面向 21 世纪课程教材

Texbook Series for 21st Century

普通高等教育“十五”国家级规划教材

今日物理

高崇寿　谢柏青　编著

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材和“面向21世纪课程教材”。书中用简练的语言，系统、完整地概括了经典物理的主要内容，并把重点放在介绍近代物理的主要成就上，希望通过这些使读者具备一定的物理知识和科学素养。对学生比较感兴趣的领域，如航天、通讯、信息技术等，本书简要介绍了其中蕴含的物理知识，使学生能够对其有更加深入的认识。本书尽量避免过多的数学知识，文科类学生在教师的指导下，可以学习或阅读本书。

本书可作为科学素质教育类课程的教材，也可供对近代物理发展感兴趣的社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

今日物理/高崇寿，谢柏青编著. —北京：高等教育出版社，2004.7

ISBN 7-04-014440-9

Ⅰ.今… Ⅱ.①高… ②谢… Ⅲ.物理学-高等学校-教材 Ⅳ.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第045081号

策划编辑 陶 铮 责任编辑 陶 铮 封面设计 王凌波 责任绘图 郝 林
版式设计 王艳红 责任校对 金 辉 责任印制

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 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷

开 本 787×960 1/16
印 张
字 数

版 次 年 月第1版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 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

序

物理学是在人类探索自然奥秘的过程中形成的学科，物理学研究宇宙间物质存在的基本形式，物质的性质、物质的运动规律、物质之间如何相互作用、相互转化以及各种物质形态内部结构的基本规律。

物理学是自然科学的基础，是探讨物质结构和运动基本规律的前沿学科。物理学是研究“物”的，研究宇宙间客观存在的物质。物理学不是对客观存在的物质运动进行简单的记载和描写，而是研究“物”的“理”，也就是研究物质运动的道理，研究物质运动的普遍的基本规律。物理学的研究对象是普遍的，物理学所研究的规律是基本的。

物理学每一次在探索未知的物质结构和运动基本规律上的重大突破都带来物理学新领域、新方向的发展，以至新分支学科、交叉学科和新技术学科的产生。现代物理学的迅速发展为现代科学技术的迅速发展打下了基础，现代物理学科与各前沿学科的相互交叉渗透越来越突出。半个世纪以来，科学技术迅猛发展，高科技产业不断涌现。新能源、新材料以及计算机技术的出现与迅猛发展，深刻地影响和改变着人类的物质生产和精神生活。这些新的技术变革和发展主要基于现代物理学的进展。进入21世纪，材料、信息、能源、交通、环境、航天等技术部门，都在期待着新的技术变革与发展。物理学是现代高、新技术的基础。21世纪物理学的发展仍是高、新技术发展、创新和技术进步的主要源泉。

物理学是自然科学的基础。物理学是现代高、新技术的基础。各个国家都在不断地培养物理学的专门人才。考察各国物理学专门人才的培养情况，特别是培养博士水平的专门人才的情况，可以发现以下特点：

第一、实际培养的人数远远大于开展物理学科学研究和进行物理学教育所需要的人数。

第二、社会需要的物理学专门人才的数目大于学校实际培养的人数。

这两个特点不是某一年的暂时的现象，而是持续相当长时期的稳定的状况。这说明学物理的人不从事物理学的研究和教学工作并不是“不务正业”，是正常的需要，学物理的优势就是能“转”。物理学是一门探索自然奥秘的基础学科，物理学的发展充满了对于新的科学问题进行探索研究的过程、变“未知”为“已知”的过程。一个物理学的学者，不仅要有丰富系统的物理学

的专门知识，还要有探索研究新的科学问题的能力和探索研究的意识，这就是“转”的基础。实际上，许多新兴学科在一开始发展时，都有相当一批物理学专家转过去，做出了开拓性的贡献。

物理学不仅要知道物质结构和运动的规则，而且要知道物质结构和运动的规律。物理学不仅要知道“然”，而且要知道“所以然”。物理学的发展的历史就是不断探索、研究未知的物质普遍运动规律的过程，物理学的发展就是探索、研究自然奥秘不断前进的过程。

