

原子核结构

第二卷 核形变

第一分册

A. 玻尔 B. R. 莫特逊 著

科学出版社

内 容 简 介

这一分册是 A. 玻尔和 B. R. 莫特逊所著《原子核结构》第一卷的第三章。第一卷的主题是单粒子运动。第三章主要阐述单粒子组态的量子数与波函数、粒子-空穴对称、能谱、电磁矩阵元、 β 衰变矩阵元、反应过程及亲系数等。在附录中扼要介绍单粒子波函数和矩阵元、粒子-空穴共轭、电磁相互作用矩阵元、 β 相互作用、核子转移反应和共振反应等。

本书可供核物理工作者及大学有关专业的高年级学生参考。

Aage Bohr, Ben R. Mottelson
NUCLEAR STRUCTURE
W. A. Benjamin, Inc., 1969

原 子 核 结 构

第一卷 第三分册

A. 玻尔, B. R. 莫特逊 著
钟 丹 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1977 年 10 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1977 年 10 月第一次印刷 印张: 5 1/2

插页: 1—620 插页: 糖 3 平 1

印数: 报平: 1—4,400 字数: 146,000

统一书号: 13031·544

本社书号: 797·13—3

布面精装本 1.80 元
定价: 报纸平装本 0.72 元

序 言

本书第一卷主要论述与单粒子运动相关的核性质；由于在原子核中还可能发生各种类型的集体形变，第二卷就处理与这种集体形变相关的核动力学问题。集体自由度和单粒子自由度构成原子核的元激发模式，它们是核动力学的两个相对立的侧面，在认识核结构的进程中，其中心课题就是如何协调地使用这两种概念。

关于原子核是由中子和质子构成的最初讨论，是根据独立粒子在一个集体中心场中的运动，这类似于描述原子结构所用的图象¹⁾，这种图象在描述原子结构时是非常成功的。由于在中子诱导反应中稠密窄共振谱的发现，使人们注意到核中各个粒子的运动之间有很强的耦合（见第一卷第二分册，174 页），这导致人们用类似于液滴振动模式的集体自由度来描述核的动力学，由此出现了新的发展方向（Bohr and Kalckar, 1937）。几年以后，裂变过程的发现为这种集体运动提供了明显的例子。

通过对核结合能和核矩已积累起来的例证的分析，使人确信核的壳结构是存在的，从而导致了一个新的重大转折（Haxel, Jensen, and Suess, 1949; Mayer, 1949; 也见第一卷第二分册，209 页）。人们面临的问题是如何调和单粒子自由度和集体自由度的同时出现，并且探索由它们之间的相互作用而引起的各种现象（Rainwater, 1950; Bohr 1952; Hill and Wheeler, 1953, Bohr and Mottelson, 1953）。

在用于描述核结构的框架的发展过程中，核密度和位场的形变概念是统一的元素。形变代表集体自由度，同时它又影响单个粒子的运动，因而它担负着集体运动本身的组织者的角色。在核

1) 在核结构的探索中，一个最早期的清晰的印象由第七次 Salvay 会议上的讨论给出的（Gamow, 1934; Heisenberg, 1934）。

系统中可能发生多种不同类型形变的作用,就构成了本卷的内容.

由于转动自由度特别简单,所以在分析原子核的集体运动时对转动的研究起了特殊的作用.(实际上,从天体力学到基本粒子谱,对于转动运动的回答一直是动力学概念发展的关键.)转动的特殊地位和关于转动谱的大量经验例证,促使我们把这种模式的处理作为本卷的第一个课题(第四章).

转动谱的发生是平衡形状偏离了球对称的原子核的特征(集体模式与自发对称破缺相关的).支配这些谱的简单定量关系,使我们有可能对非球形核中的单粒子运动作详尽的研究.在第五章中所讨论的这些分析,是对球形核所得到的单粒子运动的一个主要推广,同时也为探索转动和单粒子运动之间的耦合提供了基础.

第六章讨论了多种类型的集体振动模式和不同的元激发模式之间的多种耦合.写作这一章时经过了多次修改,反应了对这一广阔领域的了解不断增加和有可能借助于粒子-振动耦合得到高度统一的理论框架.

按原来计划,曾设想借助于单核子运动来对集体模式进行分析作为第三卷的内容,并拟通过研究组态中包含少数核子的相互作用效应而引入它.但第二卷的发展导致了在分析粒子-振动耦合之后直接引入集体运动微观理论.由于计划的这种改变,使得前两卷独立地自成系统,同时对于核动力学描述比原来设想的更为综合与全面²⁾.

