特性	(271)
* 11.2.3 薄膜的干涉	(245)	12.3.2 光纤	(271)
* 11.2.4 劈尖的干涉和牛顿环 ...	(246)	12.3.3 均匀折射率光纤导光原理	(272)
11.3 光的衍射	(248)	12.3.4 光纤制造与衰减	(272)
11.3.1 光的衍射现象	(249)	12.3.5 光纤的应用	(273)
11.3.2 惠更斯-菲涅耳原理 ...	(249)	12.4 声学	(274)
11.3.3 单缝的夫琅和费衍射 ...	(249)	12.4.1 声学的基本概念和理论	(274)
* 11.3.4 衍射光栅	(252)	12.4.2 听觉、语言和音乐	(276)
* 11.4 光的偏振	(252)	12.4.3 超声	(277)
11.4.1 自然光和偏振光	(252)	12.4.4 声与海洋	(279)
11.4.2 偏振片、起偏与检偏	(253)	12.5 光彩夺目的新光源	(280)
11.4.3 马吕斯定理	(254)	12.5.1 激光产生的基本原理 ...	(280)
11.5 光的传播	(254)	12.5.2 激光技术的应用	(283)
* 第12章 当代物理前沿	(259)	12.5.3 同步辐射光源	(289)
12.1 超导电性	(259)	12.6 原子能及其和平利用	(290)
12.1.1 超导体的基本性质	(260)	12.6.1 原子能及其释放	(290)
12.1.2 高温超导体	(261)	12.6.2 裂变与聚变	(292)
12.1.3 BCS理论	(262)	12.6.3 原子能和中国的能源问题	(294)
12.1.4 超导材料的应用	(262)	附录A 微积分初步	(296)
12.2 纳米技术	(264)	附录B 矢量基础	(297)
12.2.1 纳米材料	(264)		
12.2.2 纳米加工与原子操纵 ...	(265)		

第1章 物理学导论

主要内容

1. 物理学的形成与发展。
2. 物理学的特点。
3. 物理学的方法及思想。

中国自古就有一个美丽的传说——嫦娥奔月，多少年来，多少代中国人孜孜不倦地探求，终于神话变成了现实。2003年10月，由宇航员杨利伟(1965—)驾驶“神州5号”飞船，环绕地球14圈，圆了中国人的千年飞天梦。从意大利航海家哥伦布(C. Colombo, 1446—1506)的帆船航海，到美国莱特兄弟的飞机上天，直至今天的宇宙飞船漫游天际，人类就像插上了翅膀，在浩瀚的宇宙间翱翔。回首过去，我们不禁感叹，世界变化得多么快！我们不禁要问，谁使我们这个世界变化得这么快？这就是现代科学技术，是现代科学的基础——物理学！

1.1 物理学的形成与发展

本节我们将沿着物理学发展的历程，介绍经典物理学的建立过程，以及20世纪物理学的革命，使大家对物理学的理论体系、研究方法及其作用有一个初步的了解。

1.1.1 从自然哲学到物理学

物理学的前身称为自然哲学。早期的物理学含义非常广泛，它在直觉经验基础上探寻一切自然现象的哲理。中国作为发明指南针、火药、造纸和印刷术的文明古国，在哲学思考上很有特色。我国春秋战国时代的《墨经》是一本最古老的科学书籍，里面记载了许多关于自然科学问题的研究。其中有一句话：“力，刑之所以奋也。”“刑”即“形”，可解释为“物体”，“奋”可解释为“运动的加速”，这与牛顿第二定律($F=ma$)有一定的联系。书中并载有万物都是由“不可斫”的“端”即“点”所构成(斫，zhuó，用刀斧砍的意思)。与差不多同时代的希腊“原子”说，是世界上关于物质组成问题的最早文字记载。但是这些观察和分析，仅仅是定性的，没有系统化、量化。

公元前7—前6世纪，古希腊文化进入一个繁荣时期，人才辈出。其杰出的代表——亚里士多德(Aristoteles, 公元前384—前322)，这位百科全书式的学者，系统研究了运动、空间和时间等物理及相邻自然科学方面的问题，著有《物理学》、《力学问题》、《论天》及《玄学》(14卷本巨著)等。他的著作处于古希腊及整个中世纪自然哲学的“皇冠”地位，其中《物理学》一书，是 physics 一词最早的起源(虽然今天含义已不同



