

Daxue Wuli
Jiao yu Xue Cankao

主 编 张 晓
副主编 王 莉 吴 平 徐行可 张庆福

大学物理

教与学参考

04



西南科技大学出版社

大学物理教与学参考

主 编 张 晓
副主编 王 莉 吴 平
徐行可 张庆福

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

大学物理教与学参考 / 张晓主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2006.2
ISBN 7-81104-191-X

I. 大... II. 张... III. 物理学—高等学校—教学参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 137342 号

大学物理教与学参考

主编 张 晓

*

责任编辑 刘莉东

责任校对 李 梅

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 23.625

字数: 603 千字 印数: 1—6 000 册

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-191-X/O · 020

定价: 29.50 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有, 盗版必究, 举报电话: 028-87600562

致读者朋友

尊敬的读者：

无论您是从事物理教育的同仁，还是正在攻读学业的学子，或是物理学爱好者，希望阅读本书的过程是一段我们共同思考和交流的愉快时光。

本书最大的读者群应该是西南交通大学一、二年级本科学生。本书与你们学习“大学物理 AI, AII”课程所采用的教材《大学物理教程》上、下册(徐行可、张晓、张庆福编，西南交通大学出版社)在内容、体系上完全配套。

按照篇章次序，在每一章中，我们首先列出了该章的“基本要求”，其主要依据是教育部物理学和天文学教学指导委员会新拟定的《大学物理课程教学基本要求》和西南交通大学本课程教学大纲。然后是“内容提要”，包括该章的基本概念、基本规律和基本计算三部分。随后列出“学习指导”，简要指明该章学习中的注意事项和重、难点所在。以上条目中的内容都经过精心归纳、总结、提炼，有的用罗列的方式写出，有的以表格形式进行对比或类比……均包含着编者多年教学实践的心得。我们的目的不仅是希望对同学们理解和掌握基础知识有所帮助，还希望在学习方法上对同学们有所引导。当然，我们的总结方式不是唯一的，也不一定是最适合于您的。如果您在学习的每一个阶段(学完一章或一篇)自己也作一个总结，并且逐渐形成具有个性特色的学习习惯和方法，延续应用到后续课程的学习和今后的工作中，从中受益，我们会感到万分欣慰。

之后，在各章中选列了“编者的思考”、“历史之旅”、“格物致知”、“知识拓展”、“学以致用”、“问题讨论”等不同条目。展现编者各自的风格，每部分具有不同特色。其共同点是体现我们对“物理教育的核心是科学素质教育”的理解和追求。最近，报刊上登载了一篇“救救这些只会考试的孩子”的文章(2005年7月19日《文摘周报》)，虽然文中针对的只是国内某著名大学的学生，但是，“除了考试，不会推理，不敢提问，不愿动手”似乎是更多大学生存在的普遍问题。本书的这些条目也意在引导学生走出“应试教育”的怪圈，虽不敢奢望立竿见影，但期望潜移默化的功效。

在每一章的最后是该章的“习题及参考解答”和“参考文献”，旨在为教师和同学提供参考和方便。

本书第1、2、3、4、5、6章由徐行可执笔；第7、9、10、11、12章由吴平执笔；第8、19、20、21章由张晓执笔；第13、14、15章由王莉执笔；第16、17、18章由张庆福执笔；全书习题解答部分由徐行可、张晓完成。

感谢西南交通大学出版社，感谢西南交通大学理学院物理系的全体同仁。我们由衷地感到，在共同的事业中坦诚合作，相互启迪是最令人愉快的。

书中不当之处，敬请读者朋友批评指正。

编者

2005.9 于成都



左起：王莉，徐行可，吴平，张庆福，张晓

目 录

第一篇 绪 论

第一章 物质世界.....	1
基本要求.....	1
内容提要.....	1
学习指导.....	4
历史之旅.....	4
参考文献	11
第二章 物理学理论体系与方法的发展	12
基本要求	12
编者的思考——物理教育的责任	12
关于学习目的与方法的对话	17
参考文献	20