什么是物理学所需的科学素质？它不仅表现为掌握丰富的物理学知识，更重要的是探索研究的意识、能力和水平，踏实、严谨、尊重科学、勇于创新的学风。物理学发展的历史充满了不断的探索、研究、创新。物理学工作者的优势是探索、研究、创新。因此需要物理学工作者不仅仅掌握丰富的物理学知识，可以运用已知的物理学知识来解释一些物理现象，运用已经得到的公式、方法计算分析一些物理效应，解决实际遇到的物理学问题。此外，还要善于提出问题、探索和研究过去没有解决的问题。正因如此，许多新兴学科、新技术学科是在物理学的基础上发展建立起来的。物理学专门人才的优势是能够转入新学科领域进行前沿探索——优势是能“转”。

在物理学的教学和科学研究训练中要注意：物理还是物理，要以知识为基础，以规律为线索，以提高物理科学素质为核心。

所有自然科学的专业都要学物理课，都离不开物理。物理学在自然科学其它学科以及各新技术领域方面应用的迅速发展都要求拓宽学生的物理学知识基础，提高学生的科学研究能力。物理学教育的教学内容和课程体系要使学生获得宽广坚实的物理学知识，培养和提高学生物理学素养、科学思维方法和科学研究能力。物理学主干课程的教学内容的主线应该是物理学，并且不应该只是物理学的许多具体知识的堆积，要使学生系统地了解和掌握经典物理学和现代物理学的基本知识、基本概念、基本规律和基本方法。通过能体现这些要求的课程体系和教学内容的教学过程，培养和提高学生的物理学科学素质、科学思维方法和科学研究能力。

1994 年 7 月，国家教育委员会在青岛召开全国理科教学指导委员会主任委员联席会议，正式提出开展“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”的问题。我针对物理学的教学改革提出：“我们要培养 21 世纪在物理科学前沿工作的人才，不能让这些学生在学习物理学基础课时主要学的是 19 世纪及以前的物理学知识。”

现行的物理类专业本科教育的物理学主干课程主要是普通物理学和理论物理学，其内容主要是经典物理学，只包含了近代物理学的很小的一部分内容。这样学生通过物理专业的物理学主干课程学习到的物理学知识主要是人类在

19 世纪及以前积累的经典物理学的知识财富，而对于 20 世纪以来近代物理学丰富多彩的知识却学习和了解得甚少。与此相应，学生学习到的物理学研究方法以及技术能力、科学素质的培养基本上是和经典物理学的发展相联系的，这对于学生来说是重要的，但还是有局限性的、不够的。这样培养的学生不能满足在 21 世纪从事物理学的基础研究和应用研究的需要。

物理课是各学科的重要基础课，教学内容应该尽可能系统地、完整地、准确地讲解经典物理学与近代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；同时又注入科技发展的新观点和方法，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，又能了解物理学科的前沿课题和研究动向，培养和提高学生的科学素质、科学思维方法和科学研究能力。

按照这样的精神和要求，我们在北京大学开设了全校的通选课“ 今日物理 ”。“ 今日物理 ” 是一门物理课程，课程的内容是物理学本身的全面讲授，并且主要是 20 世纪以来近代物理学的飞速发展。课程的讲授尽量少用高深的数学，使不同学科的学生都能从这门课中学习到清楚准确的物理学知识，培养和提高物理学的科学素养。“ 今日物理 ” 每周 4 学时，授课 1 学期，全校各个专业的学生都可以选修，已经讲了 4 遍。实际选修的学生中约 1/4 是理科学生，3/4 是文科和社会科学学生，选修的学生中约 1/3 是留学生。本书就是为这类课程编写的教材。