了)。他提出了许多概念,但有一些观念是错误的。如“在地球上重物比轻物落得快”的观念,直到伽利略(Galileo Galilei, 1564—1642)在 1590 年登上比萨(pisa)斜塔(建于 1174 年),用实验证明了一个 100 磅重和一个半磅重的两个球体几乎同时落地,才纠正过来。又如他的“地心说”,认为地球位于整个宇宙的中心,整个宇宙由环绕地球的 7 个同心球壳所组成,月亮、太阳、星星在其上做完美的圆周运动。当然,用今天的知识我们很容易指出其错误,但昨天终归不是今天。在两千年前,亚里士多德敢于主张“地球是球形”,较之远古人的“大地是平坦的”,客观地说,那是人类认识上的一大飞跃。但后来被神学所利用,在封建教会的统治下,欧洲中世纪的科学发展十分缓慢。直到 15 世纪后,工业革命使得科学技术获得了快速的进步,为科学实验开展提供了前所未有的条件,带动了科学理论的飞速发展。

1.1.2 经典物理学的建立

波兰天文学家哥白尼(N. Copernicus, 1473—1543),在他的不朽著作《天体运行论》中,提出“太阳是宇宙的中心,地球是围绕太阳旋转的一颗行星”的日心说,引起了宇宙观的大革命。日心说使教会感到恐慌,因为若地球是诸行星之一,那么圣经上所说的那些大事件就完全不能够在地面上出现了。“日心说”被称为“邪说”,《天体运行论》被列为禁书。为捍卫真理,当时的科学家进行了不屈不挠、可歌可泣的斗争。意大利天文学家布鲁诺(G. Bruno, 1548—1600)为此付出了生命。这种为科学献身的精神和崇高的胸怀永远让人崇敬,永远值得我们学习。

在 15 世纪以后,科学空前发展,逐步建立了比较完整的系统理论。物理学先驱伽利略研究了落体和斜面运动,做了著名的比萨斜塔实验,发展了科学实验方法,并提出了物质惯性等重要概念。到 17 世纪,杰出的英国物理学家牛顿(I. Newton, 1642—1727)在前人工作的基础上,于 1678 年发表了他的名著《自然哲学的数学原理》,提出牛顿三大定律,这成为经典力学的理论基石。后来,他在开普勒(J. Kepler, 1571—1630)提出的行星运动三定律的基础上,提出了万有引力定律,这是牛顿对物理学的两大杰出贡献。牛顿还是位数学家,他和莱布尼兹同时创立了微积分,并应用于力学,使力学与数学不断结合。后来,欧勒等人进一步使力学沿分析方向发展,建立了分析力学。至此,在常速情况下,宏观物体的机械运动所遵循的规律——经典力学已建立起来了。我们常把经典力学称为牛顿力学,它的建立被认为是第一次科学革命。牛顿也被誉为科学史上的一位巨人,因为他代表了整整一个时代。

1850 年左右,在大量实验的基础上,确立了能量转化和守恒定律,其另一种表达形式是热力学第一定律,这和进化论及细胞学说并列为当时的三大自然发现。能量的转化和守恒是一回事,但能量的可利用性是另一回事,这种研究导致了 1851 年热力学第二定律的建立。另外,对于低温的研究,于 1848 年了解到“绝对零度”即 -273.16°C 是不可能达到的,这就是热力学第三定律。同时,物理学家意识到热现象的基本规律是热现象的基础,是一切热现象的出发点,应列入热力学定律。因为这时

热力学第一、第二定律都已有了明确的内容和含义,有人提出这应该是第零定律。于是,热力学形成了一个以4个定律为基础的系统完整的体系。

热学和热力学的微观理论是建筑在分子—原子理论上的。19世纪末期,从分子运动论逐渐发展到统计物理,建立了统计物理学。

从美国的富兰克林(B. Franklin, 1706—1790)首次用风筝把“天电”引入实验室,英国的卡文迪许(H. Cavendish, 1731—1810)精密地用实验证明了静电力与距离的平方成反比,再经过法国人库仑(C. A. Coulomb, 1736—1806)的研究,最后确立了静电学的基础——库仑定律。

电荷的流动显现为电流,电流会对周围产生磁的效应。电能生磁,那磁能否生电呢?英国物理学家法拉第(M. Faraday, 1791—1867)于1831年发现并确立了电磁感应定律,这一划时代的伟大发现是今天广泛应用电力的开端。完整地总结电和磁的联系的工作是由麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)完成的,它建立了微分形式的“麦克斯韦方程组”,该方程组的形式极为对称和优美,被誉为物理学上“最美的一首诗”,是19世纪物理学最辉煌的成就。至此,经典电磁学建立起来了。

光的现象是一类重要的物理现象,光的本质是什么?一直是物理学要回答的问题。

17世纪,人们对光的本质提出了两种假说:一是牛顿的微粒说,认为光是发光物体射出的大量的微粒;另一是荷兰科学家惠更斯(Christian Huygens, 1629—1695)的波动说,认为光是发光物体发出的波动。两种学说展开了旷日持久的论战。开始由于牛顿在科学界的威望,以及光在均匀介质中的直线传播、折射与反射现象等实验的支持,微粒说占据有利地位。后来,随着光的干涉、衍射现象的发现,给波动说以强有力的支持。最后,由麦克斯韦确认了光实际上是一种电磁波,波动光学由此建立。