和第一卷一样,第二卷的材料分为正文(文)、图例(图)和附录(附).这些图例,特别是在第六章中,在某种程度上起到了扩充的作用,因为为了对许多问题展开讨论而又不打断正文叙述的连贯性,利用这些图例的篇幅是必要的.

在本卷准备过程中,我们得到了许多同事们的有益的批评、讨论和直接帮助.我们和读者都要特别感谢 Peter Axel,如果没有他的耐心和富于想象力的建议,本卷的叙述将是非常费解的.我

2) 当读者在第一卷中遇到参考第三卷时,应从第二卷的题目索引中查阅相关问题的讨论.

们和读者也应特别感谢 Ikuko Hamamoto, 她对本卷全部材料作了透彻的检查, 这既是对我们的一个鼓舞, 又是对问题的澄清和内容的一致性的一个巨大贡献。对于 Berter Lohmann Andersen, Sven Bjørnholm, Ricardo Broglia, Sven Gösta Nilsson, David Pines, John Resmussen, Vilen Strutinsky 和 Wladek Swiatecki 的有益讨论和建议, 我们在此表示感谢。

在写作本书的十五年以上的艰苦奋斗的岁月中, 能有由 Lise Madsen, Henry Olsen 和 Sophie Hellmann 组成的出色小组一贯的、有力的支持, 对我们来说是莫大的幸运。我们要特别对 Sophie Hellmann 表示赞赏, 她虽然年过八十, 但仍以充沛的精力和巨大的热情而起了出色的作用; 为了表示我们的感激和敬佩, 对于和她在一起工作所给予我们的愉快和鼓舞, 在此再次深表感谢。

A. 玻尔

B. 莫特逊

1975 年 6 月于哥本哈根

内 容 简 介

这一分册是 A. 玻尔和 B. R. 莫特逊著《原子核结构》第二卷的第四章和第五章。第二卷的主题是原子核的集体转动与振动以及单粒子运动与集体自由度的耦合。第四章主要阐述原子核的转动运动,分析了转动运动的出现,形变的对称性与转动自由度,轴对称核的能谱与跃迁强度,轴对称核的转动与内禀运动的耦合,非轴对称系统的能谱等。附录中介绍了粒子-转子模型。第五章叙述非球形核中的单粒子运动,描述椭球势中粒子的定态运动,奇A核能谱的分类以及矩与跃迁。附录中扼要介绍了非球形系统的散射。

本书不仅对所讨论的课题作了系统深入的阐述,而且反映了作者的许多深刻的观点。本书可供核物理研究人员、研究生及大学有关专业的高年级学生参考。

Aage Bohr, Ben R. Mottelson

NUCLEAR STRUCTURE

Vol. II Nuclear deformation

W. A. Benjamin, Inc., 1975

原 子 核 结 构

第二卷 核形变

第一分册

A. 玻尔, B. R. 莫特逊 著

兰州大学物理系

近代物理研究所 译校

原子能研究所

责任编辑 荣毓敏

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982 年 5 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1982 年 5 月第一次印刷 印张: 10 5/8

印数: 精 1—1,400 插页 精 2

平 1—1,800 字数: 279,000

统一书号: 13031·1820

本社书号: 2478·13—3

定价: 布面精装 2.95 元

平 装 2.00 元

科技新书目: 18—精31 平32

原子核结构

第二卷 核形变

第二分册

A. 玻尔

B. R. 莫特逊

卓益忠 杨立铭等译

科学出版社
样书

科学出版社

(第1版) 1988年10月第1次印刷

(第1版) 1988年10月第1次印刷

元 00.8 每册定价

B

497528

北京图书馆
藏书

内 容 简 介

这一分册是 A. 玻尔和 B. R. 莫特逊著《原子核结构》第二卷的第六章。第二卷的主题是原子核的集体运动与振动以及单粒子运动与集体自由度耦合,第六章主要阐述振动谱,分析简谐振动、核振动的正规模式、多极振子强度的和规则、粒子-振动耦合、振动的非简谐性、各种模式的耦合。在附录中介绍了振动和转动的液滴模型,多维四极谐振子,最后有全书(第一卷,第二卷)的索引。参加本书翻译的有张锡珍,倪兆荇,卓益忠,杨立铭,杨泽森,孙洪洲,曾谨言,齐辉,杨新华,程檀生,成珊,钟毓澍,吴崇试,林纯镇,周治宁。

本书不仅对所讨论的课题作了系统深入的阐述,而且反映了作者的许多深刻的观点。本书可供核物理研究人员、研究生及大学有关专业的高年级学生参考。

Aage Bohr, Ben R. Mottelson
NUCLEAR STRUCTURE
Vol. II Nuclear deformation
W. A. Benjamin, Inc., 1975