希望本书能够增进读者对近代物理学发展的了解。本书中的缺点和不足之处在所难免，请广大读者不吝给予指正。

高崇寿

2004 年 2 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

第一章　物理学是自然科学的基础 …… 1

§1.1　物理学是探讨物质结构和运动基本规律的前沿学科 …… 1

§1.2　物理学的发展和启示 …… 2

§1.3　物理学的分支学科 …… 5

§1.4　自然科学和现代高新技术的基础 …… 6

第二章　经典物理学的发展与科学大厦的建立 …… 8

§2.1　经典力学的建立 …… 8

§2.2　热力学的建立 …… 13

§2.3　统计物理学的建立 …… 16

§2.4　经典电动力学的建立 …… 16

§2.5　光的电磁理论 …… 17

第三章　20 世纪初物理学的革命 …… 19

§3.1　黑体辐射的紫外灾难 …… 19

§3.2　辐射的量子理论 …… 21

§3.3　光电效应的量子理论 …… 21

§3.4　氢原子光谱和氢原子结构的玻尔模型 …… 23

§3.5　物质粒子的双重属性和量子力学的建立 …… 25

§3.6　真空光速疑难 …… 28

§3.7　狭义相对论 …… 32

§3.8　同时的相对性和因果关系的绝对性 …… 33

§3.9　运动方向上的长度收缩和运动时间的延缓 …… 34

§3.10　物体的极限速度 …… 36

§3.11　质量和能量的联系 …… 37

第四章　原子分子世界 …… 40

§4.1　原子的有核壳层结构 …… 40

§4.2 电子分布的壳层结构和泡利不相容原理 …… 41
§4.3 元素周期律的物理基础 …… 45
§4.4 原子的线度和结合成凝聚态时所占体积 …… 47
§4.5 天然元素和人造元素 …… 51
§4.6 分子和晶体的构成 …… 53
§4.7 分子的形状和体积 …… 61
§4.8 原子和分子的结构、能级和光谱 …… 62
§4.9 频标和原子钟 …… 67
§4.10 激光 …… 68
§4.11 X 射线与同步辐射光源 …… 72
§4.12 隧道效应和扫描隧道显微镜 …… 76
§4.13 奇特原子和电子偶素 …… 78

第五章 原子核、核能与核技术 …… 82
§5.1 质子和中子是原子核的组元 …… 82
§5.2 原子核的体积、密度和结合能 …… 84
§5.3 原子核的运动性质和结构 …… 87
§5.4 原子核的衰变、反应和核反应的守恒定律 …… 89
§5.5 原子核的裂变反应 …… 92
§5.6 原子核的聚变反应 …… 96

第六章 粒子世界 …… 98
§6.1 狄拉克的理论和正电子的发现 …… 98
§6.2 中子、反质子和反中子 …… 102
§6.3 汤川的介子场理论 …… 103
§6.4 μ 子、π 介子、中微子和反中微子 …… 104
§6.5 粒子运动的特点和自然单位制 …… 107
§6.6 微观粒子的主要普遍内禀属性 …… 109
§6.7 场、粒子、真空和相互作用 …… 118
§6.8 对称、对称性和守恒量 …… 123
§6.9 宇称不守恒问题 …… 127
§6.10 CP 守恒和 CP 破坏问题 …… 128
§6.11 奇异粒子和奇异数 …… 129
§6.12 粒子的分类 …… 131
§6.13 夸克模型理论和强子结构 …… 134

§6.14 标准模型及相互作用的统一 …… 139

第七章 航天与宇航中的物理 …… 144
§7.1 航天的宇宙速度 …… 144
§7.2 人造卫星的发射 …… 146
§7.3 航天的超重、失重、环境 …… 151
§7.4 人造地球卫星 …… 152

第八章 波动、通讯技术的物理基础 …… 156
§8.1 振动和波 …… 156
§8.2 声波 …… 157
§8.3 电磁波 …… 159
§8.4 光波 …… 161
§8.5 电报和电话 …… 164
§8.6 无线电通讯 …… 165
§8.7 雷达、微波通讯和光纤通讯 …… 169
§8.8 信息和信息技术的物理基础 …… 171

第九章 凝聚态物理、材料物理和介观物理 …… 181
§9.1 物质的聚集状态 …… 181
§9.2 固体的结构 …… 184
§9.3 半导体物理 …… 185
§9.4 固体的磁性 …… 188
§9.5 超导物理 …… 191
§9.6 特殊固体材料 …… 194
§9.7 凝聚态的表面效应 …… 195
§9.8 团簇的物理性质 …… 197