到19世纪末和20世纪初,经典物理学理论已经系统、完整地建立,它包括经典力学、热力学、统计物理学、电磁学、光学。至此,经典物理学辉煌的科学大厦建立起来了。

1.1.3 20世纪初物理学的革命

经过力学、热力学与统计物理学、电磁学和光学各分支学科的迅猛发展,到19世纪末,经典物理学看来似乎已经很完善了。英国物理学家开尔文(W. Thomson, 1824—1907)在著名的题为《遮盖在热和光的动力理论上的19世纪乌云》的演说中说:“在已经基本建成的科学大厦中,后辈物理学家似乎只要做一些零碎的修补工作就行了;但是,在物理学晴朗天空的远处,还有两朵令人不安的乌云。”开尔文所说的一朵乌云指的是热辐射的“紫外灾难”,它冲击了电磁理论和统计物理学;另一朵乌云指的是迈克尔逊—莫雷实验的“零结果”,它否定了以太的存在。开尔文没料到,正是这两朵小小的乌云,引发了物理学史上一场伟大的革命。

1905年,著名物理学家爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955)对高速物体运动进行研究,创立了狭义相对论。爱因斯坦以其独特的思维方式,发动了一场关于时空观的



革命。从低速到高速,从小宇宙到大宇宙,爱因斯坦于 1915 年建立了广义相对论,使人们视野扩展到广阔无垠的宇宙空间。爱因斯坦因他的相对论,做出了划时代的贡献。

在研究微观世界时,经典理论暴露其局限性,从而把物理学的伟大革命推向一个高潮。在研究黑体辐射时,普朗克(M. Planck, 1858—1947)发现:若假设光子能量是量子化的,则理论与实验结果相符。但普朗克摆脱不了经典概念的束缚,竟不敢加以承认。又是爱因斯坦,这位杰出的理论物理学家,第一个勇于承认。尔后,玻尔(N. Bohr, 1885—1962)、薛定谔(E. Schrodinger, 1887—1961)、海森伯(W. K. Heisenberg, 1901—1976)等物理学家建立了量子力学。

20 世纪初的 30 年,相对论和量子论的建立完成了近代物理学的一场深远的革命,把人类认识世界的能力提升到了前所未有的高度,为实践应用开辟了广阔的道路,为 20 世纪层出不穷、不断涌现的高科技、新学科、新技术的发展准备了基础。19 世纪两朵令人不安的乌云转化为近代物理学诞生的彩霞。物理学不仅仍然是自然科学基础研究中最重要的前沿学科之一,而且已发展成为一门应用性极强、渗透性极强的学科。今天的物理学决不仅是少数物理学家关起门来埋头研究的专门学问,而是生气勃勃地向一切科学技术,甚至经济管理部门渗透的一种力量,它已经、而且正在继续改变我们这个世界!

1.2 物质的层次

物理学是研究物质结构和运动基本规律的学科,或者说物理学是关于自然界最基础形态的学科,它研究宇宙间物质存在的各种基本形式、它们的内部结构、相互作用及运动基本规律。物理学研究范围也和它本身的发展一样,经历着历史的变化。物理学对客观世界的描述,已由可与人体大小相比的范围(称为宏观世界)向两个方向发展:一是向小的方面——原子内部(称为微观世界);另一是向大的方面——天体、宇宙(称为宇观世界)。近年来随着高科技的发展,要求器件微型化、超微型化,出现了呈现微观特性的准宏观世界,称为介观世界。

宇观世界的尺度大于 10^7m ,按物体线度从大到小排列有:总星系、星系团、银河系、太阳系、地球、月球等。宏观世界的尺度为 $10^3 \sim 10^6\text{m}$,人们对它的研究比较透彻,其运动服从经典物理规律。微观世界尺度小于 10^{-8}m ,它是构成宏观物质的基本单元,从外向内有:分子、原子、原子核、强子、夸克或轻子。介观世界的尺度为 $10^{-8} \sim 10^{-6}\text{m}$,在这个介于宏观和微观的世界里,一方面它表现出微观世界中的量子力学特性;另一方面,就尺度而言,它几乎又是宏观的。就物质结构的尺度来划分,物质的层次见表 1-1。

