

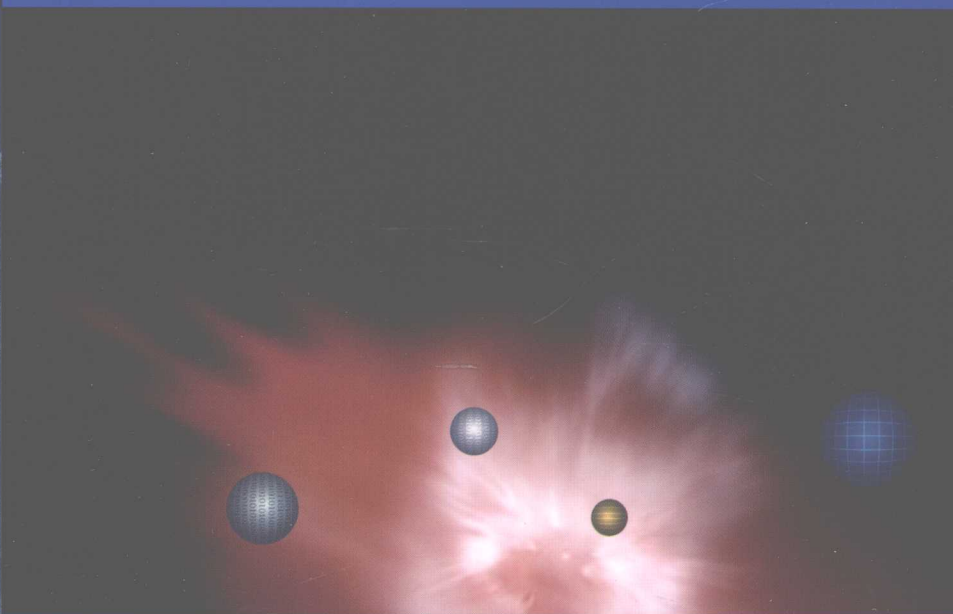


面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

原子物理学

第四版

杨福家 著



高等教育出版社



面向 21 世纪 课程 教材

Textbook Series for 21st Century



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

原子物理学

第四版

杨福家 著

010-28281118 杨福家 著
800-810-0528 杨福家 著
http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn
http://www.landsec.com
http://www.landsec.com.cn
http://www.widedu.com

010-28281000 杨福家 著
北京市西城区德胜门内大街4号
100011 杨福家 著
010-28281000 杨福家 著
北京印刷厂印刷
北京印刷厂印刷

1982年8月第1版
2008年4月第4版
2008年4月第1次印刷
34.90元

787×960 1/16
30.75
320 000

高等教育出版社

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，由杨福家教授主编，北京印刷厂印刷，北京印刷厂印刷。

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,第一版在全国优秀教材评选中荣获全国优秀奖,第三版被列入“面向 21 世纪课程教材”并荣获全国普通高等学校优秀教材二等奖。本次修订保持原书特色,在此基础上增加了一些科学史和人文内容;介绍了一些原子物理在高科技应用方面的新发展;更新了物理学常量等重要数据,并对部分内容作了精简,使本书内容更加充实、新颖。

全书从实验事实出发,以阐述原子结构为中心,联系原子物理学发展史,联系实际应用和科研前沿活动,深入浅出地讨论了原子物理学的基本内容,其中不少是作者的科研成果,学术水平较高。全书始终贯彻作者“培养智能”的编写意图,让学生了解前人是如何提出问题和解决问题的;并采用“言犹未尽”的讲授方法,培养学生提出问题和解决问题的能力。

本书可作为高等学校物理类专业原子物理课程的教材或参考书,亦可供有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

原子物理学/杨福家著.—4版.—北京:高等教育出版社,2008.4

ISBN 978-7-04-022994-3

I. 原… II. 杨… III. 原子物理学-高等学校-教材 IV. O562

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015451 号

策划编辑 高 建 责任编辑 马天魁 封面设计 刘晓翔 责任绘图 尹 莉
版式设计 马静如 责任校对 朱惠芳 责任印制 韩 刚

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 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 30.75
字 数 570 000

