

Niels Bohr



尼耳斯·玻尔集

第四卷 周期系

1920-1923

戈 革 ○ 译



华东师范大学出版社

尼耳斯·玻尔集

第四卷

周期系

1920-1923

J·汝德·尼耳森 编 戈 革 译

华东师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

尼耳斯·玻尔集. 第4卷, 周期系: 1920~1923/
(丹)玻尔(Bohr, N. H. D.)著;戈革译. —上海: 华
东师范大学出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5617-9557-6

I. ①尼… II. ①玻… ②戈… III. ①玻尔,
N. H. D. (1885~1962)—文集②原子结构—文集 IV.
①Z453.4②O562.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 108389 号

尼耳斯·玻尔集 第四卷 周期系(1920—1923)

著 者 (丹麦)尼耳斯·玻尔
译 者 戈 革
策划编辑 王 焰
特约策划 黄曙辉
项目编辑 庞 坚
审读编辑 沈毅骅
装帧设计 高 山

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 上海中华商务联合印刷有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 29.5
字 数 515 千字
版 次 2012 年 6 月第 1 版
印 次 2012 年 6 月第 1 次
印 数 1—1500
书 号 ISBN 978-7-5617-9557-6/O·220
定 价 116.00 元(精)

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

The Periodic System (1920 – 1923), Volume 4 (Niels Bohr Collected Works)

Copyright © North-Holland Publishing Company, 1977

Simplified Chinese translation copyright © East China Normal University Press Ltd, 2012

This edition published by agreement with Niels Bohr Archive.

All rights reserved.

上海市版权局著作权合同登记 图字：09 - 2010 - 703 号



1922 年的尼耳斯·玻尔

译者说明

1. 本书作者可以说是科学史上一位“大名垂宇宙”的人物。他的生平，见本书第一卷所载其得意门生雷昂·罗森菲耳德撰写的《传略》；他的科学-哲学思想应该由科学史界和科学哲学界进行广泛深入的讨论和研究，所以在此不以个人的一己之见加以评论。

2. 本书所收的文章和书信，除英文者外，还附有丹麦的或其他语种的原文。译本主要据英文部分译出（有些书信只有德文本或法文本，也分别译出），其他语种的原文，一律略去不排，以省篇幅。德、法文部分的翻译，得到许多同志的大力协助，已分别标出，以示感谢。

3. 人名译法：有通用译法者尽量采纳通用译法，但也有少数例外；索引中已有者，正文中不再附注原文。人名译法尽量做到了全书（所有各卷）一致。

4. 中译本排列次序一依外文版原书。

5. 外文版原书中的少数印刷错误或明显的笔误，都在译本中作了改正，一般不再附注说明。

6. 中译本中的边码均为外文版原书中的页码。

7. 中译本中的脚注参照外文版原书，中译者注另行标出。

8. 表示量、单位的符号一般照录原书，不强求与现行标准相合。

第四卷前言

V

正如在第三卷前言中所谈到的,尼耳斯·玻尔在1918年到1923年底这段时间内的研究具有一种双重的目的:发展一种逻辑合理而又合用的量子论和确定原子的结构,并从而解释各元素的物理性质和化学性质.在第三卷中,提供了玻尔主要为处理量子论而制订的论文和稿本.本卷包括的是他的处理原子结构问题的论文和稿本.这些是和包括在第三卷中的论文密切相关的;因为,正如玻尔所反复强调的,为了理解现象,理论是必要的,而另一方面,为了提示一种理论,仔细地研究现象也是必要的.

在1920年到1923年这一期间,虽然对量子论的不足之处玻尔越来越明了,但是他对原子结构的解释却在这一期间达到了一个顶峰,而且对物理学和化学的发展产生了深远的影响.

既然编入本卷中的某些最重要的论文起初是作为演讲提出并保留了讲稿的形式的,补充着实验资料的辛苦分析的那些数学计算(大多数都相当简单)一般就没有包含在这些论文之内.

也像在第三卷的情况一样,本卷分为两编.第一编包括已发表的论文和一些未发表的稿本,前面有一篇引言,第二编提供引言中引用了的那些信件的原文本.少数几封丹麦文的信件都附有(英文)译文.虽然这些信件中未经引用的部分可能和玻尔关于原子结构的工作关系不大或毫无关系,但是它们却是玻尔参加讨论了20年代初期向物理学家们提出挑战的大多数问题的一种证据.