表 1-1 物质的层次

实 体	尺 度	相关的专门科学分支
基本粒子	10^{-15} m 以下	粒子物理学
原子核	10^{-14} m	核物理学
原子	10^{-10} m	原子物理学
分子	10^{-9} m	化学
巨型分子	10^{-7} m	生物化学
固体		固体物理学
液体		液体动力学
气体		气体动力学
植物与动物	$10^{-7} \sim 10^2$ m	生物学
地球	10^7 m	地质学, 地球物理学
恒星	$10^7 \sim 10^{12}$ m	天体物理学
星系	10^{20} m	天文学
银河星团	10^{23} m	
宇宙已知部分	10^{26} m	宇宙学

物质的层次以其尺度计从 10^{-15} m 到 10^{26} m, 大小相差 10^{41} 倍, 却几乎都与物理学密切相关。可见, 物理学在自然科学中占有特殊的地位。

1.3 物理学的特点

1. 物理学是“普遍”的、“基本”的

我们知道: 物理学几乎和宇宙中各种尺度的物质都有关系, 它的研究范围非常宽广, 所以物理学是普遍的。

物理学是一切自然科学中最基本的, 它的重要性在于物理学努力去澄清“更基础”、“更基本”的含义, 在于它对最基础、最基本内容的理性追求和它对内容进行精巧、成熟性的提炼, 从而提供了基本性、理论性的框架, 以及为几乎所有领域提供了可用的理论、实验手段和研究方法。

物理学由于它的普遍性、基本性, 使它在自然科学中占有独特的地位, 渗透性极强, 与许多学科关系密切。在 19 世纪, 力学、热学、电磁学从少得惊人的几条基本原理出发, 引出了众多意义深远的推论, 加强了物理学同数学、天文学、化学和哲学的密切联系。近代科学的发展, 使物理学进一步与其他学科融合。如量子力学是物理化学和结构化学的理论基础, 同时又产生了许多交叉学科, 如生物物理学、量子生物学



和生物磁学等。现代计量学多采用物理现象来定义它的基本单位(如时间、长度等),甚至连考古学、艺术等学科,也采用了现代物理学的成就和方法。可见,物理学不仅促进了对自然界的探索,同时也对人类社会的进步做出了较大的贡献。

2. 物理学是“求真”的

物理学研究“物”之“理”,从哲学的思辨时期开始就具有彻底的唯物主义精神。物理学中的实验方法充分体现了“实践是检验真理的唯一标准”的哲学原则,物理学发展出一套成功的探求规律的研究方法,是由相对真理不断逼近绝对真理的充分展示;物理学家不畏权势、不盲目迷信、勇于牺牲的科学精神,达到了“求真”的最高境界。

3. 物理学是“至善”的

物理学致力于把人从自然界中解放出来,导向自由,帮助人认识自己,使理论趋于完善,使人类生活趋于高尚。从根本上说,它是“至善”的。

人类知识的发展从来是肯定——否定——否定之否定,是一种螺旋式上升。这是一个长期而曲折的过程,这个过程永远不会终结,使认识不断逼近真理。物理学的发展亦如此。从历史上看,物理学已经历了几次革命:力学率先发展完成了物理学的第一次大综合,这是第一次革命;第二次是能量转化与守恒定律的建立,完成了力学和热力学的综合;第三次是把光、电、磁三者统一起来的麦克斯韦电磁理论的建立;第四次则是由相对论和量子力学带动起来的。每一次革命都产生了观念上深刻的变革,每一个新理论都是对旧理论批判地继承和发展,并把旧理论中经过实践检验为正确的那一部分很自然地包容其中,从而使理论趋于完善。

4. 物理学是“美”的

几百年来,人们对物理学中的“简单、和谐、统一”赏心悦目,赞叹不已。首先,物理规律在各自适用的范围内有其普遍的适用性、统一性和简单性,这本身就是一种深刻的美。表达物理规律的语言是数学,而且往往是非常简单的数学表达式,这又是一种微妙的美。如爱因斯坦的“质能关系式” $E=mc^2$,形式极为简单,却揭示了一种巨大的能量——原子核能可从核内释放出来的深刻理论,导致了原子能的利用,因而质能关系式后被称为“改变世界的方程”。其次,说到“和谐”,人们曾经认为,只有将相同的东西放在一起才是和谐的,而物理学特别是量子力学的发展揭示的真理,证明了古希腊哲学家赫拉克利特(Heracleitus,公元前540—前480)的话:“自然……是从对立的東西产生和谐,而不是从相同的东西产生和谐。”爱因斯坦曾说:“从那些看来与直接可见的真理十分不同的各种复杂现象中认识到它们的统一性,那是一种壮丽的感觉。”科学的统一性本身就显示出一种崇高的美。

1.4 物理学的方法及思想

回顾物理学的发展,我们感到,当今物理学成果实在是太丰富了!一系列重大的