第十章 宇宙的结构和演化 …… 200
§10.1 太阳系、银河系和星系 …… 200
§10.2 正在膨胀的宇宙 …… 202
§10.3 宇宙的演化 …… 204
§10.4 反物质星体和星系 …… 205
§10.5 宇宙中的暗物质和暗物质的探寻 …… 208
§10.6 膨胀的不均匀性和宇宙的结构 …… 212
主要参考书 …… 215

第一章

物理学是自然科学的基础

§1.1　物理学是探讨物质结构和运动基本规律的前沿学科

自然科学是在人类认识自然中产生和形成的学科.

自远古以来，农业和畜牧业的生产需要确定季节；长途的远行，特别是远距离的航海需要辨别方向，为此人们就要进行天文观察，进行观象研究. 人们发现各种明亮的星在天空是有固定的位置排列的，但是每天夜里，这些星体都在天空缓慢地移动，只有一颗比较明亮的星在天空中位置基本上不动. 这颗星在天空的正北方，所以就称为北极星. 不论是在陆地上远行，还是在海上航行，在辨认不出方向的时候，只要找到北极星，就知道了北方在哪里，别的方向也就能辨认了. 古代人们进行的天文观察，进行的观象研究就逐渐发展形成天文学.

人类要制造和使用铜器、铁器，就首先要解决冶炼铜、铁的技术，要解决从矿石中提炼出金属铁、金属铜、各种重金属的技术，还要解决冶炼不同性质、不同类型的合金的技术，这就发展了古代的炼金术. 化学缘于古代炼金术，逐渐形成一门学科，独立地发展起来.

物理学是在人类探索自然奥秘的过程中形成的学科. 物理学研究宇宙间物质存在的基本形式、物质的性质、物质的运动规律、物质之间如何相互作用、相互转化以及各种物质形态内部结构的基本规律.

物理学是探讨物质结构和运动基本规律的前沿学科. 物理学、天文学、化学是最早发展的自然科学. 它们之间存在着非常密切的联系. 物理学所发现的基本规律在天文现象和化学现象中起着日益深刻的作用.

地学研究涉及地球的外部、表面、内部的结构运动演化的规律，地学是自然科学的一个大门类. 生命科学研究生物体和有生命物质运动、发展演化的规律，生命科学是自然科学的另一个大门类. 物理学所发现的基本规律在地球现象和生命现象中，也起着非常重要的作用.

物理学是自然科学的基础，是探讨物质结构和运动基本规律的前沿学科. 物理学上的每一次重大突破都带来物理学新领域、新方向的发展，以至新的分支学科、交叉学科和新技术学科的产生. 物理学的发展是许多新兴学科、交叉学科和新技术学科产生、成长和发展的基础和前导.

§1.2　物理学的发展和启示

物理学最初是从对力学运动规律的研究发展起来的，后来又研究热现象的规律，研究电磁现象的运动规律，研究光现象和辐射的规律，到 19 世纪末，物理学已经形成了一个完整的体系，被称为经典物理学. 在 20 世纪的头 30 年，物理学经历了一场伟大的革命，产生了相对论和量子力学，在相对论和量子力学的基础上，建立和发展了近代物理学. 物理学的这场革命推动了整个自然科学和应用技术的伟大变革，这些变革和这些变革对人类社会的巨大影响，将作为 20 世纪的一个重要标志而载入史册. 物理学的这段迅猛的发展，大大深化了人们对于物质世界的结构和物质运动规律的认识，为新兴的高新科学技术部门的产生和发展提供了基础.

20 世纪物理学的发展显示：物质世界是有层次的，反映物质世界的物理学规律也是有层次的. 每一个层次的物理学都植根于更深层次的物理学，同时每一层次的物理学规律又不能还原为更深层次物理学规律的简单积累和叠加. 每个层次的物理学都是在真实的意义上不可穷尽的.

20 世纪近代物理学的发展显示：人类在探索自然奥秘的过程中，一个重要的方面是探索物质微观结构和物质运动的基本规律；另一个重要的基本问题是探索物质大范围结构和运动的基本规律；再一个重要的基本问题是探索宏观物质结构复杂系统运动的基本规律. 这三个方面物理学的探索研究构成了近代物理的发展.