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 1985 年 8 月第 1 版
2008 年 4 月第 4 版
印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷
定 价 34.90 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 22994-00

序 言

本书是根据作者在复旦大学讲授原子物理学的讲稿修改和补充而成的。原子物理学是物理系和原子核科学系第四学期的一门基础课程,它既可作为普通物理学的最后一部分,又可看作学习近代物理的开始。

在讲授这门课程时,作者认为,作为一门大学课程,我们不仅要帮助同学积累一些知识,而且要特别提倡智能的培养。所谓智能,是指人们运用知识的才能;培养智能,主要是培养自学能力、思维能力、表达能力、研究能力和组织管理能力。如果只注重知识的积累,而不注意发展智能,那么,即使在头脑中有了一大堆公式、定理、概念,也不会灵活应用,不会独立地去积累更多的新知识,更不会有所创新。大学教学是否成功的标志之一,是看绝大多数同学是否经常在积极地思考,看他们在智能培养方面是否有明显的进步。

依照这样的精神,我们在本书中将随时给出一些不同深度的思考题,鼓励同学思考。我们主张采取“既讲清楚,又不讲清楚”、“言犹未尽”的讲授方法。应该力求讲清一些基本概念,使大多数同学经过思考即可容易地掌握这些知识。但对于已经学过的内容,我们提倡让同学自己去“温故而知新”的工作;对于我们认为同学们经过思考可以掌握的内容、可以导出的公式,则留给同学们自己去“温故而知新”;有时我们留一些“伏笔”,过几章之后再作解答。对于一些较难的问题,我们鼓励在学习上感到比较轻松的同学通过思考和阅读一些文献后作出回答,并写出读书报告。我们在本书中尽可能多地列出有关的文献资料,其中不仅有著名学者写的一些原作,而且还有很多通俗文章。担任本课程教授工作的教师有必要读一些比本书范围更广泛、更深入的一些著作。有兴趣的同学,可以学习查阅参考文献的方法,并从对参考文献的阅读中受到有益的启示。

我们在本书中还列出了一些有关的“世界难题”,让同学们在年青的心灵中留下一些问题,准备在今后的岁月里去寻求答案。

总之,作者认为,成功的教学必须诱发问题;听了课,读了书,只感到“听得舒服,读来都懂”是不够的,真正的收获还应该反映在有没有产生新的问题。正像物理学家韦斯科夫(V. F. Weisskopf)所描述的:

“我们的知识好比是在无边无际的未知海洋中的一个岛屿。这个岛屿变得愈大,它与未知海洋的接界也就扩展得愈广。”

知识的增长必然孕育着新问题的产生。为此,我们特别鼓励同学经常地相

互讨论,勇于提出问题,共同创造一个有浓厚学术气氛的学习环境。我国有一位教育家说过:“发明千千万,起点是一问”;量子力学的一位创始人也说过:“提出正确的问题,经常已解决问题的一大半了”,“科学扎根于讨论”。

对于本书在作数值计算时采用的单位,作者赞赏楚辞《卜居》里的半句话:“夫尺有所短,寸有所长。”或如俗语所说:“海水不可斗量。”如果我们把人的身高不是用米或厘米来表示,而是用公里或微米来表示,把人的体重不是用公斤或斤来表示,而是用吨或克来表示,那都属于笑话之例。我们将遵照国际单位制(SI)的各项原则,针对原子物理学范畴内的具体情况,在计算中广泛使用复合常数,从而使原子物理的数值计算变得特别简单。

在本书初版时,正值尼尔斯·玻尔(Niels Bohr)诞生一百周年(1985年)。作者要特别感谢奥格·玻尔(Aage Bohr)教授,他是新中国成立后最早访问我国的西方科学家之一,他在1962年对我国的首次访问打开了中丹科学家友好交往的大门。在他访问期间,达成了我国和西方国家进行学术交流的第一个协议。在他邀请下,作者自1963年以来有机会六次访问原子物理学的故乡——哥本哈根。丹麦玻尔研究所活跃的学术气氛给作者留下了深刻的印象,并从此产生对原子物理学的浓厚兴趣。奥格·玻尔教授及尼尔斯·玻尔夫人与作者的多次交谈,为本书提供了某些第一手资料。