第二篇 实物的运动规律

第三章 运动的描述	21
基本要求	21
内容提要	21
学习指导	28
问题讨论——关于微积分思想方法	28
习题及参考解答	33
参考文献	43
第四章 动量 动量守恒定律	44
基本要求	44
内容提要	44
学习指导	49
学以致用——生活中的物理	50

习题及参考解答	53
参考文献	65
第五章 角动量 角动量守恒定律	66
基本要求	66
内容提要	66
学习指导	71
知识拓展——关于一些角量的矢量性	71
习题及参考解答	74
参考文献	82
第六章 能量 能量守恒定律	83
基本要求	83
内容提要	83
学习指导	90
问题讨论——有心力作用下的运动	90
习题及参考解答	92
参考文献	101
第七章 对称性与守恒定律	102
基本要求	102
内容提要	102
学习指导	103
知识拓展——物理学中的对称性	104
参考文献	107
第八章 相对论	108
基本要求	108
内容提要	108
学习指导	113
问题讨论——动钟变慢相对论效应及双生子佯谬	113
习题及参考解答	118
参考文献	125

第三篇 相互作用和场

第九章 电相互作用和静电场	126
基本要求	126

内容提要·····	126
学习指导·····	132
问题讨论·····	132
习题及参考解答·····	137
参考文献·····	160
第十章 运动电荷间的相互作用和稳恒磁场·····	161
基本要求·····	161
内容提要·····	161
学习指导·····	165
格物致知——安培的四个示零实验·····	165
问题讨论·····	167
知识拓展——磁单极子·····	168
习题及参考解答·····	170
参考文献·····	183
第十一章 变化中的磁场和电场·····	184
基本要求·····	184
内容提要·····	184
学习指导·····	189
格物致知——法拉第与赫兹的实验·····	190
问题讨论·····	192
习题及参考解答·····	194
参考文献·····	203
第十二章 引力相互作用 强、弱相互作用·····	204
基本要求·····	204
内容提要·····	204
学习指导·····	205
知识拓展——黑洞·····	205
参考文献·····	211

第四篇 振动与波动

第十三章 振动·····	211
基本要求·····	212
内容提要·····	212
学习指导·····	219

知识拓展·····	219
习题及参考解答·····	226
参考文献·····	234
第十四章 波的产生和传播·····	235
基本要求·····	235
内容提要·····	235
学习指导·····	241
问题讨论——我们为什么要研究一维平面波·····	241
习题及参考解答·····	245
参考文献·····	254
第十五章 波的干涉、衍射和偏振·····	255
基本要求·····	255
内容提要·····	255
学习指导·····	265
格物致知——维纳(O. Wiener)光驻波实验与光矢量·····	266
习题及参考解答·····	268
参考文献·····	281

第五篇 量子现象和量子规律

第十六章 光的量子性·····	282
基本要求·····	282
内容提要·····	282
学习指导·····	286
问题讨论·····	286
习题及参考解答·····	289
参考文献·····	294
第十七章 量子力学基本原理·····	295
基本要求·····	295
内容提要·····	295
学习指导·····	300
知识拓展——量子力学中的力学量是用算符来表达的·····	301
问题讨论·····	304
习题及参考解答·····	314

参考文献	320
第十八章 量子力学应用简介	321
基本要求	321
内容提要	321
学习指导	324
格物致知——超导体存在宏观量子效应的实验	324
问题讨论	326
习题及参考解答	330
参考文献	331

第六篇 多粒子体系的热运动

第十九章 近独立粒子体系的统计规律	332
基本要求	332
内容提要	332
学习指导	335
问题讨论——热运动研究, 宏观与微观	336
习题及参考解答	337
参考文献	344
第二十章 热力学第一定律和热力学第二定律	345
基本要求	345
内容提要	345
学习指导	349
历史之旅——能量守恒定律的建立	349
习题及参考解答	351
参考文献	360
第二十一章 熵	361
基本要求	361
内容提要	361
学习指导	362
问题讨论——关于熵	363
习题及参考解答	365
参考文献	367