原 子 核 结 构

第二卷 核形变

第二分册

A. 玻尔 B. R. 莫特逊 著

卓益忠 杨立铭 等 译

责任编辑 荣毓敏

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 8 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1988 年 8 月第一次印刷 印张: 14 3/8

插页: 精 1—490 插页: 精 2

印数: 平 1—880 字数: 382,000

ISBN 7-03-000560-0/O·143(精)

ISBN 7-03-000368-3/O·101(平)

定价: 布面精装 8.00 元

平 装 6.50 元

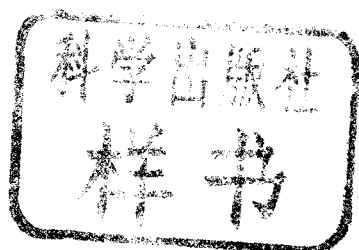
科技新书目, 170-063(平) 064(精)

原子核结构

第一卷 第二分册

A. 玻尔 著
B. R. 莫特逊

北京大学物理系原子核理论组 译



科学出版社

1976



A 15000

内 容 简 介

这一分册是 A. 玻尔和 B. R. 莫特逊所著《原子核结构》第一卷的第二章。第一卷的主题是单粒子运动。第二章主要阐述原子核的大块性质、原子核壳层结构的证据、原子的种类和丰度、平均核、位势以及核子相互作用及核势等。在附录中扼要地介绍了粒子数表象、产生和湮灭算符、能级密度、随机矩阵以及强度函数现象等及其在核物理学中的应用。

本书可供核物理研究人员及大学有关专业的高年级学生参考。

Aage Bohr, Ben R. Mottelson

NUCLEAR STRUCTURE

W. A. Benjamin, Inc., 1969

原 子 核 结 构

第一卷 第二分册

A. 玻尔, B. R. 莫特逊 著

北京大学物理系原子核理论组 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976 年 8 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1976 年 8 月第一次印刷 印张: 5 3/4

印数: 道精 1—3,920 插页: 精 4 平 2

报平 1—3,700 字数: 155,000

统一书号: 13031·422

本社书号: 635·13—3

定价: 布面精装本 1.90 元

报纸平装本 0.76 元

原子核结构

第一卷 第三分册

A. 玻尔 著
B. R. 莫特逊

钟丹译

科学出版社

1977



A517298

目 录

第二章 独立粒子运动	155
§ 2-1 原子核的大块性质	155
2-1a. 原子核的大小	155
2-1b. 核子平均自由程	156
2-1c. 动量分布(费密气体近似)	157
2-1d. 核结合能	158
2-1e. 对能	161
2-1f. 同位旋量子数	162
2-1g. 核位势	164
2-1h. 费密气体的反对称化波函数	167
2-1i. 激发谱的统计特点	171
§ 2-1 的示例	176
§ 2-2 原子核壳层结构的证据	209
2-2a. 结合能	210
2-2b. 偶-偶核的激发能	211
2-2c. 能级密度	211
§ 2-2 的示例	212
§ 2-3 原子核的种类和丰度	216
2-3a. 原子核的稳定性	216
2-3b. 相对丰度和核起源	220
§ 2-3 的示例	224
§ 2-4 平均核位势	230
2-4a. 单粒子能级序列, 自旋-轨道耦合	230
2-4b. 单粒子强度函数	233
2-4c. 光学模型	235
§ 2-4 的示例	242
§ 2-5 核子相互作用与核势	264
2-5a. 核子相互作用的主要特点	264
2-5b. 核势与核子相互作用的关系	275

2-5c. 核物质理论	287
§ 2-5 的示例	288
附录 2A 反对称乘积态, 产生与湮没算子	298
2A-1 反对称波函数	298
2A-2 费密子产生算符的性质	299
2A-3 单粒子算符	302
2A-4 二粒子算符	303
2A-5 粒子传递算符	304
2A-6 x 表象	304
2A-7 密度矩阵	305
2A-8 玻色子的产生算符	306
附录 2B 能级密度的统计计算	308
2B-1 能级密度函数及其拉普拉斯变换	308
2B-2 拉普拉斯变换的逆变换	310
2B-3 单粒子态的平均填充数	313
2B-4 用准粒子激发描写能谱	313
2B-5 能级密度计算的热力学解释	316
2B-6 由附加量子数标记的能级密度的计算	317
附录 2C 用无规矩阵表示涨落	323
2C-1 二维矩阵矩阵元的无规分布	323
2C-2 本征值与本征函数的分布	325
2C-3 大维数的矩阵	328
附录 2D 强度函数现象的模型	332
2D-1 表象的选择	332
2D-2 对角化	333
2D-3 常数矩阵元的强度函数	333
2D-4 耦合过程的时间相关描述	335
2D-5 强度函数的第二矩	335
2D-6 中间耦合阶段	336
2D-7 计算非常数矩阵元的强度函数	336

