

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

玻尔



尼尔斯·玻尔（1885—1962），丹麦伟大的物理学家、思想家，现代原子论和玻尔原子核创立者。丹麦皇家科学协会主席。曾两次获丹麦国家最高勋章和一级勋章。他主张和平利用原子能造福人类，还是福特基金会“原子用于和平”奖金获得者。国际公认玻尔的原子物理基本规律的思想，对这门科学近半个世纪的发展产生了巨大的影响。

一、童年

尼尔斯·玻尔于公元1885年10月7日出生在丹麦哥本哈根维德海滨14号一所古老的大厦中，那时，这所房子是属于他外祖母的。这所作为尼尔斯本人、他的弟弟哈拉德和姐姐詹妮度过童年和青年时期的房子，浸透着坦率和优美。不管是尼尔斯·玻尔，还是他的弟弟或姐姐，都未对它留下任何书面的回忆；但从尼尔斯和他的弟弟哈拉德的叙述中，我们已对它有了一个十分清晰的概念。此外，许多外界的观察者也对这个家庭的极完好气氛作了描述。因为它最显著的特点之一便是好客。

尼尔斯·玻尔的父亲克里斯琴·玻尔教授是位国际知名的生理学家。他生于1855年，是一位校长而后来当教授的哈·基·西·玻尔和他的妻子（黎米斯坦德）之子。克里斯琴·玻尔于1878年获得医学学位，但从未做过医生。他原想当动物学家，但贾皮特斯·斯丁斯特洛甫劝说他先当一名医生——也许他觉得克里斯琴的才能和兴趣更适于接受精确的而不是纯粹描述的科学训练。读了克里斯琴·玻尔留下的童年回忆后，人们总会得到一个确实如此的印象。在回忆中他说：“当我谈到我能够记得起来的最早的童年时，正像我以后整个一生一样，它的特点在极大程度上可用非常恰当的“天赋”一词来表示，如果我能称之为天赋的话。这可追溯到我能记事时起，它在我心目中从未离开过一个星期甚至我敢说哪怕是一天。我的一生保持了某种一致性，尽管有些不那么幸运的趋势，而我从未偏离过严肃的无私的奋斗，这要归功于那种天赋。”

“我在这里谈的是对自然科学的爱好，或者更准确地说，研究自然的某些方面。我十分肯定，在我刚满9岁时就有这种爱好，直到现在，它基本上仍以相同的形式支配着我的生活。倘若我必须将它说得更准确些，我想最好称之为一种本能；当然就我生活中的地位来说此类爱好并未牵涉进去，也没有任何确定的目的曾经吸引过我。这在我的一生中并未持续得很久，我的这种爱好使我的工作沿着一条路线进行——即科学研究和传播知识——从伦理观点出发，我将置于最高的位置上。我记得很清楚，当这种想法使我变得明白以后，我有这样一个最为明确的概念：倘若这种本能的驱使未能引向我本性所必需的和我崇敬的一个目标，这对我来说将是一个不幸。”

“我在早期就开始收集有关博物学的样品，自然而然地我的收藏物逐渐增加到了一个可观的规模。我兴致勃勃地收集所有此类样品，特别是骨骼碎片、剥制的动物模型（我对这些样品收藏得不多，因为过于昂贵）以及其它许多标本。这当然是我对博物学分类学问的喜爱而引导我去搜集的；但这种搜集爱好，对我的性格来说完全是格格不入的。我再也想不起可曾收集过邮票或诸如此类的东西（也许做过很短一段时间，以至我想不起来了）。不过，我不具备研究博物学的才能，例如，我缺乏认识植物和动物形态的能力，我对确定物种不感兴趣，到头来我甚至看不出它在科学上的价值。”

有了这样的背景，在玻尔的医学研究过程中，对实验生理学之所以感兴趣以及在尔后的科学研究中并不完全致力于生理学而却特别致力于物质方面

的研究就不足为奇了。

在 22 岁时，克里斯琴·玻尔写出了他的第一篇论文（水杨酸对肉类消化的影响）。3 年后，在 1880 年，他在哥本哈根大学为他的哲学博士论文《论牛奶中的“脂肪小球”》进行了答辩，而有关气体对血液的结合和通常的呼吸条件的研究，特别成为他科学生活中的主要兴趣。在这些研究中，他不但显示出达到高质量实验工作所要求的精密细致和概念明确的条件，而且他总是孜孜不倦地对生理学的实验结果作出全面的解释，这使他成为大学年刊最勤奋的撰稿者之一。在他的论文中，他对生理学问题的清晰论述，引起了他那个时代对一个主要哲学课题——“活力论”或“最终论”与所谓生命过程机械论概念之间的分歧，展开了深入的讨论。毫无疑问，克里斯琴·玻尔对这些问题的兴趣影响着多年以后尼尔斯·玻尔对生理学的爱好。由于兴趣所在，克里斯琴与大学里对哲学感兴趣的同事产生了亲密的接触。他与一些学者如哈拉德·霍夫廷和维尔赫·汤姆生的关系比通常见到的在不同知识领域中学者间的关系亲密得多。霍夫廷在他的“回忆录”中描写了他与克里斯琴·玻尔的交往如下：

“那种使我十分愉快的定期会晤，大约是在我曾经提出的日期开始的。这些会晤利用生理学家克里斯琴·玻尔去参加科学与文学研究院召开的集会之后的空闲，我们随即去一家咖啡馆开始进行讨论。作为一名生理学家和莱比锡科学家路德维希的追随者，他遵循着这样一条路线，要求在生理学中严格应用物理和化学的方法。在实验室之外，他又是一个歌德的热烈崇拜者。当他谈到生活的实际情况或发表见解时，他总喜欢用佯谬的方式进行，这些佯谬通常是即兴凑起来的。只要有他参加，谈话就显得生动活泼。在研究院集会之后的咖啡馆会晤中，不久又包括了第 3 个成员——物理学家克里斯琴森。他和玻尔有许多共同的兴趣，以致玻尔的生理学研究方法引导他在物理学中进行细致的工作。

这个三人小组很快就厌倦了咖啡馆的生活，因而在研究院召开会议的星期五傍晚，我们轮流到各人家中去。后来，第 4 位，一个有名的语文学家——维尔赫·汤姆生也加入到我们中间来了。”

许多年之后，在研究院为纪念霍夫廷而举行的集会上，尼尔斯·玻尔在演讲中提到，当这 4 个人在我们家中会晤时，在那些晚上他和弟弟哈拉德曾被允许坐下听他们的交谈，这使他们从最早的童年时代起就受到深刻的影响。这与其说是直接影响、倒不如说由于对人类寻求知识的一致性有了深入的理解而受到了鼓舞，这种鼓舞不因生物学家、物理学家、语言学家和哲学家在他们各自为寻求知识而作的努力中采取的不同的形式而受到影响。

即使在运动方面，克里斯琴·玻尔也是这个国家最积极的倡导者。他对每种英国运动的爱好使他成为各种球类运动的支持者，特别是英国式足球，在那时的丹麦，这种运动还不普遍。在一个讣告中，阿斯纓·德梅（那时哥本哈根报的体育记者之一）写下了如下的词句：

“玻尔教授对学生的体育运动具有坚定不移的兴趣。当“学院球队”（大学足球俱乐部）在泰更斯维建造一个大型运动场时，他在口头上和行动上都支持了俱乐部的领导。他尽可能在各方面给予帮助，每当发生困难时，他就出来解围。当事情办好，凡事各得其所并循序渐进了，这时的玻尔教授就是世界上最快乐的人”。

克里斯琴·玻尔在政治上是进步的。据说在 1884 年的议会选举中，他的

舅舅，保皇党人克里斯琴·林斯提德为激进的左翼候选人赫尔曼·柴尔所击败时，他是高兴的。他花了很大精力致力于妇女平等权利和妇女的解放问题，在他们所做的许多事情中，他还创办了几所为成年女学生参加大学考试而开设的补习班。其中有个班级里有位青年学生爱伦·艾德勒，对于她来说，入学考试并未使她在大学中继续深造，因为教师和学生相爱了。他们于 1881 年结婚。