尼尔斯·玻尔经常引用的、丹麦著名童话作家安徒生的诗句:“丹麦是我出生的地方,这里就是我的家乡,这里就是我心中的,世界开始的地方。”(着重点为玻尔所加)

曾鼓舞玻尔在人口不到500万的国家里建立起举世闻名的物理研究所,同样也鼓舞本书作者在古老文明的大地上为祖国的科教事业勤奋工作。

作者真诚地感谢杨振宁教授。在他的建议下,美国纽约州立大学石溪分校邀请作者访问了该校物理系。那一学期正值杨振宁教授为二年级大学生上近代物理课程,他生动的讲授方式及精彩的讲课内容给作者很大的启发。这无疑丰富了本书的部分内容。

作者由衷地钦佩李政道教授,他为培养中国青年一代物理学家费尽心机,并为发展我国的物理事业创建了“中国高等科技中心”。作者幸运地应聘为该中心的特别成员(1988年),为修改本书创造了良好的条件。

作者衷心感谢山崎敏光教授,在他的建议下,东京大学邀请作者在日本度过的一段愉快的时期,使作者惊奇地发现,日本著名的物理学家对我国的古老文化

有着十分深刻的理解,并能将我国古代哲学思想运用于物理学研究。

作者感谢陆福全、王炎森、陈建新、陆汉忠、曾宪周、徐克琇、苏汝铿等同志为本书作出的种种努力,没有他们的帮助,本书是很难这样快完稿的。对尼尔斯·玻尔富有研究的华东石油学院戈革教授为本书提供了珍贵的素材,作者深表谢意。

作者要感谢上百位同学,他们对思考题的各种精彩的回答,同样使本书增加了新的内容。

作者还要感谢加速器实验室的同志们的辛勤劳动,本书引用了他们作出的很多成果。

1986年全国原子物理学讲习班,曾以本书为中心组织讨论教学,与会同志对本书提出了很多宝贵意见。吉林大学刘运祚、复旦大学孙昌年、武汉工学院宋世榕、青海师范大学赵芸等同志以他们的教学实践为本书的修改作出了贡献。

本书初版时得到上海科技出版社同志的协助,修订再版及三、四版时又得到了高等教育出版社同志的帮助。王炎森、陆福全、承焕生、贾起民等教授对本书第三、四版的出版作出了特殊的贡献。在此一并致谢。

第四版增加了一些科学史和人文内容,以及原子物理的新应用、新发展,更新了物理常量等数据,并按目前教学情况对部分内容作了精简,从而使本书内容更充实、新颖,有利于高素质人才的培养。对第四版的修改,王炎森、陆福全两位教授作了关键性的贡献,特此致谢。也衷心感谢使用本书的许多教师提供了宝贵的经验与建议。

作者最后还要由衷地感谢长辈物理学家王淦昌、卢鹤绂、朱光亚、吴式枢、胡济民、钱三强、谢希德、虞福春等教授的支持与关心。

1996年 Fujia Yang(杨福家)& J. H. Hamilton 所著 *Modern Atomic & Nuclear Physics*, 在美国 McGraw-Hill Co. 出版。该书部分内容已为本书第三版采用。

1999年初,中路集团在复旦大学设立我国第一个命名的教授讲座,作者荣幸地被聘为“中路-尼尔斯·玻尔物理学讲座教授”。对中路集团公司这一富有远见的举措,作者深表敬意。

恳请读者对本书提出进一步的批评和建议,以便在下次再版时修正。

杨福家

初版前:1984年11月

再版前:1988年12月

三版前:1999年5月

四版前:2007年5月于复旦大学

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010)58581897/58581896/58581879