20 世纪以来，物理学在探索物质微观结构和物质运动的基本规律方面不断取得进展，从 20 世纪初到 30 年代，探索物质微观结构的前沿学科是原子物

理学；30 年代到 40 年代是原子核物理学；50 年代以来是粒子物理学，建立了粒子物理的标准模型.

20 世纪以来，物理学在探索物质大范围结构和运动的基本规律方面不断取得进展，从天体物理学发展到宇宙学，建立了宇宙学的标准模型.

20 世纪以来，物理学在探索宏观物质结构复杂系统运动的基本规律方面不断取得进展，发展出理论物理、凝聚态物理、光物理、激光物理、非线性光学、低温物理、磁性物理、金属物理、半导体物理、材料物理、表面物理、介观物理、电真空物理、电子物理、无线电物理、固体微电子学、等离子体物理、声学、固态物理、液态物理、高压物理、非线性物理、计算物理等物理学的分支学科.

物质世界的丰富性、多样性决定了物理学有许多分支学科，这些物理学的分支学科的出现体现了物理学的丰富性、多样性、统一性，但是物理学的各个分支学科又是紧密地相互联系的，不能截然地分开. 物理学是一个整体，只有一个物理学！

作为自然科学的基础，作为研究物质结构和运动的基本规律的物理学，总是生机勃勃，不断地开辟自己前进的道路的. 回顾探索物质微观结构的基本规律方面发展的历程：早在 1803 年，道尔顿提出了近代的原子学说，认为世界上的万物都是由几十种不同种类的原子组成的. 道尔顿的原子学说可以解释化学的定比定律和倍比定律，被许多实验所证实. 但是原子究竟有多大，原子有什么性质，为什么原子会有这些性质，为什么不同种类的原子的性质会不同，这些问题都是不清楚的. 到了 19 世纪 60 年代，人类认识的物质元素数目增加到六十多种，还认识到不同元素的物理性质和化学性质是有内在联系的，迈耶（Julius Lother Meyer）在 1868—1870 年间和门捷列夫（Д. И. Менделеев）在 1869—1871 年间分别独立地提出元素周期律的规律. 迈耶和门捷列夫的周期律很好地概括和描述了各种元素物理性质和化学性质之间的这种内在联系. 周期律的提出并没有直接对物质的原子结构做出解释，但是元素周期律的发现对研究物质的原子结构提供了启示. 19 世纪末，物理学家们发现了阴极射线、电子、三种放射性、α 粒子、X 射线……进入了微观原子世界的探索研究. 20 世纪初，发现原子还是可以改变的，原子并不是物质构成的最小单元，原子还有内部结构. 卢瑟福（Ernest Rutherford）建立了原子结构的有核模型. 探讨热辐射的普遍规律、光电效应的物理机理以及研究原子结构模型和经典物理学之间的矛盾，导致了量子论的建立和描述微观粒子运动规律的量子力学的诞生，产生了现代原子、分子物理，凝聚态物理，原子核物理，粒子物理……现在，物理学又正在进入一个新的层次. 探索物质微观结构粒子及其运动、相互作用、相互转化规律的研究近 40 年来取得十分辉煌的成就. 发现基本粒子并

需要全本请访问 www.ertongbook.com

不“基本”，建立了微观物质结构的粒子模型，即包括了3代夸克和3代轻子的粒子模型，建立了描述粒子相互作用规律的电弱统一理论和量子色动力学，这些内容被称作粒子物理的标准模型. 粒子物理标准模型的建立以及它在各方面的成功，标志着物理学在探讨物质微观结构和运动的基本规律方面正在进入物质世界的一个更深的层次，这是物理学发展历史上一件具有划时代意义的大事. 但是也要看到同时粒子物理学的发展也提出了一系列基础性的、没有解决的问题. 可以说，进入这个新层次将带来的本质的新的物理，还没有展现出来. 19世纪末的物理学家可以在当时物理学发展的基础上对20世纪物理学的某些方面的发展做出清楚的、正确的预言. 然而当时尽管看到了“遮盖在热和光的动力理论上的19世纪乌云”，但是也没有能猜测到，物理学进入比原子更深层次的探索，将会在什么时候和在哪点上带来新的物理，也没有能预见在20世纪初的30年内相对论和量子力学两大系统理论的建立和其后近代物理的建立和蓬勃发展. 20世纪末到21世纪初的人们可以在现代物理学的当代发展的基础上对21世纪物理学的许多重要方面的发展做出清楚的、正确的预言，然而也不能奢望会在近代物理学的飞速发展的面前，对21世纪初几十年内物理学的重大发展前景做出具体的肯定的预测.