爱伦·艾德勒是银行家迪·比·艾德勒之女，在同代人中，他是一位有名的金融家。他参与创建了几个重要的金融机构，包括与西·弗·梯更合伙的私营银行、哥本哈根商业银行和新日德兰省信用联合会等。他也是一个精力充沛的政治家，作为国家自由党的一员曾多次被选进上院和下院。他支持自由党的左翼。

在克里斯琴·玻尔身旁的文雅的爱伦，成了在不断扩大的知识界圈子中倍受爱戴的中心。这些人来到位于布雷盖得的外科研究所他们那可爱的家中作客。在爱伦去世时，尼尔斯·玻尔童年以来的密友、后来是哥本哈根大学的外科教授奥利·维兹这样描写她：

“爱伦·玻尔的可爱的个性将它温暖的光辉投向一切，因为这是她本性的精华所在。它是如此伟大，足以使我不能设想第一次见到她的人可能会认为这是装出来的；人们只要见到她几次就能发现，在爱伦·玻尔周围一切事情都是真诚、可敬和坚定的。这是一位毫不自私、举世无双的人，……”

如果说尼尔斯和哈拉德·玻尔是在一个不仅在知识而且在对事物的看法和个性方面都最卓越的家庭中长大的话，这决非夸大。克里斯琴和爱伦·玻尔尽最大的可能给他们的孩子们一种教育，为他们的独立发展同时为发展他们的道德修养和人类价值观念提供尽可能宽广的视界。

哈拉德·玻尔通常被认为是两个男孩子中较聪明的，但在很早的时候，克里斯琴·玻尔就持相反的看法；他领会到尼尔斯的巨大才能和特有的天赋以及他丰富的想象力。他的看法变得如此坚定，以致有一阵子他觉得哈拉德将不能成为一个自然科学家。但是，按照克里斯琴·玻尔的性格，他当然不会对自己的孩子们造成心理影响。当哈拉德以博士学位论文于 1910 年才华横溢地开始他的数学家生涯，并在随后的岁月里他又在数学家中间（正如尼尔斯在物理学家中间一样）差不多成为国际名人时，这对老玻尔实在是一种极大的安慰。同时，正如克里斯琴·玻尔所表白的，尼尔斯乃是“家庭中特殊的一员”，并且从青年时代起，哈拉德也同意这种看法。

与他的弟弟不一样，尼尔斯在童年时就十分重视他双手的实践活动。他首先对木工显示出熟练的技巧，稍后又增加了金工——一种对精确度有严格要求的工艺，他对这项工作感到特别满意。当然，机械装配也是包括在他的兴趣范围之内。关于此事有一个故事表明了尼尔斯是何等细心，也表明了他父亲对他特殊才能的理解：一辆自行车的链轮出了毛病，尽管成年人反对，尼尔斯坚决将它拆开了。在他开始重新组装起来前已经耽搁了很长时间，成年人再次反对，并焦急地建议，尼尔斯应停止修理自行车的尝试，并让一名技工检查一下。但克里斯琴·玻尔只是平静地说：“不要管这个孩子，他知道自己正在做什么！”在对各个部件作了透彻的研究之后，尼尔斯最后将自行车组装了起来，结果像新的一样。这段情节也说明了尼尔斯·玻尔在小孩子时的另一个特点，这个特点能从他以后的生活中在某种程度上辨认出来。亲戚家的一个 7 岁的小孩后来讲了这个故事，虽然事实上他们只是旁观者，

但尼尔斯给了他们全体这样一种感觉——自行车是由他们集体修好的。

另一事件也可用来说明尼尔斯的谨慎和细致入微。在小学里，第5班有个课题，要画一张其中带有花园且有篱笆围着房子的图。尼尔斯开始绘制，当他画到篱笆时，他跑出去数了数尖板条的数目，因为画上的篱笆理所当然地应该有与实际数目相同的尖板条呀。

在他们的童年时期，也像以后生活中的许多方面一样，不管做什么，尼尔斯和哈拉德差不多总是不可分离的。由于年龄差别，他们不能同时入学。这对他们俩来讲是一件极大的憾事。另一方面，尼尔斯在学校里也不“忘记”哈拉德，这可以从尼尔斯参加了木工班后看出来。他坚持要认真考虑为他的弟弟建造一个木偶剧院带回家去，当他不能完成这一个人计划时，他极为失望（但是这个木偶剧院很快造了起来，因为克里斯琴·玻尔给孩子既提供了工作台又提供了工具；当尼尔斯后来显露对金工感兴趣时，又增加了1台车床）。

我们对尼尔斯·玻尔的学校生活了解较少。无疑他在校时是聪明但并不突出，但在很早时他就显露出具有理解事物之间更为基本关系的能力。他在这方面的特点可以用尼尔斯大约3岁时的一件小轶事来说明：外出散步时，他的父亲指着一棵树像通常大人教育小孩那样开始说，树干如何优美地分出树枝，然后树枝又分出更细的枝条，最后到树叶。据说，听了这些话后一会儿，尼尔斯·玻尔喊道：“是的，但是如果不是这样，那就不会有任何树木了！”

尼尔斯·玻尔最差的一门功课无疑是丹麦文作文。他简直是从未掌握好写文章要合乎一定格式的这个基本要求。关于尼尔斯的丹麦作文有许多奇闻轶事。写一篇文章必须有一个适当的引言和一个结论，他要符合这项要求似乎特别困难。他曾写出了下面题为《环绕港口的一次散步》的一篇短文：“我的弟弟和我去作一次环绕港口的散步。在那里，我们看见了船舶的装货和卸货。”据说，尼尔斯因“装货”和“卸货”二字押韵而自鸣得意。但是教师一再要求作文应有引言和结论，常常激发了尼尔斯的幽默感。在他的一篇论金属的作文中，最后一行是这样写的：“至于结论，我想提到铝。”又如他和他的弟弟商议过的想用一种不礼貌的设想作为引言，但未敢送交教师。一篇作文的题目是《自然力在家中的使用》，尼尔斯设想这篇文章应该用这样的字句引出：“我们的家中不使用自然力！”

毫无疑问，克里斯琴最清楚尼尔斯写丹麦作文时的困难。在已引用过的回忆录中，他曾暗示自己对这个问题的可悲态度：“我对所学的大多数学科都具有一般程度的兴趣，但我厌恶二门学科。其中之一是丹麦文的自由写作。我相信，即使读了许多小说，要用优雅的词句描写一个难以理解的题目，我在这方面的能力发展是缓慢的。也许，在这一点上的要求有点夸大。这个学科的大学入学试题是《人们在苦难的求学时期是如何受教育的》。这样，一个17岁的人要有一个不幸的青年时代，或者要具备一种不平常的想象力，以便对这个题目杜撰出一些似是而非的东西来，人们能够写出来的大部分内容可能是不自然的和不真实的。”

除丹麦作文外，尼尔斯是一个有才能的和对学习感兴趣的学生，而且他在自然科学方面的天赋渐渐地一些学科如物理学和数学中显露出来。从他开始能够批评物理教科书中的某些内容是不正确的，就可以证实这一点。当一个同学担心地问他，若在考试时出的题目正是“不正确”的，那将怎么办？

尼尔斯回答道，“当然要告诉他们真正的物理是怎么回事”，在他看来这样回答是世界上最正常的事了。

但是，尼尔斯·玻尔的兴趣并不局限于以他的特殊的才能使他出名的那些学科。他努力学习历史和语言，他用拉丁文写出了极好的文章。尼尔斯对这些学科的勤奋学习使他在毕业考试中获得全班第一。