传 真: (010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100011

购书请拨打电话: (010)58581118

目 录

绪论	1
第一章 原子的位形:卢瑟福模型	6
§1 背景知识	6
电子的发现 电子的电荷和质量 阿伏伽德罗常量 原子的大小	
§2 卢瑟福模型的提出	12
§3 卢瑟福散射公式	14
库仑散射公式的推导 卢瑟福公式的推导	
§4 卢瑟福公式的实验验证	21
盖革-马斯顿实验 原子核大小的估计 * 关于小角处的卢瑟福公式	
* 180° 处的卢瑟福公式	
§5 行星模型的意义及困难	24
意义 困难 补注:定量估计举例	
小结	26
附录 1A 电学单位	27
习题	28
第二章 原子的量子态:玻尔模型	29
§6 背景知识	29
量子假说根据之一:黑体辐射 量子假说根据之二:光电效应 光谱	
§7 玻尔模型	42
经典轨道加定态条件 频率条件 角动量量子化 附注:数值计算法	
§8 实验验证之一:光谱	47
氢光谱 类氢光谱 肯定氦的存在 附注一:非量子化轨道 * 附注二:里德伯原子	
§9 实验验证之二:弗兰克-赫兹实验	54
基本想法 弗兰克-赫兹实验 改进的弗兰克-赫兹实验 结语	
§10 玻尔模型的推广	58
玻尔-索末菲模型 相对论修正 碱金属原子的光谱 题外话	
小结	65
附录 2A 知鱼乐	66
附录 2B 量子百年话创新	66

习题	71
第三章 量子力学导论	73
§ 11 玻尔理论的困难	74
§ 12 波粒二象性	75
经典物理中的波和粒子 光的波粒二象性 德布罗意假设 戴维孙-革末实验	
德布罗意波和量子态 一个在刚性匣子中的粒子 波和非定域性 评注	
§ 13 不确定关系	87
不确定关系的表述和含义 不确定关系的简单导出 应用举例 互补原理	
* 对第一章的补注:卢瑟福散射经典描述的条件	
§ 14 波函数及其统计解释	96
波粒二象性及概率概念 双缝干涉实验 态的叠加原理 干涉实验的解释	
评注	
§ 15 薛定谔方程	108
薛定谔方程的建立 定态薛定谔方程 应用举例	
* § 16 平均值与算符	121
平均值的求法 算符的引入 本征方程、本征函数和本征值	
* § 17 氢原子的薛定谔方程解	126
中心力场的薛定谔方程 电子在库仑场中运动 电子云图 评注	
小结	138
附录 3A 爱因斯坦的 A 、 B 系数	139
附录 3B 跃迁的选择规则	142
附录 3C 激光原理	143
附录 3D 原子单位(a. u.)	148
习题	148
第四章 原子的精细结构:电子的自旋	151
§ 18 原子中电子轨道运动的磁矩	151
经典表示式 量子表示式 角动量取向量子化	
§ 19 施特恩-盖拉赫实验	155
§ 20 电子自旋的假设	158
乌仑贝克与古兹米特提出电子自旋假设 朗德 g 因子 单电子的 g 因子	
表达式 施特恩-盖拉赫实验的解释	
§ 21 碱金属双线	164
碱金属谱线的精细结构:定性考虑 自旋-轨道相互作用:精细结构的定量	
考虑 补注:原子内部磁场的估计	
§ 22 塞曼效应	171
正常塞曼效应 塞曼谱线的偏振特性 反常塞曼效应 * 补注一:格罗春图	