20世纪初期物理学的革命，表现出人类理性思维的伟大胜利. 狭义相对论和广义相对论，震撼着一代又一代的物理学工作者的心灵. 广义相对论给出了一切物质普遍的引力相互作用的规律，一切物质，不论是以什么形式存在，以什么运动状态存在，都有广义相对论所描述的引力相互作用. 广义相对论方程描述了物质普遍的运动规律，在广义相对论方程的基础上可以研究宇宙的结构和演化. 20世纪40年代以来，一大批物理学家和天文学家以其辛勤的努力和非凡的勇气，建立起了关于宇宙的结构和演化的革命性的理论——大爆炸宇宙理论，并得到科学界的认同：在大致$(1.2 \sim 1.8) \times 10^{10}$ a① 前，宇宙从一个具有无限大的密度和无限大的时空曲率的点开始了. 宇宙从“大爆炸”开始，迅速膨胀，物质密度和温度迅速降低，物质不断演化. 到三十多万年后，开始出现原子、分子，这时宇宙的温度降到大约6 000 K，从大范围来说，开始形成星体，出现星系. 这样一个综合了夸克尺度物理和宇观尺度物理的宇宙演化模型的建立，是人类物质认识史上一个最具有革命性的、划时代的伟大事件. 这个宇宙学的标准模型和近年来天体物理学取得的辉煌的成就，在物理学的面前提出了十分严峻的具有本质意义的挑战. 如何理解宇宙这样有限而无界的时空和它的奇点？什么是在宇宙演化过程中物质的运动规律？为什么宇宙结构和演化中有那么多的“巧合”？为什么宇宙中存在的暗物质总量至少比明亮

① 按中华人民共和国国家标准GB3102.1—93的规定，a代表年，以往有些书上用yr表示年。

物质的总量大一个数量级？暗物质粒子究竟是什么粒子？为什么宇宙中正反物质是不对称的？宇宙中正反物质不对称的来源是什么？充满宇宙的暗能量是什么？……这些问题都是有待研究的.

§1.3 物理学的分支学科

20 世纪以前，物理学的分支是按照物质运动的形态来区分的，有力学、热学、统计物理学、电磁学、光学等. 这些分支的总和构成了经典物理学.

20 世纪物理学的发展显示：经典力学、经典电动力学并不因为量子力学、量子电动力学的发展而被排斥出物理学，它们近年来还不停地出现新的、有深刻意义的进展. 光物理学和凝聚态物理学半个世纪来的巨大的、令人应接不暇的发展提供了最能说服人的例子. 在当代粒子物理和宇宙学中最重要的观念，如相变、对称性的自发破缺、拓扑性缺陷、红外发散等，都首先来自凝聚态物理学，而当代凝聚态物理理论又都广泛地而且系统地使用粒子物理学中发展的量子场论的语言和技术，这反映了物理学的各个分支学科又是紧密地相互联系的，不能截然地分开，物理学是一个整体.

随着科学的发展，近代物理学中不断地生长和发展出新的分支学科，物理学的分支中，有的是按照物质运动的特定形态来确定的，有的是按照运动物质所属的层次、对象和范围来确定的，有的是按照特定类型物质运动形态来确定的. 从近代物理学中发展出来的新分支学科有：理论物理学、粒子物理学、原子核物理学、原子和分子物理学、天体物理学、凝聚态物理学、光物理学、激光物理学、非线性光学、低温物理学、磁性物理学、金属物理学、半导体物理学、材料物理学、表面物理学、介观物理学、电真空物理学、电子物理学、无线电物理学、固体微电子学、等离子体物理学、声学、固态物理学、液态物理学、高压物理学、非线性物理学、计算物理学等.