尼尔斯·玻尔的同学，也是他终生的密友阿伯特·维·乔根森，报道过他们求学时代的一些往事：

“我不知道现在的实践是否是让学生们背诵和朗读诗句作为丹麦文教学的一部分，我们那时候确是这样做的。尼尔斯·玻尔对这项技艺具有特殊的才干和能力，正像他选的诗篇那样，既不寻常又很美好。他以一种略带颂扬、缓慢而轻柔的声调背诵着诗。我不信尼尔斯曾想自己写诗，但毫无疑问他是具有抒情感的。我的印象是尼尔斯不是想出人头地的人；他也肯定不是“死啃书本”的人，他的优良成绩不是由于这种美德（或缺点）推动而得来的。在后来的一生中，我从他的自我陈述中了解到他的姨母，一位女校长，汉娜·艾德勒小姐对待他的发展是怀着热切希望的。但我不相信是她“推进”这种抱负。我始终确信，尼尔斯的才能表明它本身是一种自然的和朴素的事物，不需任何特殊的努力。他是一个十分敏捷的思考者，我记得在许多场合下，他的思维活动比他在黑板上使用黑板擦的动作快得多，结果是当他的思考逐渐需要新的数目和符号时，他只好用他的手（和袖口）去擦黑板，到头来，不论是他本人还是黑板，看起来都不很整洁了。”

尼尔斯·玻尔的班级属于 1903 年教育法之前旧教育制度下的末批学生。那时，大学入学考试没有减少课程或省略学科等形式的特许，因此，要求每个人表现出勤奋和专心，这些又进一步受到了比现在知道的要严格得多的训练的推动。尼尔斯的另一个同学，阿吉·贝尔莱，报道了有关他们在学校生活的一个小特点：

“当过上士的体育教师斯温德森病了，上士彼德生接替了他。在上第一课时之前，彼德生将班级里较大的奥利·奇维兹叫到一边，向他提出一个问题：“告诉我，奥利·斯温德森揍你们揍得很凶吗？因为我想用同样的精神继续这堂课。”

这种学校生活的特点，从另一角度讲却对班的合作精神起了促进作用。玻尔的班级确是这样的，同学们逐渐围绕着尼尔斯集中起来了。奥利·奇维兹作了如下的回顾：“有一次，我清楚地记得，即使在那时，我们都因他的所作所为而印象非常深刻。玻尔的风度和品格给整个班级定下了调子，这是十分明显的。”

除家庭和学校以外，位于哥本哈根以北的外祖母乡下的房屋——内鲁姆盖德也是尼尔斯和哈拉德童年和青年时代的活动中心。1908 年按照迪·比·艾德勒和他的妻子的遗嘱中所表明的愿望，将内鲁姆盖德献给了哥本哈根市政府作为少年之家。移交时曾经决定：迪·比·艾德勒后裔的最初两代，作为家庭的代表将是学校董事会的成员。值得非常高兴的是，多年以后，在生命的最后 2 年，尼尔斯·玻尔担任了这个职务。

尼尔斯·玻尔在内鲁姆盖德的一个片断是由一位美国出生的亲戚波拉·斯特利兹提供的，她的童年大部分在丹麦度过，后来在那儿定居并在靠近尼尔斯·玻尔和他的家庭的地方长大：

“当一个人想要追溯很久以前的往事并试图回忆他的童年世界时，会发

现许多孤立的片断。一个小孩子不会保留一种连续发展的念头。作者想到的主要是关于内鲁姆盖德的片断，玻尔全家在那里和他们的外祖母詹妮·艾德勒一起度过暑假。她的崇高和坚定的品格，她的正直和仁慈，十分自然地使她成为这所大厦的中心和指挥者，她是被外孙们所热爱的模范。她坐在大餐厅长桌的一端，我记不得可有任何“重要的”客人在靠近她坐过。孩子们坐在她的右侧和左侧离开他们双亲有一定距离的位置上。在餐桌上没有受责备的威胁。他们并不比别的孩子规矩，但他们自信而欢乐，满意地吃她（外祖母或珍妮姨母）给的食物。我记得，有一次尼尔斯在他的水果冻上堆成小山似的一层糖，看起来实在有点吓人。他父亲的锐利目光从相隔一段距离外注视着，并从桌子的另一端说“真要这样吗，尼尔斯！”外祖母温和而坚定地回答说：“可能他需要。”

这或许是特有的情况，在内鲁姆盖德，尼尔斯和哈拉德确实和他们的姨母汉娜十分亲近。汉娜·艾德勒比爱伦·玻尔大2岁，据说从童年起，她就用一种感人至深的态度保护着她的妹妹。1959年为纪念汉娜·艾德勒的百岁生日而出版的书中，尼尔斯·玻尔在前言中写道：

“从最早的童年时代起，我对她积极和友爱地参与有关她兄弟姐妹以及他们的孩子们的每件事都有着清晰的记忆。虽然弟弟哈拉德和我不是她学校里的学生，但我们和他们分享了‘汉娜阿姨的’教育的影响，当她能从学校工作中挤出时间来时，在星期日就领我们去参观哥本哈根的自然历史和人种展览以及艺术博物馆。暑期里，在内鲁姆盖德，她陪我们步行或骑自行车去当地的森林和原野旅行。她开玩笑地或严肃地将那些能够引起想象的事情告诉我们，使我们既认识了自然又学习了人类的生活。”

二、非凡的本性

尼尔斯和几位同校毕业生保持着终身的密切联系——阿伯特·维·乔根森和阿吉·贝尔莱已在前面提到过，此外还有卡尔·乔纳·米切尔生。但尼尔斯·玻尔与其中之一特别亲密，他就是奥利·奇维兹。后者的父亲是哥本哈根大学的解剖学教授，因而是克里斯琴·玻尔的同事和好友。

很少有人比尼尔斯·玻尔与奥利·奇维兹在外表上存在着更大差异。奇维兹容易冲动，并且总是急于采取一种确定的立场。在不少领域内，玻尔和奇维兹的观点不可避免地会产生分歧。但是，在他们整个一生中，所有的意见分歧反而使他们彼此变得越来越接近了。他们之间的友谊从考入冈莫尔霍姆中学之前6年合坐在一张课桌的最早时候起，就从来未有过任何裂痕。

尼尔斯·玻尔和奥利·奇维兹彼此之间相互深为钦佩的心情——或者他们彼此之间不相同的那些性格——曾在少数公开场合中表现了出来。当奥利·奇维兹逝世后，尼尔斯·玻尔在大教堂纪念他朋友的大型仪式上讲了话，除别的内容外。他还说：

“在学生时代，他的独立自主和热爱真理，正如他处理事物的坚定不移一样，赢得了众人对他自发的尊敬。由于他的热情，只要他认为是对的，他就参加到各种斗争中去，奥利在他的同代人中常常成为一个有争议的对象；但我们都因他的坦率和无畏而一致表示钦佩，再加上他的热情和干劲就使他成为一个极好的朋友。

在许多方面，奥利·奇维兹具有与众不同的地方。与此同时，他的整个性格不同凡响地表明了这些特点，这正是象征着人类所追求和为之奋斗的东西。但是他的立场以及他行动中所表现的迫切要求可能是激昂的，他具有竭尽全力去暖人心房的仁慈，他力图隐瞒这些，尽管常常是徒劳的。在他身上，正义和仁慈的感情的发展是绝大多数人所不及的。这一点与他伟大的智慧结合起来，使他能在任何时候毫不犹豫地接受形势对他的要求。他的本性决定了他不需要乞求别人的同意；正相反，他常常寻找借口采取某种态度来激起争议，并以此为乐。这样的场合总是意味着一种自我考验，人们也许会强烈地感觉到他性格真诚和热情而开始喜爱他，若有可能，爱之尤甚。”

仅在一年前，正值玻尔60岁生日之际，在一次报社的采访中，奇维兹在回答“你对尼尔斯·玻尔的哪一个特点最为推崇？”的问题时说：“他的优点……我们不用举例。玻尔是不会关心这些的。你一定要我回答的话，那就是，他在大事中是好样的；在小事中也是如此。是的，正因为今天是他的生日，当我说我认为他是世界上最好的人时，我并没有夸大！”