第一篇 绪论

第一章 物质世界

从某种意义上来说,物理学所研究的全部内容可以用四个字概括,那就是“物质探源”。物理学的基本点就是探明物质究竟是由什么构成的;而各种物理模型的提出、验证和认可,正是这种研究向深度和广度发展的重要标志。



——王淦昌

基本要求

- (1) 了解标准模型中基本粒子的三大家族和各类粒子的基本特征。
- (2) 了解标准模型中四种基本相互作用的特征及其相对强度。
- (3) 了解物质存在的两种基本形式——实物和场及其相互联系。
- (4) 了解运动是物质的固有属性。

内容提要

本章主要介绍有关物质结构的一些基本概念。

一、粒子

粒子尚无确切的定义,常用来泛指物质结构中微观尺度的极小单元。粒子世界的基本特征尺度为 10^{-15}m ; 粒子运动的特点是速度变化常常可与真空中光速 c 相比拟; 在运动过程中,粒子可以产生和湮灭,即粒子系统的自由度可变。其基本运动规律用相对论量子场论描述。目前已发现的粒子有数百种,其层次如图 1.1 所示。

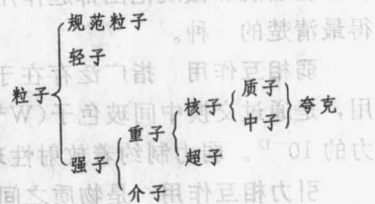


图 1.1 粒子分类简图

二、基本粒子

指迄今尚未发现其内部结构的粒子,即人类目前所认识到的组成物质的基本单元。基本

粒子的特征尺度是 10^{-18} m, 能量标度为 10^9 eV。它是一个随着人类认识的深入, 不断向物质结构的更深层次转移的动态概念。标准模型理论认为基本粒子分为三大家族:

规范粒子 是构成场的基本粒子, 包括光子、中间玻色子(3种)、胶子(8种)、引力子, 共13种。它们是传递相互作用的媒介(其中引力子尚未发现)。

轻子 包括电子、 μ 子、 τ 子及相应的中微子和它们的反粒子, 共3代12种。

夸克 是组成强子的基本粒子。3代夸克连同它们的反粒子共36种。夸克具有分数电荷、渐近自由、红外奴役、色禁闭等性质。

三、费米子和玻色子

费米子 自旋为半整数的粒子统称费米子, 如轻子、核子(质子和中子)、超子等。它们遵从泡利不相容原理。

玻色子 自旋为整数的粒子统称玻色子, 如光子、胶子、介子等。它们不受泡利不相容原理的限制。

四、反粒子

粒子物理理论认为每种粒子都有它的反粒子。在描述粒子性质的各物理量中, 反粒子和它所对应的粒子具有相同的质量、自旋和寿命, 但电荷 Q 、磁矩 μ 、重子数 B 、轻子数 L 、奇异数 S 、超荷 Y 等值异号。粒子与其反粒子相遇会发生湮灭, 转变为光子等其他粒子。高能光子通过重原子核附近的电磁场时, 会产生正负电子对。有的粒子的反粒子就是它自身, 这样的粒子称为纯中性粒子, 如光子。电子、质子、中子的反粒子已经在1932、1955、1956年先后发现, 反氦核、反氦核、反氢原子已经在实验室中产生, 物理学家设想宇宙中可能存在完全由反粒子组成的物质, 称为反物质。

五、基本相互作用

按照其相对强度由强到弱的次序分为以下四种:

强相互作用 指夸克之间的相互作用, 是通过交换胶子来进行的。其特征是强度大、力程短(约 10^{-15} m)。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。

电磁相互作用 指带电粒子之间的相互作用, 是通过交换光子来进行的。其特征是力程长, 在宏观和微观范围都起作用。相对强度为强力的 10^{-2} 。是四种基本相互作用中被认识得最清楚的一种。