* 补注二:帕邢-巴克效应	* 补注三:斯塔克效应	* 补注四:运动电场	结语
* § 23	氢原子能谱研究进展	190	
玻尔、索末菲、海森伯、狄拉克和兰姆	兰姆移位	双光子跃迁	
小结	200		
附录 4A	偶极矩	201	
附录 4B	磁共振	203	
参考文献	209		
习题	209		
第五章	多电子原子:泡利原理	211	
§ 24	氢的光谱和能级	211	
§ 25	两个电子的耦合	214	
电子的组态	$L-S$ 和 $j-j$ 耦合	两个角动量耦合的一般法则	选择规则
由电子组态到原子态			
§ 26	泡利不相容原理	219	
历史回顾	不相容原理的叙述	应用举例	补注:同科电子合成的状态
§ 27	元素周期表	226	
元素性质的周期性	壳层中电子的数目	电子组态的能量——壳层的次序	
原子基态	电离能变化的解释		
小结	240		
附录 5A	波函数的对称性与泡利不相容原理	241	
附录 5B	高电荷态离子	245	
附录 5C	分子结构和分子光谱	248	
习题	255		
第六章	X 射线	257	
§ 28	X 射线的发现及其波动性	257	
X 射线的发现	X 射线管	X 射线的波动性	X 射线的偏振
X 射线的衍射			
* 布拉格公式的进一步推导			
§ 29	X 射线产生的机制	268	
X 射线的发射谱	连续谱——韧致辐射	特征辐射(标识辐射)——电子内	
壳层的跃迁	特征辐射的标记方法	俄歇电子	电子跃迁诱发原子核激发
同步辐射			
§ 30	康普顿散射	280	
经典考虑	量子解释	物理意义	康普顿散射与基本常量
* 附注一:康普顿轮廓	* 附注二:逆康普顿效应		
§ 31	X 射线的吸收	288	
两类相互作用	光子与物质相互作用	X 射线的吸收	吸收限

扩展 X 射线吸收精细结构	296
小结	296
习题	298
第七章 原子核物理概论	299
§ 32 原子核物理的对象	299
原子的中心:原子核 历史回顾 原子核的组成 核素图	
§ 33 核的基态特性之一:核质量	305
“ $1+1 \neq 2$ ” 结合能 半经验质量公式 较完整的质量公式	
§ 34 核力	310
一般性质 核力的介子理论	
§ 35 核的基态特性之二:核矩	315
核自旋 核子磁矩 核磁矩 电四极矩 超精细相互作用	
* § 36 核模型	320
费米气体模型 核的壳层模型 集体模型	
§ 37 放射性衰变的基本规律	332
指数衰变律 半衰期 平均寿命 λ 是放射性核素的特征量 放射性活度 长半衰期的测定 简单的级联衰变 同位素生产	
§ 38 α 衰变	341
α 衰变的条件 α 衰变能与核能级图 * α 衰变的机制与寿命 附注 补注一:质子放射性和质子衰变 补注二: ^{14}C 放射性	
§ 39 β 衰变	348
β 衰变面临的难题 中微子假说 β^- 衰变 β^+ 衰变 轨道电子俘获 与 β 衰变有关的其他衰变方式 结语	
§ 40 γ 衰变	355
一般性质 内转换电子 同质异能跃迁 穆斯堡尔效应 几种衰 变特性的比较	
* § 41 核反应	361
几个著名的核反应 Q 方程 Q 方程应用举例 反应截面 复合核反应	
§ 42 裂变与聚变:原子能的利用	369
裂变的发现 裂变机制 自发裂变 裂变能量及其利用 轻核聚变 太阳能 ——引力约束聚变 氢弹——惯性约束聚变 可控聚变反应堆——磁约束	
小结	382
习题	384
* 第八章 超精细相互作用	386
§ 43 磁偶极超精细相互作用	387
一般表达式 单电子原子的磁超精细相互作用 氢原子的磁超精细结构 多电子原子的磁超精细结构 磁超精细相互作用引起原子核能级的分裂	

§ 44 电四极超精细相互作用	396
一般表达式 原子能级分裂的实例 电四极超精细相互作用引起核能级 的分裂	
§ 45 同位素移位与同质异能移位	399
质量效应引起同位素移位 核电荷体积效应引起同位素移位 核能级的 同质异能移位	
小结	401
习题	402
* 附录 I. 离子束分析	403
* 附录 II. 高能物理浅说	419
附表	452
I 物理学常量(数)	452
II 元素周期表	454
III 元素的基态能量	456
IV 原子半径	457
V 物质密度	458
VI 10 的幂词头	458
VII 一些核素的性质	459
习题答案(部分)	465
名词索引	468
人名索引(部分)	473

注:使用本教材,约需 72 学时.若去掉注 * 章节,则可减至 36 学时.教学时数在 36 ~ 72 之间的,可按实际情况舍取有关章节.