这种互相间的友谊和钦佩并未阻止奇维兹（他是一个既不受性格也不受亲密的友谊影响的人）在科学和哲学的讨论中与玻尔闹着玩，使他成为想象中的进行无礼戏言的目标，这一点，玻尔本人是第一个领略到的。关于这两个朋友在这方面关系最直接的描写之一是在游艇“赤塔号”的一些“航行日志”（主要由奇维兹保存）。游艇是他和玻尔还有化学家尼尔斯·布杰朗和木刻家霍尔杰·亨德克生在1926年共同购置的，这4个朋友在以后的8年中用它作了短途旅行和长途游历。原来设想航行日志是用来记载船长（尼尔斯·布杰朗）的真正纯粹航海性质的活动，但不久，大副奥利·奇维兹和霍尔杰·亨德克生——他们相互称为船上的“主任医生”和“科学家和慈善家”——掌管了这本书，并用它来记载船上的生活中以及航行参加者的诙谐和无

礼的奇谈怪论。

在“赤塔号”的航行中，有关尼尔斯·玻尔部分的一般写照是尼尔斯·布杰朗留下来的：

“有玻尔在船上，若他躺下休息或进舱睡眠，就总会有谈话和讨论在进行。玻尔具有启发同伴进行思维的卓越能力，以致同伴感到他们比原来更聪明了。他在每天的观察中也具有发现问题的特殊能力：当他见到水上映出月亮时，就引出了一个待推断的问题，为什么它变成了一条而不只是一片？当我们用帆抢风调向时，这就又成了一个如何才能有可能实现的问题？”

尼尔斯·布杰朗注意到他的朋友的另一特点：

“为了充分领略他非凡的本性，人们必须认识到经过这么多年，他仍然保持着孩子气：一个是孩子对游戏的爱好；另一个是孩子的好奇心。后者对一名自然科学家来说是非常重要的。玻尔总是非常熟练地将石头抛高和掷远，用石头在水上打水漂玩，他在这方面的兴趣久盛不衰。记得有一次，当他来斯卡根看望我们时，我们一道去参观在砂中的教堂。玻尔试图把石头抛高，让石头掉到塔的头两层的两个窥视孔处百叶窗的外面。但这对玻尔来说是太容易了，他越来越敏捷地将石头扔入百叶窗的小孔。当玻尔获得成功时，他又有个主意，让我们将自己的手杖扔高，使它们靠在百叶窗上，当这样做成功后，我们又得试着扔石头将它们打下来。最后，他让我们把手杖柄插入百叶窗的洞，把手杖挂起来，这事完成后，其余的人都放弃了再扔石头把它们击下来的念头，但玻尔却坚持这样做，并且因最后取得成功而感到高兴。”

读遍所有的描述和回忆后可以发现从尼尔斯·玻尔的童年和最早的少年时代起（并且在一定程度上还包括他后来的生活），就存在着一个驾驭其他一切之上的类似主旋律的东西，那就是象征着尼尔斯和哈拉德·玻尔兄弟间关系的不可分离性。

还是在孩童时的两兄弟，谁也不会做任何一件事情时忘却另一个的。一件很早的事能说明这一点，它是关于尼尔斯整个下午围绕着内鲁姆德的花园叫唤着哈拉德的故事。当一位表姐最后问他“你找哈拉德干什么？”他回答她“人家给了我一个小面包，我要分给哈拉德。”

已经提到过在哈拉德小时候，许多人都认为他是两兄弟中较为聪明的一个，虽然尼尔斯大两岁，哈拉德却在他之后一年就进入大学，那年他仅 17 岁。早在 22 岁时，1910 年 1 月哈拉德对他的博士论文《对狄利克莱级数原理的意见》进行了答辩，这就是对他数学光辉贡献的前奏，从而使他赢得国际上的巨大尊敬。

那时，哈拉德·玻尔在两兄弟中是较为著名的，这与其说是由于他在科学上的天赋，倒不如归因于他是一个丹麦的最佳足球运动员的这个事实。他在 AB 足球俱乐部第一队担任中卫多年，他曾为丹麦在 1908 年伦敦奥运会上赢得了一枚银牌（那里的英国体育报纸大大赞美头发蓬乱的丹麦人）。尼尔斯是一个机智的足球运动员，但他只能当上 AB 队的预备守门员，他也只参加过几次球赛。“是的，尼尔斯是不错的，但他起步太慢。”几年以后他的弟弟开玩笑地作了这样的解释。

在两个小孩间的关系方面，在那些日子里，哈拉德的智力敏捷表现在他对尼尔斯所开的玩笑。两兄弟终生保持着高度的幽默感，而哈拉德·玻尔更兼有超群的机智，他主要的和最爱开玩笑的对象是尼尔斯。他们的同学阿吉·贝尔莱对此曾发表了自己的看法：

“但是戏弄尼尔斯最多和讲述他最可笑的故事的人是哈拉德，他的弟弟。虽然每个班级不和其他班级来往，并且看不起所有低年级的孩子，但由于哈拉德是尼尔斯的弟弟，有时在休息时允许来我们的教室，或者我们另外跟他在操场上谈话，此时，他很高兴——当然是十分友好的方式——谈关于尼尔斯的故事和他的功过。总之，哈拉德喜欢以完全友好的方式（因为在任何情况下这对兄弟总是要好的）开尼尔斯的玩笑”。

尽管机智的哈拉德会使尼尔斯上当，但尼尔斯却完全缺乏开玩笑的能力。哈拉德·玻尔本人常谈到有一次他要尼尔斯做彼此开玩笑游戏的故事。哈拉德先轮到，但不久尼尔斯就屈服了，恳求着，“嗨，嗨，停止吧，请不要继续了！……”“那好”！哈拉德毫不留情地回答：“现在轮到你了”。尼尔斯思索很久，然后他徒劳地尝试用恶意的声调说，“你的外套上粘有一个小斑点！”

1905年，有一批在霍夫廷的哲学初级课程通俗讲座中相互认识的学生组成一个小组。他们的设想是哲学和科学的问题都得讨论，尼尔斯和哈拉德两人当然能被邀参加。这个小组名为“黄道”，因为成员数限定为12人。除玻尔兄弟外，还有法律学家彼得·斯科夫（后来曾任丹麦驻苏大使），心理学家埃德加·鲁宾，历史学家保尔·诺隆德和他的兄弟数学家尼尔斯·埃里克（他同尼尔斯和哈拉德·玻尔之间称兄道弟），艺术史家维尔赫·斯洛曼，昆虫学家凯依·汉利克生（后来为动物博物院的管理员），艾南尔·库恩（后来当常务次长），词源学者利斯·雅可布生，罗曼语语言学家维哥·布罗戴尔以及阿斯特里德·隆德（结婚后改为隆丁）。

在霍夫廷讲座基础上讨论的当然主要是哲学和认识论方面的问题。在冬季学期里，他们每日在阿波塔或类似的咖啡馆集会数次，他们讨论晚会上所作的引导性演讲和由此引起的问题，讨论一直持续到夜间。现在没有人能记得尼尔斯或哈拉德是否作过引导性的演讲，但他们在讨论中似乎是非常活跃的。在讨论中——毫无疑问，第一次在较大范围的会上——两兄弟之间的亲密关系表现在他们对问题的思考上。1955年，在尼尔斯·玻尔70岁生日时，维尔赫·斯洛曼在一篇文章中回忆了“黄道”晚会的情况：当讨论开始时总是吞吞吐吐的，他们中间的一位往往会来说一些关于这次讲演的一般性的话，然后以低沉的声音、猛烈的节奏和强有力的音调继续讲下去，但常常被他的兄弟打断。他俩的思想方法似乎是协调过的；一个人修正另一个人的讲话或表达自己的意见，或者同时以情绪舒畅的方式用他选择好的词句进行热烈辩护，不同的想法用不同的语调，听起来颇觉有声有色；对原先的想法不抱成见，因而整个讨论进行得很自然。两人的思想方法一致在这对兄弟之间是如此根深蒂固，以致没有任何人能插得进去。会议主席通常轻轻放下他的铅笔，静心地听他们说下去；但当会议参加者移动座位向他们靠拢时，他会徒劳无益地说，“讲得响亮点，尼尔斯”。