弱相互作用 指广泛存在于轻子与轻子、轻子与强子、强子与强子之间的一种相互作用, 是通过交换中间玻色子($W^\pm$, Z^0)来进行的。其特征是力程短(10^{-17} m), 相对强度是强力的 10^{-13} 。弱力制约着放射性现象, 在 β 衰变等过程中起重要作用。

引力相互作用 是物质之间普遍存在的一种相互作用, 即万有引力。目前认为它是通过交换引力子来进行的, 但是引力子的存在尚未得到实验证实。其特征是力程长, 强度小, 其相对强度只有强力的 10^{-39} 。引力作用效果在微观领域可以忽略, 但在宏观领域举足轻重。

目前的理论和实验证明, 在 10^{11} eV 以上的高能状态, 弱力和电磁力统一为电弱相互作用。进一步探求四种基本相互作用统一的理论是物理学的前沿课题之一。

六、实物和场

实物和场是目前认为自然界中物质存在的两种基本形式。

实物 由夸克和轻子组成的物质称为实物。其基本特征是：具有静止质量；占有空间并具有不可入性(一种实物客体所占据的空间，不能同时为其他实物客体所占据)。实物存在的形式丰富多彩，按照其空间尺度可以划分为宏观和微观两大类。一般以在普通显微镜下可以看见的有机化合物中大分子的尺度 10^{-7} m 作为划分的界限。微观客体的尺度在 10^{-7} m 以下，包括原子、质子、中子、电子等，其运动规律用量子力学描述。宏观客体由大量微观粒子聚集而成，其尺度在 10^{-7} m 以上，其运动规律用牛顿力学或相对论力学描述。在微结构技术中，可以制造出包含 $10^4 \sim 10^{11}$ 个原子的亚微米尺度器件，它们在一定条件下表现出与微观客体相同的量子效应，称之为介观系统。人们还把星系、宇宙尺度的客体称为宇观系统。

场 由规范粒子组成的物质称为场，由如电磁场、引力场等。其基本特征是：静止质量为零(中间玻色子场除外)；以连续形式弥漫于空间；没有不可入性，即不同的场可以同时存在于同一空间，互不干扰。场物质与实物物质的异同如表 1.1 所示。

表 1.1 场物质与实物物质比较

相 同	不 同	联 系
① 都是物质存在的基本形式； ② 具有质量、能量、动量、角动量等基本属性； ③ 遵从质量守恒、能量守恒、动量守恒、角动量守恒等基本物理定律； ④ 微观实物粒子和场粒子都具有波粒二象性，遵从量子力学和量子场论规律	① 实物由费米子组成，而场由玻色子组成； ② 实物的质量密度较大，而场的质量密度较小； ③ 实物具有不可入性，而场具有可叠加性； ④ 实物不能达到光速 c ，而场一般以光速传播； ⑤ 实物可以被加速，而场不能被加速； ⑥ 实物可以作参考系，而场不能作参考系	① 实物和场可以相互转化，如粒子的产生与湮灭； ② 按照现代观点，实物和场是统一的整体，每一种微观粒子都对应一种场，场处于激发态就对应于出现相应的粒子

七、物 态

大量微观粒子在一定的温度、压力等外界条件下聚集而成的稳定结构状态叫做物质的凝聚态，简称物态。如固态(晶体、非晶体)、液态、气态、等离子态、超导态、超流态、中子态等。物质气、液、固态比较如表 1.2 所示。

表 1.2 物质气、液、固态比较

物 态	条 件	结 构	性 质	对称性
气 态	热运动动能 $\gg$ 分子间相互作用势能	完全无序	无外场时自动趋向稳定、均匀的平衡态，无一定形状、体积	最 高
液 态	热运动动能 $\sim$ 分子间相互作用势能	“近程(暂时、局部)有序”	流动性，有一定体积，无一定形状	降 低
固 态	热运动动能 $\ll$ 分子间相互作用势能	非晶体：短程有序	各向同性	再降低
		晶体：长程有序	晶面角守恒，各向异性，有确定熔点	