在这一卷的准备工作中,我们曾在各方面得到D·H·D·罗莱尔教授、E·鲁丁格尔和K·斯托尔岑伯格的专门意见的协助.L·玛德森女士和俄克拉何马大学打字社曾经提供了精心的打字稿.S·赫尔曼夫人在从尼耳斯·玻尔文献馆取得和准备材料方面,以及在她的出版服务及广泛校订稿件方面都提供了无可估价的协助.印刷工作仍是由北荷兰出版公司很精巧地完成的.

VI

本研究所愿意对卡尔斯伯基金会的持久不衰的慷慨支持表示感谢；这种支持对于本书本卷的编辑印行也像对于以前各卷的编辑印行一样是具有决定重要性的。

尼耳斯·玻尔研究所

目 录

译者说明	(5)
第四卷前言	(7)
目录	(9)

第一编 原子结构

引言	(3)
1. 玻尔在哥本哈根物理学会发表的演讲(1920年12月15日)	(6)
2. 原子结构,致《自然》的信(1921年3月24日)	(9)
3. 我们现在的原子知识(1921年)	(13)
4. 索尔威报告的后半部分(1921年)	(13)
5. 原子结构,致《自然》的信(1921年10月13日)	(17)
6. 各元素的原子结构及其物理性质和化学性质,1921年10月18日 在哥本哈根物理学会和化学会的一次联席会议上的演讲	(19)
7. 在哥廷根发表的关于原子结构理论的七篇演讲(1922年6月 12—22日)	(21)
8. 论周期系的解释,在瑞典乌普萨拉召开的第二届北海地区物理 学会议(1922年8月24—26日)上的演讲摘要	(23)
9. 诺贝尔奖(1922年)	(24)
尼耳斯·玻尔在斯德哥尔摩宴会上接受了诺贝尔奖以后的致辞	(24)
10. 铪的发现(1922年)	(28)
11. X射线谱和元素周期系(和D·考斯特尔合撰,1923年)	(30)
12. 线光谱和原子结构(1923年)	(32)
13. 氦问题(1916—1923年)	(34)
14. 梅恩·斯密兹和斯通诺尔提出的对原子中电子分布的修正 (1924年)	(37)

I. 关于原子结构的一些考虑. 在哥本哈根物理学会的演讲 (1920 年 12 月 15 日)	(40)
我们的原子知识	(41)
关于原子构造的若干考虑	(43)
演讲正文	(46)
II. 原子结构(1921, 3 月)	(63)
III. 我们现在的原子知识(1921)	(70)
IV. 索尔威报告后半部分的摘要(1921)	(75)
V. 原子构造(1921)	(81)
§ 1. 各元素线系光谱的诠释, 原子束缚电子的过程的普遍考虑	(82)
§ 2. 氦	(98)
§ 3. 论周期系第二周期中的元素	(111)
§ 4. 对应原理	(116)
§ 5. 论周期表的一般诠释	(120)
VI. 原子结构(1921, 10 月)	(137)
VII. 各元素的原子结构及其物理性质和化学性质(1921—1922)	(140)
VIII. 关于原子结构理论的七篇演讲(哥廷根, 1922)	(198)
IX. 论周期系的解释(1922)	(266)
X. 原子的结构(1922)	(269)
XI. X 射线谱和元素周期系(和 D·考斯特尔合撰, 1923)	(297)
XII. 线光谱和原子结构(1923)	(324)
XIII. 原子(1926)	(362)

IX

第二编 通信选(1920—1924)

引言	(377)
M·玻恩	(378)
D·考斯特尔	(383)
P·艾伦菲斯特	(388)
A·爱因斯坦	(390)
P·S·艾普斯坦	(393)
K·法扬斯	(395)
J·弗兰克	(397)
H·考诺恩	(404)

W·考塞耳	(408)
R·拉登堡	(411)
A·朗德	(418)
I·朗缪尔	(423)
H·A·洛伦兹	(426)
J·C·马克楞南	(427)
C·W·奥席恩	(429)
A·汝宾诺维兹	(431)
E·薛定谔	(435)
A·索末菲	(438)
尼耳斯·玻尔文献馆所藏稿本简目	(441)
(关于对应原理的应用和周期系的诠释的文件)	(441)
索引	(451)