“黄道”晚会的情景使人想起这种工作方法后来成了尼尔斯·玻尔的一个特征。哈拉德照例宁愿单独工作，而尼尔斯则通过与人谈话来发展他的思想。使用这种工作方法的依据是不但参加谈话的人对讨论中的科学或其他问题熟悉起来，而且使尼尔斯·玻尔感到用现代方法来表达思想能和谈话的人取得同一“波长”。在这种情况下，意见的一致或有差异，或者观点是否明确，虽然是不重要的，但是尼尔斯认为，在解决科学或社会问题时，和那些在谈话中成为最亲密合作者的人站在同一立场是必需的。倘若哈拉德·玻尔

的周围不是一个最完善、和谐和彼此充分理解的环境，他简直不能工作。

这对兄弟在离家时的书信往来十分频繁，特别在他们最早的青年时代更是如此。这些约从 1910 年开始的信件至今仍保存着。这些信件除了表明他俩的亲密关系（这正是我们要指出的）外，同时也让人高兴地看到在那个年代里 1909—1911），两兄弟都成为科学硕士和哲学博士的情景。

1909 年的春天，哈拉德·玻尔已经获得了他的硕士学位，而尼尔斯正为此作准备。为了获得一个幽静的读书环境，尼尔斯在假期到菲英岛的维森堡教区牧师家中作客，因为克里斯琴·玻尔的年青助手霍尔格·莫尔加德的父亲是那儿的教区牧师。1909 年 3 月 7 日，尼尔斯从维森堡写信给哈拉德：

“请不要因一次收到三张明信片而受到打扰，我保证不再犯这种“粗心”毛病，但当我突然理解到给你的第二张明信片恰好有“空谈”而吃惊时，我觉得似乎有必要谈一点我在这教区牧师住宅里的生活情况：我在这里一切都很好。为使妈妈高兴，我吃得很多，睡得很香（原谅我在说废话，这是为了使我自己满意）；但我也做了不少工作。我已完成……动力学，还读完了阿伯拉罕阐明的矢量问题的大部分（非常有趣），我已经开始读克里斯琴生的原稿，很感兴趣，并且在动力学导言中包含了许多有趣的东西，但它未作哪怕是微小的尝试来符合你（也是我）所期望的创立一个完整的运动原理的要求，……”第二天，尼尔斯又写道：

“十分感谢你的信。我热切盼望着我们能在一起做许多工作的那一时刻的到来，我希望我们都能从中得到许多乐趣。你不知道你已经教给了我多少东西。你处理得当的方法真使我惊奇，它教育了我，对于那些可以或多或少用“机智”（能常称为无懈可击的逻辑）去应付那像浓雾一样的问题，这种做法是过于复杂和完全不必要的（对任何一个人，例如，对大数学家也是如此）。但在数学里肯定能发现一个人们“也许”（？）有指望而且要相当坚实的基础，要建立这样的基础，部分要通过人们自己的工作，部分要来自上述数学家的备受欢迎的帮助。希望不久就能见到你。敬拜全家，你的哥哥。”

1909 年 3 月，哈拉德在考试期内，尼尔斯·玻尔在一封信里又对他表示了赞扬：

“听说你的考试进行得很顺利，这是很好的，虽然这完全是在意料之中的。但我也不能预先知道你对每个看来是简单的题目作出了多少解答。……”。

1909 年 4 月，考试结束后，哈拉德·玻尔直接去哥廷根与伟大的德国数学家埃德蒙·朗道一起从事研究。尼尔斯在 4 月 20 日的信中写道：“衷心祝贺你。这个时刻不是一个普通的生日，而是一件全新事物的开始。如果在哥廷根你真正做到发展你的数学才能，我将为你高兴。随信给你寄去（除了好妈妈以我的名义送给你的礼物之外）柯尔克加德的《生命历程的各阶段》一书。这是我能送给你的唯一的東西，我认为没有比它更好的了。总之，我在阅读时总觉得乐趣无穷，我甚至认为，这是我有生以来读过的最令人愉快的书本之一。我盼望日后能听到你对它的看法。我在维森堡工作得很好。现在这里正是最可爱的春天，第一棵银莲已经长出来了。正如你知道的我已经完成了第一论证。论文终于在学报上发表了，印刷精美，核对仔细（没有一个错字），这使我很容易把它读完了。韦伯非常好，他寄给我一份刊在论文集上的“摘要”。它证实了我的结论，因而是一件大事。我的研究工作进展顺利，我在盼望着考试，特别盼望在秋季的最后月份，到那时我将完成研究，

我们将有一段相处在一起的美好时光。当我独自一人时，我思索了所有我想要同你谈的事情。这不能算是一封真正的信，距我的要求相去甚远。我坐在这儿，现在必需赶紧把它写完，以便及时寄出；我动笔太晚，因为我要在《阶段》这书寄给你之前把它读完。可以告慰的是，我将在几天内再另寄一信给你，所以我将结束此信，祝贺你的佳节。再者，莫尔加德全家祝贺硕士生日快乐。”

虽然年青的尼尔斯在阅读柯尔克加德的《生命历程的各阶段》时十分兴奋，但不论在当时还是在以后，他并不完全同意柯尔克加德的意见，这可以从给哈拉德的另一封信中看出来，他在信中说：

“十分感谢你的长信。从你那里知道的一切真是妙极了。妈妈太好了，将你的一批信件寄给了我，因为我知道，当一个人有许多工作要做时，写信并不是件容易的事，我并不期望收到你很多信，除非你觉得有必要放松一下紧张的工作，给我写信，你知道这是我非常欢迎的。此刻，我对亨·洛伦兹（莱顿）的电子理论抱有狂热的热情。如果你决定要读这本《阶段》时，我认为你真的不一定急于读完它，我将寄给你关于这书的一些意见，我已写好了一些关于此书的摘记（不同意柯氏意见），但我并不打算庸俗到以我的无知去干扰你对如此美好的一本书的印象。我生活得很好，希望在考试结束后出国之前，我将在哥本哈根小住几天，在那可爱的时候生活将会比我能描述的还要好。”

两兄弟间的通信并非单方面的。所以在这里引用一些哈拉德来自哥廷根的信件，似乎也是合乎情理的：

“当我回到家里稍有空闲的时候，我也希望钻研一些数学物理学，这样我就能真正跟上你的思想，特别是你已经掌握了微小的电子。”

现在我必须着手准备博士论文，最近几天我正处于犹豫不决的状态中，我究竟应该从开头还是从末尾抑或从中间开始？因此，我就根本没有动手。朗道借给我校对过的《质数的分布和狄利克雷级数》一书的文献目录，它有800篇各类的文章，我一定要浏览其中的大部分。我考虑在哥廷根至少要逗留到9月初（本学期在8月3日至4日结束）。或者我在去斯德哥尔摩之前不回家来，但你不要忘记我会正好在这以后回家来的。你的考试将在何时结束，在圣诞节前？在开头几天，我打算不要做得太多，希望读几本好书。昨天我被霍夫曼的故事吸引住了，一个晚上我迷幻在他那惊奇的世界之中，今天下午我打算还要回到那里去。——我已经零零星星地读了点柯尔克加德的书。是不是因为在此刻或在大体上我对柯氏缺乏正确认识，我总觉得我没有真的被他吸引住，尽管理所当然地我应该钦佩他的伟大艺术和高超的才能。例如，当我读到威尔汉·梅斯特时——在这篇文章里，人们很容易发现几乎可似说是明显错误的例子——好像使人苏醒过来了，因为每件事是如此地合乎人情、伟大和能够理解。毫无疑问，也由于我最近处在混乱和喧嚣声中，我需要读些与柯氏大作不同的东西。”

作为兄弟之间强烈的亲人感情的交流、哈拉德在信中的结尾写道：

“果真是这样的话那将是真正的快乐。当我回到家中，我们可以共同读一些真正的好书，能够和母亲一道，例如围坐在起居室的那三条腿的镀金“摆式”周围，我们其中的一人高声读给旁人听，……”