八、相与相变

相 指物质系统内物理性质完全相同，与其他部分之间有明确分界面的均匀部分。不同的物态肯定是不同的相，同一物态也可能有几种相。如固态水就有冰Ⅰ、冰Ⅱ、冰Ⅲ等多种相。

相变 一定条件下，物质系统不同相之间可以相互转变，称为相变。相变分为两类：体积变化并且伴随热量的释放或吸收的相变称为一级相变(结构相变)，如固、液、气相间的转变；体积不变，也不伴随热量的释放或吸收，只有某些物理量(如热容量、热膨胀系数等)发生突变的相变称为二级相变(特性相变)，如某些金属在低温下从常导态到超导态的转变。

学 习 指 导

绪论部分的教学目的在于帮助学生获得学习“大学物理”的自觉意识和整体意识，得到较宽的视角和较高的起点。本章介绍人类认识物质世界所形成的总体图像：物质由基本粒子组成，以基本相互作用相联系，以实物和场这两种基本形式存在，处于不断的运动变化之中。学习本章之后应该了解这些基本常识和观念。

历 史 之 旅

虽然前人艰苦探索之成果，对后人往往已成为常识，但是仍然需要追溯先驱者的足迹。因为重要的不只是结论，还有认真求实的科学态度，严谨的科学方法，不懈创新的科学精神。

一、前科学时代

人类古代对物质结构认识的代表性观念如表 1.3 所示。

表 1.3 古 代 的 物 质 观 念

代表人物	时期(年)	主 要 观 点
柏拉图	前 427—前 347	实物只不过是理念世界的影子
泰勒斯	前 624—前 527	水是万物的本源
毕达哥拉斯	前 584—前 497	数生点，点生线，线生面、面生体，体生水、火、土、气
亚里士多德	前 384—前 322	地面物体由水、火、土、气构成，星体由“以太”构成
赫拉克利特	前 388—前 315	火变万物，万物变火，正如百货变金，金变百货
德谟克利特	前 460—前 370	原子与虚空，原子的碰撞、分离与联合构成万物
中国古代学者	约前 8—3 世纪	五行说(金、木、水、火、土)， 阴阳说：“两仪生四象，四象生八卦，八卦而生万物”
李 聃	前 570—?	道生一、一生二、二生三、三生万物，万物负阴抱阳，冲气以为和
墨 翟	前 468—前 382	“端，体之无厚而最前者也”为物质不可再分的最小单位
王 充	公元 27—97	元气说：“天地，含气之自然也”

二、原子层次

1. 化学家的认识

原子论真正成为科学理论，最初的探索是从化学研究开始的。化学家眼里原子图像的特征是其不变性和不可分割性，其代表性成果如表 1.4 所示。

表 1.4 化学家早期的原子观念

代表人物	时期(年)	主要成果
罗蒙诺索夫	1711—1765	1748—1756 年提出物质不灭定律，化学反应中原子总数不变
李希特	1762—1807	1780—1790 年提出当量定律，物质分子由整数个原子组成
普鲁斯特	1754—1826	1799 年提出定比定律，分子中各种原子有一定的个数
道尔顿	1766—1844	1803 年发表第一张原子量表
门捷列夫	1834—1907	发现元素周期表。元素性质周期性变化的原因？原子有结构吗？

2. 汤姆生模型

1897 年 4 月 30 日，英国剑桥大学汤姆生教授宣布，在阴极射线研究中发现电子。他因为气体导电理论荣获 1906 年诺贝尔物理奖。电子是人类发现的第一个基本粒子，其发现是原子结构研究中具有里程碑意义的贡献。表 1.5 列出了 19 世纪物理学的原子观。