目 录

第三章 单粒子组态	339
§ 3-1 量子数与波函数 粒子-空穴对称	339
3-1a. 单粒子态	339
3-1b. 空穴态, 粒子-空穴共轭	341
3-1c. 粒子和空穴态的同位旋	343
§ 3-1 的示例	344
§ 3-2 能谱	347
§ 3-2 的示例	352
§ 3-3 电磁矩的矩阵元	363
3-3a. 四极矩及 E2 跃迁几率	363
3-3b. 磁矩	366
3-3c. 其他电磁矩	371
§ 3-3 的示例	372
§ 3-4 β 衰变矩阵元	377
3-4a. 允许跃迁	377
3-4b. 禁戒跃迁	381
§ 3-4 的示例	381
§ 3-5 反应过程 亲系数	386
3-5a. 单粒子转移反应	386
3-5b. 共振反应	388
§ 3-5 的示例	388
附录 3A 单粒子波函数和矩阵元	393
3A-1 自旋和轨道耦合	393
3A-2 单粒子算符的矩阵元计算	396
附录 3B 粒子-空穴共轭	402
3B-1 费密子体系的粒子和空穴描述	402
3B-2 单粒子算符的矩阵元	406
3B-3 二粒子算符的矩阵元	409

附录 3C	电磁相互作用矩阵元	416
3C-1	场与流的耦合	416
3C-2	辐射过程	417
3C-3	与带电粒子的相互作用	420
3C-4	自由核子的电荷密度和流密度	422
3C-5	单粒子矩阵元	425
3C-6	流中的相互作用效应	428
附录 3D	β 相互作用	436
3D-1	弱相互作用过程和弱流	436
3D-2	β 流的对称性质	440
3D-3	β 流的非相对论形式	445
3D-4	多极矩	449
3D-5	ft 值	455
	附录 3D 的例证	459
附录 3E	核子转移反应	466
3E-1	单核子转移	466
3E-2	两个粒子转移	472
附录 3F	共振反应	474
3F-1	共振散射的一般特性	474
3F-2	单粒子运动共振参数的计算	485
参考文献		497

目 录

序 言	i
第四章 转动谱	513
§ 4-1 量子体系中集体转动的发生	513
§ 4-2 形变的对称性、转动自由度	515
4-2a. 与空间转动相联系的自由度	516
4-2b. 轴对称的结果	518
4-2c. $\mathcal{R}$ 不变性	519
4-2d. $\mathcal{D}$ 和 $\mathcal{T}$ 对称性	523
4-2e. 破坏 $\mathcal{D}$ 或 $\mathcal{T}$ 对称性的形变	524
4-2f. $\mathcal{R}$, $\mathcal{D}$ 对称性的组合	525
4-2g. 同位旋空间中的转动	530
§ 4-3 轴对称核的能谱和强度关系	532
4-3a. 转动能量	533
4-3b. 在同一转动带中的 $E2$ -矩阵元	553
4-3c. 同一转动带中的 $M1$ 矩阵元	563
4-3d. 矩阵元的一般结构	567
§ 4-3 的示例	571
§ 4-4 轴对称核中转动与内禀运动的耦合	659
§ 4-4 的示例	668
§ 4-5 非轴对称体系的转动谱	691
4-5a. 偶 A 体系的对称分类	692
4-5b. 能谱	696
4-5c. 具有小的非轴对称体系	701
4-5d. 对于奇 A 核的对称性分类	703
4-5e. 具有大的 I 值的状态	705
§ 4-5 的示例	709
附录 4 A 粒子-转子模型	714
4A-1 耦合体系	714

4A-2	绝热近似	715
4A-3	非绝热效应	718
第五章	非球形核中的单粒子运动	728
§5-1	旋转椭球势中粒子的定态运动	728
5-1a.	原子核平衡形变的对称性和形状	728
5-1b.	形变势	729
5-1c.	单粒子波函数的结构	731
§5-1的示例		734
§5-2	奇 A 核能谱的分类	755
§5-3	矩和跃迁	758
5-3a.	单粒子转移	758
5-3b.	单粒子矩和跃迁	759
5-3c.	对转移和 α 衰变	762
5-3d.	粒子与转动的耦合	763
§5-3的示例		768
附录 5 A	非球形系统的散射	838
5A-1	利用耦合道的处理	838
5A-2	绝热近似	841