7月初，尼尔斯·玻尔完成了硕士学位论文后，给他弟弟写信道：

“谢谢你写给我的所有明信片。现在我已幸运地完成了所有的写作。这

实在是美好极了，虽然我不能像那些大人物那样说，我对结果完全满意。这个题目太大了，我的笔很容易从这里滑过去，因此，我只好满足于探讨它的一小部分。但我希望主考人能让它通过，因为我认为。已写入的一些不太重要的细节并不涉及别的任何内容，这些细节多半是否定类型（你知道我的思想方法上有个坏习惯，总想找出别人文章中的一些毛病）。对于比较肯定的方面，我认为我已讲出了一些理由，说明为什么合金不能像组成它们的纯金属那样导电（这个事例也许你知道得不多）。我现在急于要知道克里斯琴生对这个问题的全部意见；明天我将去找他谈一谈，我会将整个经过情况告诉你的。……”

尽管摘录下来的这些尼尔斯·玻尔给他弟弟的信表达得如此流畅，尽管他们多么容易地从文雅的自嘲转变到盛赞他的兄弟，以及要求与哈拉德共享读书之乐的热忱，在这些信的字里行间无不渗透着哈拉德·玻尔的巨大努力。即使是青年时代，对个人之间来往的信件（正如我们在这里引用的）他也写了多次草稿。有一次，哈拉德在尼尔斯的桌上发现一封他为了某一特殊目的而早就该发出的信（传记中未说明给谁的信）。在哈拉德看来这封信已经写好了，因而问他的哥哥，为何此信不发出去。“呵，不，这仅是第一稿的一个初稿复本”，这是尼尔斯的回答。后来，当尼尔斯正对他的博士论文作最后修改时（仍在维森堡教区牧师的家中），一天，他不得不给家中写封恳求信，要求他们谅解他不再有时间回复收到的许多家信，哈拉德和他的双亲都了解他。更有甚者，尼尔斯的母亲那时已经开始为尼尔斯写口授信，正如后来他的妻子和他的同事所做的那样。哈拉德给尼尔斯信的末尾总是写着“让母亲写点关于你的情况吧！”或者“别操心写回信！”

然而，尼尔斯的如此强烈地要求与他最亲近的人保持联系的愿望，使他终生保持着勤奋写信的习惯，包括他多次出国期间单独一人的那些时间。在与玛格丽特·诺兰德结婚后，她就成为他的经历和思想的主要分担者。

1910年春，尼尔斯·玻尔正在撰写他的博士论文，在这时期他给哈拉德的信反映了对这项工作的喜悦和失望，正如后来从剑桥和曼彻斯特给他弟弟和玛格丽特的信一样，这些信件内容已不属于本文的叙述范围。

那时在哥本哈根学习并不像我们今天所知道的那样是沿着严格的路线进行的，特别对少数几个物理学硕士考试候选生，几乎都是让他们自己订计划的，除开很少必修的实验外，差不多没有讲什么固定的课。

数年后，尼尔斯·玻尔的航行伙伴尼尔斯·布杰朗，在1905年成了他无机分析化学课程的老师。后来他说，在整整12年中他是实验室的助教，他从未遇到过一个学生损坏实验玻璃器皿的账单像尼尔斯·玻尔的账单那样多。一个与玻尔同时做实验的学生说，在一天，整个实验室因多次猛烈爆炸而震动得很厉害。“哦，这一定是玻尔”，据说布杰朗曾这样评论过。原来玻尔出于急躁的好奇心，在观察某种反应时超过了安全规定。

玻尔的大学同学之一后来成为欧登塞的一位女校长海尔加·隆德，从天文学教授梯·恩·蒂尔的讲课中回忆了下面一个情景：

“在考取大学3年后，我开始在哥本哈根大学学数学，那3年是在我的故乡塞尔克堡当教师度过的。大学的第一堂课是蒂尔教授讲授概率计算。我看见一个大脑袋、低着头、手中拿着一只书包的年轻人走进教室，他坐在我坐的凳子的另一端。我想‘他不可能是学数学的’。教授声称第一学期我们分成两人一组，计算一种函数，找出它是否是周期性的，凑巧这个年轻人和

我编在一起。在这所技术大学的头 2 年，我们和工程师们一起工作，我们总是坐在一起校核计算出来的数字，然后一起去听蒂尔的下一次讲课。在两次讲课之间的空隙时间，我们到大教堂的学生会去一起读蒂尔的书，书的大部分内容对我们是很难理解的。

这对我大有帮助，但在一个月之后我注意到他是以完全不同的水平考虑问题的，这使我产生了一定的畏惧心理，倘若按考试的标准，我是不会获得通过的。嗨，不久我就弄清楚了，他是高于标准的。当他和蒂尔讨论问题时，我们其余的人只是专心倾听，并印象极深；……”

尼尔斯·玻尔的中学同学一般对他的看法是，他似乎是一个正常的有才干的学生；而大学里的同学显然很早就意识到他不平凡的天才。海加尔·隆德早在 1904 年 12 月在给挪威的一位堂兄弟的信中写道：

“真正的天才。认识一个天才是奇妙的，而我却认识了，甚至每天和他在一起，他的名字叫尼尔斯·玻尔，就是我以前告诉过你的。他越来越显得是出类拔萃的；同时，你也能想象到他是一个最和蔼可亲的、最谦虚的年轻人。他有一个正在大学读书的弟弟，像他一样聪明，是学数学的，这两人是不可分离的，我从未见过像他俩那样密切的。他们十分年轻，17 和 19 岁，但我除这 2 人以外，很少同别的同学谈话，因为他俩是这样的要好”。

在实验物理学课程中，大学对科学硕士侯选生提供的方便不多，但玻尔有个特殊的有利条件，因为他父亲有个生理学实验室。我们知道这个实验室的研究工作大多集中在纯物理学问题上。在很长时间内，玻尔经常帮助他父亲做实验，以此为背景，玻尔的第一项科学研究是属于实验性质的就不足为奇了，尽管这项研究显示了项目创建人在研究理论方面特殊的能力和愿望。

1905 年，丹麦皇家科学和文学研究院对用射流振动来测定液体表面张力的研究进展颁发了物理学奖，提交的两篇论文都获得了金质奖章。一篇（在格言“准备是最坏的东西”指引下）为硕士学位侯选生（后来是教授）皮·沃·彼得生所写；另一篇（简浩的 $\rho \cdot \gamma \cdot \delta$ ）为尼尔斯·玻尔所写。约 2 年后，尼尔斯·玻尔的文章发表在《伦敦皇家学会哲学学报》上。

用英国物理学家瑞利爵士的理论分析各种液体的射流振动，这是个纯实验问题。与皮·沃·彼得生使用有效方法确定大量液体的表面张力相反，玻尔只是成功地分析了水射流的性状，因为他的方法是基于费时很多的非常精密的测量；另一方面，玻尔有能力对瑞利爵士的理论作精确的和完全出人意料的发展，并引用来作为他论文的开端。按照这个理论有可能从速度和截面为已知的射流表面上所形成的波长来确定一种液体的表面张力。

但是玻尔指出，为了确定表面张力的数值，必须扩充这个理论，将流体的粘度以及液体射流振动的最后振幅和周围空气用影响包括进去。在理论方面作了全面扩充以后，接下来玻尔阐述了他的实验工作。

为了获得足够长而稳定的射流，玻尔选用较长的玻璃管通以水流。但为了在水的射流表面上产生波，管子截面要非正圆形的，玻尔选用了椭圆形截面。在他的论文中仅陈述了试制管子的有关准备工作：

“对所使用的玻璃管的管孔，在拉成之前先将管子相对的两端用特种的加热方法使其拉成椭圆形。玻璃管的扭曲将使射流产生对轴线的旋转运动，而离管孔不同距离的振动平面将不能保持在同一方向；为避免出现此种情况，在加热和拉成时必需将管子两端固定在能沿着一个金属棱柱体移位的滑块上。当玻璃管拉成并切下后，要放在显微镜下检查，只有那些具有均匀椭

圆截面孔的管子才可使用。……”

对研究工作所需要的实验配备，玻尔主张要以同样谨慎小心的态度对待。

即使为了一个简单的结果也要做冗长实验，这些都是在他父亲的生理学实验室中进行的（为防止对射流稳定性可能发生干扰，他宁愿在夜里进行实验）。论文本身是在内鲁姆盖德撰写的。克里斯琴·玻尔几乎强迫他儿子到那儿去写完论文，并且不要继续搞新的和浪费时间的修改。