表 1.5 物理学家最初的原子观念

代表人物	时期(年)	主要成果
安培	1775—1836	提出分子电流假说，原子由更小的亚原子粒子组成
毕奥 柯西 泊松	1774—1862 1789—1857 1781—1840	先后提出原子模型 原子由大质量的核心和围绕核心的由“以太”粒子组成的雾组成
费希纳 韦伯	1801—1887 1804—1891	原子由带负电的“太阳”原子和带正电的“行星”原子组成
希托夫	1824—1914	1869 年发现阴极射线
克鲁克斯	1832—1919	证明阴极射线由带负电的微粒组成
汤姆生	1856—1940	1897 年发现电子，1898 年提出原子结构“布丁”模型：原子球中正电荷是连续分布的；带负电的电子浮游于球中，组成环状或壳层，与元素周期表对应。

3. 卢瑟福模型

在发现放射性现象的基础上，卢瑟福 1909 年完成 α 粒子散射实验，认识到原子内部很空。1911 年提出原子质量大部分集中于原子核上，电子在核外绕核旋转的原子有核模型，也称为行星模型，即原子好像是缩小了的太阳系。这是对物质结构研究的划时代贡献。其形成的大致过程如表 1.6 所示。卢瑟福因为对元素衰变和放射性化学的研究荣获 1908 年诺贝尔化学奖。

表 1.6 卢瑟福原子有核模型的形成

代表人物	时期(年)	主 要 成 果
贝克勒尔 皮埃尔·居里 居里夫人	1852—1908 1859—1906 1867—1934	贝克勒尔发现自发放射性现象，发现铀的放射性；居里夫妇发现放射性元素钋和镭；三人共同荣获 1903 年诺贝尔物理学奖
卢瑟福	1871—1931	进行 α 粒子散射实验，发现大角度散射，1911 年提出原子有核模型，1914 年得到公认。荣获 1908 年诺贝尔化学奖
莫塞莱	1887—1915	由实验测定各种元素原子核的正电荷数，揭示出其与元素周期表的关系
盖 革	1882—1945	进行系统实验研究，检验并肯定卢瑟福理论的正确性

4. 玻尔模型

卢瑟福的原子行星模型不能解释原子的稳定性和原子辐射的线状光谱。为了克服这一难题，玻尔在普朗克量子理论和爱因斯坦光子理论基础上，于 1913 年建立了原子结构和原子发光模型。并创建哥本哈根学派，为量子力学的诞生与发展做出不可磨灭的重要贡献。原子结构的量子模型是集前人研究成果之大成的工作。1967 年，德国科学家洪德在《量子理论史》中发表的洪德表(见图 1.2)展示出人类探索原子结构的艰辛历程。原子结构量子模型的形成与发展如表 1.7 所示。

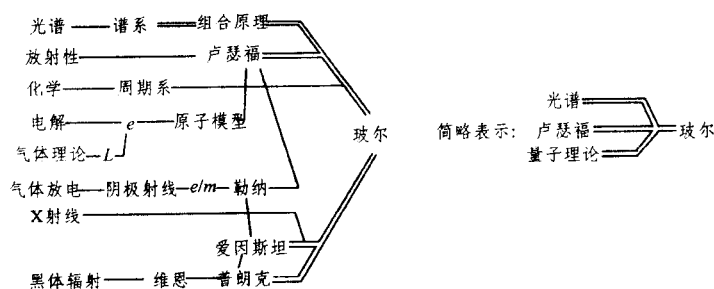


图 1.2 洪德表及其简略表示

表 1.7 原子结构量子模型的形成与发展

代表人物	时期(年)	主 要 成 果
普朗克	1858—1947	为解释黑体辐射实验规律，1900 年提出量子概念，开创量子理论先河。荣获 1918 年诺贝尔物理学奖
爱因斯坦	1879—1955	为解释光电效应实验规律，1905 年提出光子概念，揭示了电磁场的量子化特性。荣获 1921 年诺贝尔物理学奖
康普顿	1892—1962	通过 X 射线与物质散射实验进一步验证爱因斯坦光子理论。荣获 1927 年诺贝尔物理学奖
尼尔斯·玻尔	1885—1962	1913 年提出定态假设、轨道角动量量子化假设、跃迁假设，建立崭新的氢原子理论；提出对应原理、互补原理等重要物理思想。荣获 1922 年诺贝尔物理学奖
德布罗意	1892—1986	在光的波粒二象性基础上，1923 年提出实物粒子的波粒二象性，即物质波概念，发现电子的波动性。荣获 1929 年诺贝尔物理学奖
薛定谔	1887—1961	1926 年建立波动力学，从薛定谔方程得出氢原子能级公式和氢原子系统的量子化。荣获 1933 年诺贝尔物理学奖