近代物理学的这些分支学科并不是在 20 世纪初一起产生出来的，是在几十年间陆续不断地产生的. 20 世纪初到 30 年代产生了原子和分子物理学；30 年代后产生了原子核物理学，50 年代又产生了粒子物理学. 低温物理现象的研究，特别是超导电现象的发现和研究，使低温物理学逐渐形成并发展. 激光现象的发现和激光规律的研究，促成了激光物理学的产生和发展，在这之后又产生了非线性光学、现代光物理学. 在对有关半导体的现象和规律研究的基础上，50 年代后产生了半导体物理学和半导体器件物理学. 在对等离子体现象和规律的探讨和研究的基础上，建立和发展等离子体物理学. 近代物理学产生后，随着对凝聚态物质各方面物理属性的研究发展，产生了凝聚态物理、磁性

物理、金属物理学、固态物理学、液态物理学、高压物理学，近 40 年来发展出材料物理学、表面物理学、介观物理学，还发展了和电真空技术及通讯技术有关的电真空物理学、电子物理学、无线电物理学、固体微电子学等分支学科. 声学是从一开始就产生出来的分支学科，非线性物理和计算物理则是近 30 年来迅速发展的物理学分支学科.

物理学的各分支学科有着突飞猛进的迅速发展，对物理现象和物理学规律的探索研究不断取得新的进展，丰富了人们对物质运动基本规律的认识和掌握，促进了许多和物理学紧密相关的交叉学科和技术学科的发展.

§1.4　自然科学和现代高新技术的基础

在 20 世纪，物理学的基本概念和技术已被应用到所有的自然科学领域. 物理学与其它自然科学学科之间的边缘领域，一定意义上是当代自然科学中最有可能获得丰硕成果的领域. 边缘领域的发展，又反过来丰富、加深和支持了物理学本身的发展. 量子力学和现代物理实验技术的应用，大大推进了现代化学的发展. 对分子结构、性能和反应机理的研究，又丰富了和推动了现代物理的进步. 而且，如果没有现代化学的支撑，现代物理学中很多分支学科都不能产生和发展.

20 世纪中发展了原子核能技术，人们实现了制造原子弹、氢弹、各种核武器，建造原子能发电站，建造核反应堆，生产各种用途的放射性同位素，根据特殊技术需要或生物需要对材料进行辐照处理……原子核能技术发展的基础是原子核物理学、理论物理学、粒子物理学、原子分子物理学、等离子体物理学、加速器物理等.

半导体物理学、半导体器件物理学、固体微电子学的发展给出固体组件，又给出集成电路，为计算机的制造和发展提供了物理基础. 磁性物理学、激光物理学、半导体物理学为计算机的信号存储和提取技术提供了物理基础. 激光物理学是光纤通讯的物理基础. 现代物理学的许多分支学科是现代计算机科学技术和现代通讯技术的基础.

激光物理学的发展是在信息、能源、交通、环境等技术部门广泛应用的现代激光技术发展的基础.

低温物理学的发展是在材料、信息、能源等技术部门获得广泛应用的现代超导技术发展的基础.

20 世纪以来，随着近代物理学的迅猛发展，陆续发展了近代原子分子物理学、原子核物理学与核技术、原子核能的利用、激光物理和激光技术、半导

体物理和器件、固体组件、超导电物理与技术、光电子学技术、X 射线技术、粒子物理，以此又推动了计算机科学技术和信息与通讯科学技术的发展，并且形成了各种有关的新科学技术产业. 它们大大推动了现代社会的发展. 20 世纪的历程表明：物理学是技术进步的主要源泉.

物理学是自然科学的基础，是现代高新技术的基础.