当您生活于实验室和图书馆的宁静之中时,首先应问问自己:我为自己的学习做了些什么?当您逐渐长进时,再问问自己:我为自己的祖国做了些什么?总有一天,您可以因自己已经用某种方式对人类的进步和幸福作出了贡献而感到巨大的幸福。

——巴斯德(Louis Pasteur,
1822—1895,法国生物学家)

* * *

我每天上百次地提醒自己,我的精神生活和物质生活都依靠别人(包括活着的人和死去的人)的劳动。我必须尽力以同样的分量来报答我领受了的和至今还在领受的东西,我强烈地向往着简朴的生活,并常常为发现自己占有了同胞过多的劳动而难以忍受。

——爱因斯坦

绪 论

物理学是研究物质运动的最一般规律和物质基本结构的科学。原子物理学,作为物理学的一个分支,主要研究物质结构的一个层次;这个层次,介于分子和原子核两层次之间,称之为原子(图1)。虽然原子概念的提出已有两千余年的历史,但是我们要讲授的原子物理学是在20世纪初开始形成的一门学科,它是随着近代物理学的发展而发展起来的。

“原子”一词来自希腊文,意思是“不可分割的”。在公元前4世纪,古希腊物理学家德谟克利特(Democritus)提出这一概念,并把它当作物质的最小单元。但

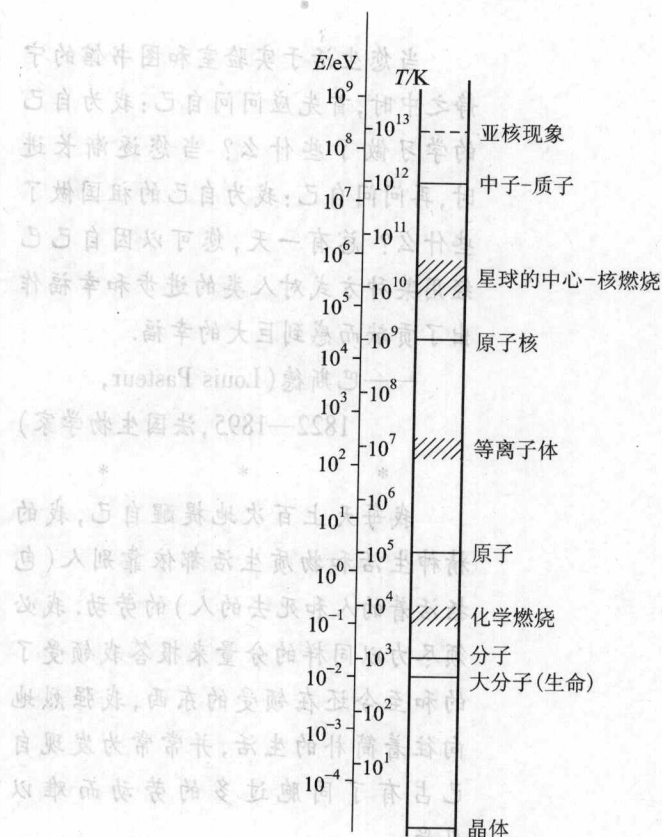


图1 量子阶梯

是,差不多同时代的亚里士多德 (Aristotle)、阿那萨古腊 (Anaxagoras) 等人却反对这种物质的原子观,他们认为,物质是连续的,可以无限地分割下去. 这种观点在中世纪时占优势. 但是,随着实验技术的发展,物质的原子观在 16 世纪之后,又为人们所接受,著名学者伽利略 (Galileo Galilei)、笛卡儿 (René Descartes)、玻意耳 (Robert Boyle)、牛顿 (Isaac Newton) 都支持这样的观点.