研究院的结论可概括如下：

“按照作者的方法，一次简单的测定需要持续很多小时。为此，射流必须较长时间保持在稳定状态。由于长时间与空气接触会改变液体的性质以及需要大量的液体。所以限制了这个方法的应用……

虽然此项研究未能像第一次那样完全解决问题，因为它只涉及一种简单液体，即水；另一方面，由于本文的作者对其他方面的解答有所推进，理应得到相当大的荣誉。因此我们认为这篇论文也应授予研究院的金质奖章的建议是正确的。”

尼尔斯通过对他得奖论文所做的工作，使他对液体表面的张力问题具有更为深刻的见解。在这以后，他在一个意想不到的方面得到了好处：当他在30年代发现原子核的许多基本特性可以用液滴模拟作出解释时，在这个问题上，他比同辈物理学家具更多的基础知识，因为极大多数的物理学家从未直接接触过这类问题。

另一个曾在他学生时代研究过的题目，后来又成为研究工作中的一个重要课题，那就是放射现象。还存有一份于1905年前后尼尔斯·玻尔所作的题为《论放射变化》的讲演稿。这个由克里斯琴生教授组织、在一系列讨论会上进行的讲演，并不反映出任何一种独立的实验或理论问题，但它在这个特殊领域里对最新的发明和理论作了一次概括（正如这种学生讨论会应该做的那样）。然而，它却提供了许多例子，这些例子说明尼尔斯·玻尔在当时（虽然年纪才二十挂零）试图提出一些不同的观点和结果时是多么谨慎小心，而且说理严谨明确。这里，把年轻的玻尔对一种特征的论述作为一个独特的例子援引如下，这个论述后来在核物理中变得非常重要，而在当时却显得多么奇怪：

“在谈到一个平均寿命时，不表明确定的起点时间是没有任何意义的，因为在原子衰竭之前，它没有变得更老，以致在它们寿命期内的任何一点上，衰竭的机会是同样大的。”

正如这里引证的哈拉德和尼尔斯·玻尔之间的通信已经提到的，尼尔斯·玻尔花了6个星期撰写的硕士论文——2年后他的博士论文也如此——的题目是，以电子理论为基础对金属的不同物理性质，例如导电率和导热率，磁的性质和热电现象等作出解释。在那时，电子理论经过荷兰的洛伦兹，德国的德特鲁和英国的约·约·汤姆逊和詹姆斯·金斯的特别研究，已经发展起来了。

这些研究以下面的假定为基础，即金属的性质与能在金属内近似自由地移动并不时地与金属中不移动的分子相碰撞的电子的存在有关。人们企图探求其结果，并以此与观察到的金属性质作比较来检验这个假设。

尼尔斯·玻尔硕士学位论文的一个重要部分是，把这个领域中各种研究工作所使用的假定加以澄清。虽然玻尔本人——从他给哈拉德的信中可以

看出——因未能“包括更多的内容”而感到有点烦恼。在导言一节中，人们将因这位青年硕士学位候选人不但成功地读了大量的书籍，而且还极为详尽地作了分析而深受感动。这是因为尼尔斯·玻尔以批判和逻辑思维的能力支配着这项研究工作和他的意识，并抓住理论的基本特征或结果，以此与以理论为基础的假设经验进行比较。

举一个简明的例子说明上述玻尔的批判和逻辑方法以及所建立起来的论点的严谨明确，进而与开始的假定作比较。这就要涉及到洛伦兹的一个假设：

“洛伦兹提出的想法似乎存在某种瑕疵（至少在形式上是这样的），它是从假定金属分子和电子相互作用法则没有导致热平衡这一事实推导出来的。人们对此可以发问，电子的速度从何而来？而在金属的不同部位，电子的速度是随温度而改变的。实际上，它们仅与金属分子碰撞，按照计算得以进行的那个定律，这些碰撞既不能给电子以能量，也不能从电子取得能量。”

在取得学位后。尼尔斯·玻尔立即开始写他的博士论文。这篇论文是金属电子理论的延伸，同时对某些在原理上已碰到困难的要点加以清楚的认识。这个理论的假设是在尽可能共通的基础上制定的，而所要求的结果又十分详尽。对金属的许多性质所得的结果与观察相当一致，但是，尼尔斯·玻尔曾仔细下过定义并作了描述的某些方面，似乎出现了根本性的困难，尼尔斯·玻尔坦率地指出，关于金属的磁特性要在现有的电子理论范围内作出解释，看来是行不通的。

那时丹麦的物理学家感到，要理解这篇论文是困难的。曾在报纸上发表了一篇颇有兴趣的报道，特将全文转载如下：

“昨天，已故玻尔教授的另一个儿子，为了获得博士学位对他的博士论文《金属电子理论的研究》进行了答辩。

这是 26 岁的理学硕士尼尔斯·玻尔，他只用了 1 个半小时就作为一位哲学博士而离开了大学。希加德教授是他第一个主考人。他从语言学方面谈及了这篇论文，除对这篇论文赞扬外没说别的；接下来克里斯琴生教授作了较为专门的发言，但他的批评只能说是在修辞意义上才这样使用的。

“克里斯琴生教授以他通常令人愉快的方式讲了些小轶事。他对尼尔斯·玻尔的论文赞扬备至，但对它未用外文发表深表遗憾。在丹麦几乎没有人能了解有关金属的电子理论并能对其作出评价。

玻尔博士是一位脸色苍白、谦虚和蔼的青年，在这场答辩中他起的作用不大，答辩时间之短是创记录的。3 号小礼堂挤得满满的，连室外的走廊里都站满了人”。

1901 年，在得到硕士学位后不久，尼尔斯·玻尔认识了玛格丽特·诺兰德，她是哈拉德·玻尔的同学尼尔斯·埃里克·诺兰德的妹妹，丹麦斯莱格埃尔斯的诺兰德先生和夫人的女儿。1911 年他们订婚，1912 年 8 月 1 日，在尼尔斯·玻尔首次从师卢瑟福作短期学习回家后数天，他们就结婚了。蜜月是在英国度过的，在剑桥住了一周，年轻的夫妇拜访了卢瑟福。尼尔斯带去一篇 α 粒子的阻止的长文章，这篇论文是他回到丹麦前不久开始写的。

描述尼尔斯·玻尔和玛格丽特·诺兰德婚后的幸福生活，显然超出了本文的范围。这两个人走在一起意味着什么，是难以用言语来表达的。本书后面撰写的关于他们结婚 50 年生活片断的介绍，对她那种独特的品德只能给一个肤浅的认识。不但由于她的伟大个性的力量以及她在这么多不同领域内的知识和能力，还特别由于她的忠诚，玛格丽德终于成为他丈夫的理想的和必

不可少的支柱。

三、生命的顶峰

岁月无情，玻尔在人类科学史上占有非常重要的地位，但也避免不了人生的自然规律的作用。随着他科学成就的日益辉煌，他的生命也在一步步消失。

在 40 年代，人们对原子问题兴趣很浓。玻尔也多次接受邀请发表讲演。但有关自己参加过的秘密工作他从不提及。对于一般的题目诸如物质结构、对和平利用原子能的展望等问题，他总很乐于讲述。他把大家带进了一个乐观的世界，尽管战争给人们带来了许多苦难，但是人类将有一个美好的未来。

1945 年 10 月 7 日举行了玻尔 60 寿辰的庆祝活动。虽然是第 2 次世界大战刚结束不久，入境签证比较困难，但还是有一些外国客人到哥本哈根聚会。一位记者在庆祝专刊上写道：“尼尔斯·玻尔满 60 岁了，这不仅是他个人的节日，而且是整个物理学界的节日。”

丹麦皇家协会于 10 月 5 日举行了隆重聚会。担任大会主席的叶尔姆斯列夫宣读了一份由皇家协会成员签名的贺词，贺词称颂了玻尔卓越的工作：“由于这些工作他成功的识破了自然界最深邃的秘密并为研究最基本的认识规律提供了无限的可能性。”贺词还指出：“玻尔是为获得巨大能源而开展的一系列工作的专家和领导者。”同时，还援引了玻尔以下的主张：科学是全人类在整个历史长河中努力所获成果的证明。我们在原子威胁面前应该联合起来，以期找到一条真正的道路，使科学从根本上促进各国人民和睦相处”。贺词结尾说：“我们大家都满怀信心地认为，我们一定能如愿以偿，我们将有幸为实现这一希望而做出决定性的贡献。”