续表 1.7

代表人物	时期(年)	主 要 成 果
海森伯	1901—1976	1925 年建立矩阵力学; 1927 年提出不确定原理, 1928 年用量子力学解释物质的铁磁性。荣获 1932 年诺贝尔物理学奖
玻 恩	1882—1970	1926 年提出对波函数的统计解释。荣获 1954 年诺贝尔物理学奖
狄拉克	1902—1984	1926 年提出全同粒子系统的量子统计法则(费米—狄拉克统计); 1927 年提出二次量子化理论, 为建立量子场论奠定基础; 1928 年建立相对论量子力学, 得出电子自旋; 他还预言反粒子的存在。与薛定谔共同荣获 1933 年诺贝尔物理学奖
泡 利	1900—1958	1925 年提出泡利不相容原理, 使量子理论成为解释元素周期表的基础。荣获 1945 年诺贝尔物理学奖
费 曼	1918—1988	提出路径积分法作为量子力学的第三种表述; 1948 年提出量子电动力学新理论方法等。荣获 1965 年诺贝尔物理学奖

三、原子核层次

原子核物理学起源于放射性的发现和研究, 依赖于探测仪器的发明和改进。1932 年以后逐步建立模型, 形成理论。20 世纪末, 中国科学院杨福家院士曾经指出: “如果把 1932 年发现中子作为原子核物理的开端, 至今 60 年已过去了。可是, 我们今天对原子核的了解, 还远远没有达到 60 年前对原子的了解程度。当前在原子核方面, 有许多前沿课题需要人们去探索和研究, 大片的处女地需要人们去开垦。”表 1.8 列出了人类探索原子核结构的主要历程和建立的主要物理模型。

表 1.8 原子核结构模型的形成与发展

代表人物	时期(年)	主 要 成 果
卢瑟福	1871—1931	1902 年将放射性辐射分为 α 、 β 、 γ 三种; 1909 年确定 α 粒子即氦核; 1919 年用 α 粒子轰击氮核, 实现首次人工核反应, 发现质子; 提出中子存在假说
查德威克	1891—1974	1932 年发现中子, 用质谱仪实验数据推算了中子质量, 分析了中子的性质。荣获 1935 年诺贝尔物理学奖
海森伯	1901—1976	1932 年提出第一个原子核(质子+中子)模型
费 米	1901—1954	1927 年提出费米—狄拉克统计, 1932 年提出原子核费米气体模型, 能够证明中子数与质子数相等的原子核最稳定。由于对中子核反应的研究和贡献荣获 1938 年诺贝尔物理学奖
尼尔斯·玻尔	1885—1962	1935 年提出原子核液滴模型, 能够计算核反应截面, 解释重核裂变等现象
玛丽·戈佩特·迈耶 简 森	1906—1972 1907—1973	借鉴原子壳层结构理论, 于 1949 年各自独立提出原子核壳层结构模型, 能够很好地解释核自旋和宇称。两人共同荣获 1963 年诺贝尔物理学奖
阿格·玻尔 莫特森 雷恩沃特	1922— 1926— 1917—1986	1952 年提出核结构集体模型(综合模型), 认为原子核中核子的运动可以分解为快速独立的粒子运动和相对较慢的总体转动和振动运动, 能够解释核磁矩、电四极矩等问题。三人共同荣获 1975 年诺贝尔物理学奖
其 他		1938 年惠勒等的 α 粒子模型; 1955 年尼尔逊的变形核壳层结构模型; 1974 年马朗仁等的中间玻色子模型(IBM-I, IBM-II)等