在我国,早在战国时期 (公元前 476—221 年) 就出现了与上面相类似的两

种观点. 主张物质不可无限分割的一派,最著名的是战国时期的墨家.《墨经》中曾记载:“端:体之无序最前者也.”意思是说:“端”是组成物体(“体”)的不可分割(“无序”)的最原始的东西(“最前者”).“端”就是原子的概念.“端”为什么不可分割呢? 因为“端是无同也”,意思是说,一个“端”里,没有共合的东西,所以不可分割.那时还有一个叫惠施的人,他说过,“其小无内,谓之小一.”意思是说,“小一”这东西不再有内,也就无法再分割了,即是最原始的微粒.战国时期

的儒家著作《中庸》比较明确地指出：“语小，天下莫能破焉。”儒家权威、宋代朱熹解释说：“天下莫能破是无内，谓如物有至小而可破作两者，是中着得一物在；若无内则是至小，更不容破了。”这里所说的“莫能破”、“无内”，也就是不可分割的意思。严复翻译的《穆勒名学》一书中，首次把原子(Atom)一词介绍到我国，当时他把 Atom 译为莫破，把 Atom Theory 译为莫破质点论。

主张物质可以无限分割的，以战国时期的公孙龙为代表，他说过一句名言：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”近几百年的物理学一直在考验这句话的正确性。公孙龙在两千多年前的臆想，正在不断地得到现代科学的支持。

19 世纪末，人们开始确切地认识到，原子只不过是物质结构的一个层次。导致这一结论的重要发现有*：

1806 年，法国普鲁斯脱(J. L. Proust)发现化合物分子的定组成定律；

1807 年，英国道尔顿(J. Dalton)发现倍比定律，并提出原子论；

1808 年，法国盖·吕萨克(J. L. Gay - Lussac)发现气体化合时，各气体的体积成简比的定律，并由之认为元素气体在相等体积中的重量应正比于它的原子量；

1811 年，意大利阿伏伽德罗(A. Avogadro)提出阿伏伽德罗假说：同体积气体在同温同压下含有同数之分子；

1826 年，英国布朗(R. Brown)观察到液体中的悬浮微粒作无规则的起伏运动，即所谓布朗运动；

1833 年，英国法拉第(M. Faraday)提出电解定律，并把化学亲和力归之为电力；

1869 年，俄国门捷列夫(Д. И. Менделеев)提出元素周期律。

在 1895、1896 和 1897 年，相继发现了 X 射线、放射性和电子(本书第一、六、七章)。这三大发现揭开了近代物理的序幕。电子的发现，以及接着提出的卢瑟福(E. Rutherford)的核式模型(1911 年)、玻尔(N. Bohr)的原子量子理论(1913 年)使原子物理学开始了新篇章。原子物理学的发展导致了量子理论的发展和量子力学的诞生；而高等原子物理学又在量子力学的基础上日益完善。

原子物理学，作为研究物质结构的一个层次的学科，与其他层次一样，都要回答：这一层次是由什么组成的，这些组成物是怎么运动的，它们又是怎么相互作用的。

我们在第一章里介绍原子的核式模型，即回答原子是由什么组成的，它的位形又是怎么样的。接着说明，从经典物理考虑，对于这样的位形，人们无法理解原子中电子运动的规律。在第二章，我们就介绍为克服经典困难而产生的、尼尔