第二章

经典物理学的发展与科学大厦的建立

自然界是一个形形色色、丰富多彩的物质世界. 人类自古以来就在不断地进行探索，以便了解这个物质世界是由什么构成的，是怎样构成的. 在古代人们就已经对物质世界的构成提出过许多种理论，但是由于科学技术水平的限制，这些认识一直停留在非常粗浅的水平上. 直到近代，工业革命使得科学技术获得了快速的进步，为科学实验的开展提供了前所未有的条件，也带动了科学理论的飞速发展.

§2.1　经典力学的建立

物理学中最早发展的部分是对机械运动规律的认识，力学是物理学中最早发展的分支.

人类对物体机械运动基本规律的认识经历了一个漫长的过程，因为在世界上所有的物体都受到其它物体对它的作用，并且在自由状态下都要向下作加速度运动.

1589—1592 年，伽利略(Galileo Galilei)通过观察物体在斜面上的运动进行了自由落体加速运动的研究，确认了物体在重力作用下的运动规律和物体的

质量无关，用实验结果阐述了物体惯性的概念.

伽利略从实验得出结论：“一个运动的物体，假如有了某种速度以后，只要没有增加或减小速度的外部原因，便会始终保持这种速度——这个条件只有在水平的平面上才有可能，因为在斜面的情况下，运动沿斜面向下时，斜面提供了加速的起因，而运动沿斜面向上时，斜面提供了减速的起因；由此可知，只有在水平面上运动才有可能是不变的.”伽利略第一次提出了惯性的概念，并且第一次把外力和“引起加速和减速的外部原因”联系起来. 伽利略实际上得到了在平面上物体运动的惯性定律，但没有普遍地明确地概括出来. 1609年，开普勒(Johannes Kepler)总结观测到的太阳系各个行星的运动行为，提出了两个定律.

开普勒第一定律又称为轨道定律：太阳系中所有的行星分别在大小不同的椭圆轨道上围绕太阳运动，太阳位于这些椭圆的一个焦点上.

什么图形是椭圆？在平面上固定两个点 O 和 O'，称为椭圆的焦点，平面上到两个焦点的距离之和为确定的长度 $2a$ 的点构成一个椭圆. a 称为椭圆的长半轴，两个焦点之间的距离为 $2\varepsilon a$，ε 称为椭圆的偏心率，一般有 $0 \leqslant \varepsilon < 1$. 从椭圆的中心到椭圆上任一点的距离中，最长的是长半轴 a，最短的是短半轴 $b = a\sqrt{1-\varepsilon^2}$. 如果椭圆的偏心率 $\varepsilon = 0$，两个焦点重合成一个，椭圆变成了圆，椭圆的长半轴等于短半轴，成了圆的半径. 由于太阳在椭圆的一个焦点上，椭圆上有一个近日点，近日点到太阳的距离为 $a(1-\varepsilon)$，有一个远日点，远日点到太阳的距离为 $a(1+\varepsilon)$. 图 2-1 是开普勒第一定律的示意图.

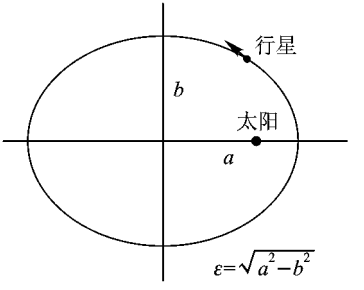

图 2-1 开普勒第一定律

轨道定律实际上确定所有的行星都在一个平面上，在以太阳为一个焦点的椭圆轨道上运动. 实际观测发现除最后发现的冥王星外，各大行星运动的轨道所在的平面和地球运动的轨道所在的平面之间的夹角都小于 7°. 各大行星绕太阳运动时的公转方向和地球的公转方向相同，也和后来观测到太阳自转的方向相同. 各大行星中除了水星和冥王星外，运动轨道椭圆的偏心率都小于 0.1，也就是接近于圆形的椭圆.

开普勒第二定律又称为面积速度定律：行星围绕太阳运动时，每一行星和太阳中心的连线在相等的时间内扫过相等的面积.

如果一个物体作匀速直线运动，对于物体运动不经过的任一个固定点来说，物体和固定点的连线在相等的时间内扫过相等的面积. 这个性质是作匀速

精英上学帮助你 www.tsingbook.com