第一编 原子结构 >>>>

引 言

J·汝德·尼耳森

尼耳斯·玻尔《论线光谱的量子论》一文的前两部分是在 1918 年发表的*；他在该文的引论中宣称，该文还将包括另外两部分，第三部分处理多电子元素的光谱理论，而第四部分则处理这些元素的原子结构和分子结构。虽然玻尔花了许多精力来修改他的第三部分的早期底稿，但是 1918 年以后几年中的量子论的发展却是如此之快，以致他无法完成修改工作，从而第三部分就在 1922 年在原始的形式下发表了**。但是，《玻尔集》第三卷的大部分是处理所想到的主题的。《论线光谱的量子论》的第四部分从来没有完成***。在一定意义上，本卷可以说包含了当在 1918 年宣布第四部分的主题时所或多或少模糊地想到的一部分材料。

玻尔的进展起初是缓慢的，但是，在将近 1920 年的年底时，重要的进展开始以较快的速率出现了。在描述这些进展以前，我们将通过玻尔通信中的少数摘录来阐明当这一发展刚刚开始出现时他的观点是什么。

在 1920 年 6 月 18 日，鲁道夫·拉登堡写信告诉玻尔说，他曾在哈雷的本生会议上作了有关原子结构和周期系的报告：

4

而且在讨论中提出了关于您的(从 1913 年以来)确定元素中电子排列的尝试和考塞耳于 1916 年提出的排列建议之间的差别问题。我现在能否问问您对考塞耳的概念有些什么想法？他的概念是：卤族元素 F、Cl、Br、I 在它们的简单化合物中(例如在和碱金属相化合时)将通过俘获单独一个电子而采取外层有八个电子的那种特别稳定的稀有气体组态，正如碱金属通过失去一个电子而采取那种组态一样……确实，在我看来，玻恩关于卤族元素

* 见第三卷原第 65 页。

** 见第三卷原第 167 页。

*** 其片段底稿见第三卷原第 185 页。

及硫的电子亲合势的计算,就是这种观念的有力支持……或者,您是否仍然更喜欢您那认为稀有气体的外壳层中有两个电子的老看法呢?……

玻尔于1920年7月16日给拉登堡写了复信.既然这封复信很清楚地表明了他在1920年年中前后的观点,我们现引用信的译文如下:

亲爱的拉登堡教授:

在回复您的亲切来信时,我必须首先深表抱歉;由于形势所迫,我迟至现在才能回信.至于所询我对各元素的原子构造的看法,我必须承认我认为任何观念都还没有足够肯定得使我们能够采取一个确定的立脚点.无论如何,就这一点来说,我的早期论文中的那些考虑必须看成一种试探性的摸索.问题的困难特别在于如何合理地利用所提出的不同电子组态来解释所谈元素的化学性质.事实上,这不但取决于组态的几何特点,而且首先取决于它的稳定性.且不谈从许多方面强调了的电子环假设在解释晶体性质、带光谱、电离电势等等时所遇到的那些困难,仅仅由于不够稳定,这种假设看来就是应该放弃的,从而我们就不得不考虑原子中电子的更加复杂得多的运动.但是,直到这种运动的某一确定事例已经被彻底研究了为止,特别是到它在稳定性方面被彻底研究了为止,看来要就这种运动在化学性质问题上的应用表示最后的意见总是困难的.

5 至于您那个关于稀有气体的原子构造的特殊问题,我相信考塞耳那样的考虑并不像人们初看起来所倾向于相信的那样是一种有分量的论证,而且我认为这一问题只有当进行了更加透彻得多的考察之后才能解决,而这样的考察是至今还没有作出的.

我为这些论述的形式简略而深致歉意,不过我希望它们是表示了我的观点的倾向的.致以亲切的问候.

您的忠实的
N·玻尔

拉登堡于1920年8月27日致函感谢玻尔的复信,并且写道:

……我完全同意您的看法,稳定性的考虑是起决定作用的.但是,只要人们还不能说出关于电子运动细节的任何肯定的东西,我却相信,根据关于各元素的化学性质和物理性质的大量实验数据并借助于周期系,人们是能够得出某些预备性的结论并叙述某些要点,即能用的假说的……在目前,我

发现稀有气体组态的稳定性的化学理由是使人信服的……*

在1920年9月29日,克喇摩斯通知拉登堡说玻尔早已起草了给他的复信,但是他因为一直没能抽出时间来修改信稿,而且他现在又已经去短期休假,所以他要求克喇摩斯把信稿寄去.玻尔在这篇信稿中写道:

在答复您的亲切来信时我愿意首先指出,尽管,……我认为……我们对运动的条件和稳定性还了解得不够,还不足以对电子组态问题作出决定,但是我当然同意您的观点,即试着用化学现象所提供的类例来进行工作是极其有用的,而且在这方面我对考塞耳的和别人的工作评价很高;但是,我感到自己因为一个信念而十分谨慎,那就是,化学稳定性的解释这一整个问题毕竟不能看成主要是一个几何学的问题,而却必须设想成一个动力学的问题……**

正如在第二卷和第三卷中所提到的***,在1916年秋天,玻尔和克喇摩斯曾6
经对氢原子的结构和力学进行了广泛的计算.特别说来,他们曾经发现了两类不同的定态,他们相信这两类定态就能解释观察到的这一元素的两个不相组合的谱项组的存在.玻尔在1919年4月间访问莱顿时曾对这一工作进行了简略的说明,但是它的发表却是被推迟了的.

在1919年,A·朗德发表了一篇关于氢的结构的论文(Phys. Zeitschr. 20 (1919)228),这篇论文至少在表面上是和玻尔及克喇摩斯的工作相似的.这就导致了玻尔和朗德之间的重新通信.在1920年年初,朗德把他的“未公开稿”的摘录的样本寄给了玻尔,而玻尔在2月24日的一封信中感谢了他;在这封信中,玻尔简略讨论了朗德关于氢的工作和克喇摩斯及他自己的关于氢的工作之间的不同.他写道:

……我们文章的发表可惜比我当时设想的拖延得更久****,因为克喇摩斯的康复比我所希望的历时更长,而且因为我在这一期间曾经不得不忙于其他工作.现在我又在做这些方面的工作了,从而我希望……搁置了这么久的克

* 信的全文见本卷原第712页.

** 信稿全文见本卷原第713页.

*** 见第二卷第三编第6节和第三卷原第3页.

**** [玻尔提到了致朗德的一封长信,日期为1919年6月26日.]

喇摩斯和我自己的关于氦光谱的联合著作都将很快地问世…… *

在 1920 年 4 月间,玻尔和朗德在柏林见了面;当时玻尔在那里对德国物理学会发表了演讲.在 7 月 25 日,朗德在致玻尔的一封信中附寄了一篇打字稿,标题为《论立方原子(“Würfelatome”)、周期系和分子结构》;他写道,该文

……总结了我关于空间原子结构的动力学的研究,并由此得出了一系列推论……如果您感兴趣,我将很高兴亲自来哥本哈根向您报告……††

在 7 月 29 日,玻尔邀请朗德对哥本哈根物理学会发表演讲.朗德在 10 月间来了,并且关于具有空间对称性的原子发表了演讲,而且和玻尔及克喇摩斯讨论了氦的问题.虽然玻尔不能接受朗德的计算,但是和朗德进行的讨论却无疑地给玻尔关于多电子原子结构的工作提供了动力.

7

1. 玻尔在哥本哈根物理学会发表的 演讲(1920 年 12 月 15 日)

大约在朗德来访的同时,玻尔对哥本哈根的某些同道提到他已经找到了氦的亚稳态的一种解释,从而他就在 1920 年 12 月 15 日对物理学会发表了演讲.这篇演讲代表了玻尔在解释多电子原子结构的努力方面的一个里程碑.这篇演讲从来没有印行过;但是尼耳斯·玻尔文献馆中却有一篇手写稿,显然是在发表演讲以后不久向 O·克莱恩口授的.这篇底稿相当粗略;其中一部分是用铅笔写的,缺少两页,而且稿子显然未经玻尔改正过.此外还有两个片段,标有“Fysisk Forening 1920”(物理学会,1920)字样.其中一份包括三页打字稿和一页手写稿,并标有“Nogle Betragtninger over Atomernes Bygning”(关于原子构造的若干考虑)的字样;相信这是打算用作演讲的引论,而且可能是在发表演讲以前写成的.另外一份包括 $2\frac{1}{2}$ 页打字稿,标有“Om vort Kendskab til Atomerne”(我们的原子知识)字样;这可能是为相同的目的而准备的,而且很可能是在演讲以后写成的.这两份残稿的译文见本书原第 44 页和原第 46 页.

玻尔在他的演讲的前半部分中讨论了关于原子结构和对光谱及 X 射线谱

* 信的全文见本卷原第 719 页.

† 见第三卷原第 241 页.

†† 信的全文见本卷原第 720 页.