* 请考虑：为什么选择这些“重要发现”？

斯·玻尔的伟大创造:首次把量子概念引入到原子领域,提出了量子态的概念,并得到实验的有力支持。至此,我们在考虑电子和原子核的相互作用时,把它们都看作点电荷(原子的粗结构)。在第三章,我们指出了玻尔理论的困难,阐明了量子力学诞生的必然性。在这里,我们力求从物理概念说明量子力学的本质,而把它的许多细节留在“量子力学”这门课程中。本节所介绍的一些量子力学的基本概念是后面各章学习的基础。在第四章,我们从实验事实出发说明引入“电子自旋”概念的必然性。它导致了原子的精细结构。虽然“自旋”这个名词在经典物理中并不陌生,但是,它在微观世界里却是一种崭新的运动形式,在经典物理中找不到它的对偶。在这一章的末尾,我们介绍对氢原子的认识是怎样一步步深化的。在第五章,我们把单电子体系推广到多电子,并用原子结构的现代观点解释元素周期性,其中的一个重要概念是泡利不相容原理。在第六章,我们介绍 1895 年发现的 X 射线,并从不同的实验事实确证 X 射线既有波动性又有粒子性。第七章,简单叙述原子中除电子外的另一个主要组成体——原子核。这一章可说是一门专门课程(原子核物理学)的缩影。第八章,介绍原子核的磁矩和电四极矩引起的原子和核的超精细结构,它现已发展为原子物理与原子核物理之间的一门边缘学科。

作为原子物理学在实际中应用的具体例子,我们在附录 I 专门介绍离子束分析技术,着重说明卢瑟福散射(第一章)、X 射线(第六章)和核反应方法(第七章)在材料分析中的应用。所举之例大多取自我校几年来的科研成果。为了照顾我国大学安排“原子物理学”这门课程内容的传统习惯,我们仍保留高能物理这一内容(附录 II),虽然它已完全属于另一层次的研究对象,且与原子物理并无直接的关系。

物理学是一门实验科学,原子物理学更是如此。本书努力贯彻“实验—理论—实验”的发展原则(请参阅本书目录以体会这一原则)。正如密立根(Robert Millikan)在 1923 年领诺贝尔物理奖时所说:

“科学靠两条腿走路,一是理论,一是实验。有时一条腿走在前面,有时另一条走在前面。但只有使用两条腿,才能前进。在实验过程中寻找新的关系,上升为理论,然后再在实践中加以检验”。

53 年后,在同一个讲台上,丁肇中教授在演讲一开始即强调实验的重要性,并希望“我的获奖,将唤起发展中国家的学生们对实验的兴趣”。

除了书中所引文献外,我们向读者推荐:

1. 与本书深度相当的:

[1] 威切曼. 量子物理学. 科学出版社, 1979

[2] 凯格纳克, 裴贝-裴罗拉. 近代原子物理学. 科学出版社, 1980

- [3] 韦斯科夫. 二十世纪物理学. 科学出版社, 1979
2. 比本书深一层、需量子力学为基础的:
 - [4] Woodgate G K. Elementary Atomic Structure. McGraw - Hill, 1970
 - [5] Weissbluth M. Atoms & Molecules. Academic Press, 1978
3. 深入浅出的科普读物:
 - [6] 韦斯科夫. 人类认识的自然界. 科学出版社, 1975
 - [7] 盖莫夫. 物理世界奇遇记. 科学出版社, 1978
 - [8] 盖莫夫. 从一到无穷大. 科学出版社, 1978
4. 物理学史:
 - [9] 王福山. 近代物理学史研究(一)(1983)、(二)(1986). 复旦大学出版社
 - [10] 王锦光, 洪震寰. 中国古代物理学史话. 河北人民出版社, 1981
 - [11] 郭奕玲, 沈慧君. 诺贝尔物理学奖一百年. 上海科学普及出版社, 2002
 - [12] 费米夫人. 原子在我家中. 科学出版社, 1979
 - [13] 塞格里. 从 X 射线到夸克. 上海科技文献出版社, 1984
 - [14] 戈革. 尼耳斯·玻尔. 上海人民出版社, 1985
 - [15] Crease R P, Mann C C. The Second Creation. MacMillan Pub. Co., 1986
5. 读者将经常从下列杂志中受益:
 - 物理. 科学出版社
 - 科学. 上海科技出版社
 - 自然杂志. 自然杂志社
 - 现代物理知识. 科学出版社