卡尔斯堡基金会主席彼得森报告说，基金会理事会决定拨款 10 万克朗“建立尼尔斯·玻尔独立基金，玻尔可以自行安排使用这一基金来鼓励各种研究活动。”很快，其他一些机关也参加了创立玻尔基金的活动，结果基金总额达到 40 万克朗。

在玻尔生日的那天晚上，哥本哈根的大学生列队举着火把来到卡尔斯堡。当队伍到达玻尔家门口表示祝贺时，玻尔带着夫人来到门前的台阶上。这种庆祝方式则像一种无拘无束、自由自在的游戏，他对此感到很高兴。

玻尔坚信，物理学发展的一个主要方向应该是利用原子能为人类造福而不是消灭文明。人类应该摆脱军备竞赛带来的沉重负担。罗森塔尔指出：“很遗憾，玻尔的思想没有得到重要政治活动家的响应，因而，忧虑像一块沉重的石头压在他的心头。偶而，他秘密地讲述自己与政治活动家们进行的谈话，并把向罗斯福总统提交的备忘录拿给人们看。他利用一切机会促使世界面临的抉择能得到唯一合乎逻辑的解决。值得注意的是，他在困难面前从不退却，而且在每一次失望之后，他都能去寻找通向自己目标的新道路。”

1946 年玻尔致函政府，要求立即拨款扩建理论物理研究所。所需款项终于筹集齐全：约一半左右经费由国家支付，其余都分别用卡尔斯堡基金会和特里格基金会承担。

建设工程就此开始。他们把一座低矮的车间改建成一座崭新的五层建筑物，其中有很大一部分要建在地下，在哥本哈根市政局租给的地段上建起了宽敞的大厅。研究所的那台回旋加速器，经过几番改造之后，能够发出很强的辐射。因此，不得不把它从原来的地方拆下，然后围成厚实的钢筋混凝土墙。它现在就安装在大厅里。同时也为高压电源和同位素分离器找到了更为

合适的地方。在战争年代建造起来并安装在高压大厅的另一侧的一台范得格喇夫静电加速器旁。他们建造了将近 11 个大气压的压力贮水池，它是由一个电压达 4—5 兆伏的新的强大发电机装备起来的。

地下建筑不仅得到扩充和改建，而且还新建了一部分。一条条的地下长廊把实验室、车间和各类办公地点联接起来，使研究所内部的生活更为方便。研究所的大部分实际上都在地下。

玻尔是一位优秀的组织者。他深入地研究每一个细节，什么东西也不放过。他经常去察看地下建筑，还常常登上脚手架。建筑师和工程师们不得不根据他的意见不断修改设计和结构。他们被这些弄得精疲力尽，并失去了耐心。可是玻尔却感到满意，因为建设工程是按他的要求建成的。

1946 年 3 月 26 日是理论物理研究所成立 25 周年。

各国年轻的科学家又开始在玻尔这里聚会。他们受到玻尔的爱护。他不仅关注他们的科学成就，还关心他们的生活，有时就像父亲关心孩子一样，这种纯朴的感情给了他们战胜困难的力量。

1946 年 10 月，玻尔去费城参加有关科学发展趋势的学术讨论会。他在题为《原子物理学和国际合作》的报告中指出，原子物理学的主要成就“应归功于具有不同倾向和观点的各国科学学派所进行的研究，这些学派的汇合是产生物理学家国际合作的源泉，而且这种合作的热忱和规模在科学史上也是前所未有的。”

玻尔的学生克拉迈尔斯领导着联合国原子能委员会的科学家小组。玻尔与他这次在纽约重逢，他们以极其不安的心情讨论了当时一个最重要的问题：如何对“原子物理学的发展给人们所带来的最可怕的力量”实行共同监督，以及怎样“开创各个国家之间一致合作的新阶段，”然而，使玻尔感到非常惋惜的是，在有关监督问题上大家并没有取得一致意见。玻尔企图说服美国政治家们将原子能只用于和平目的的打算也没有取得成功。

1947 年 10 月 17 日，丹麦皇家科学协会举行会议，不久之前登基的国王弗雷德里克九世亲临会议，并宣布授予为祖国增光的协会主席玻尔以丹麦最高勋章——大象勋章。

1950 年 5 月，玻尔写成致联合国的信。他在信中坚决主张：“必须建立一个‘开放的世界’。在这样一个世界中，和平以及所有国家的和平合作将受到保障，各国之间的自由往来和自由交换情报将受到保障，所有造成相互之间不信任的祸根将得以根除；每一个国家都将仅仅在促进共同文化的发展方面，在用自己的资源和经验来帮助其他国家方面施展才能。”

很遗憾，玻尔的提议没有引起足够的重视，不久之后，战争又有所发生。

丹麦的其他一些科学家也对玻尔的提议表示支持，但都未能起到有效的作用。虽然玻尔不断从事政治活动、并经常到丹麦和国外讲学，但他仍很敏锐地关注着物理的发展。但他本人却未能把自己有关带电粒子穿透物质方面的论文顺利完成。这篇论文他在美国时就开始动笔，在第一次世界大战期间一直进行这方面的研究。可是直到 1954 年这篇论文才全部完成。实际上，这也是他在物理方面的最后一篇论文。此后，他所写的全部著作已经属于哲学、生物物理学和政治学的范围。当然，他曾选过一些科学课题，其中多半是综述性课题，但是，这些都未能最后完成。

四、科学的卫士

战争，使得人们不再把物理学看成是一门远离现实的学问。非常明显的是物理学及全部科学在社会生活中起到巨大的作用。与此相适应，物理学也发展成为大规模的事业。在国际范围内，以国际间的努力来发展科学的时代已经来临。

尼尔斯·玻尔不辞劳苦地为实现全世界物理学家合作的主张而努力，因而他的研究所很快便成为一个重要的国际科学研究中心。合作的思想不仅仅是玻尔发展科学的出发点，而且也是他的世界观、他对待人类问题的态度的一个特点。在他的信件和文章中，都一再强调如果没有超越国界的科学家们的广泛接触，要在自然科学领域中取得巨大成就是不可思议的。这说明，人类活动的其他领域也能够实现类似的合作。玻尔认为，我们因获得巨大的原子能源而需要作出选择，而解决这一问题的唯一途径是建立一个开放的世界，这样各民族之间就可以自由来往，可以自由了解其他国家的情况。了解他们的经济文化发展及其他方面的情况。

1951年，曾在理论物理研究所工作过的同事们在剑桥聚会，他们提出了成立一个国际物理学中心的想法。后来，它取名为欧洲核子研究中心，并于1年后建成。在创建欧洲核子研究中心的过程中，从草拟第一批草案和计划直到完成，玻尔都是积极的参加者，欧洲核子研究中心的主席威斯考甫对玻尔的作用作了简要而准确的评价：“假如玻尔不支持欧洲核子研究中心，并且不积极参加它的活动，假如他不与大家坐在一起考虑每一个细节，那么欧洲核子研究中心永远也不可能建成。”

1955年8月，来自72个国家的1200名代表参加了日内瓦和平利用原子能会议。玻尔致了开幕词《物理学与人类》；他说道：“联合国召开的这次会议的宗旨，是促进将极其巨大的新能源造福于人类的国际合作。这一新能源是由于对原子世界的研究而获得的。我能在这样的会议上发言，感到十分荣幸。我同样感谢邀请我来谈谈在对包括我们在内的自然界进行观察时，我们作为观察者所能得出的普遍教训。”

“显然，我们深刻地认识到扩大知识的重要性，由此我们就可以增强对自然的控制。事实上，在目前的情况下，我们的整个文明面临着最严重的挑战，这就要求调整各国人民之间的关系，以求确保消除现存的空前危机，使世界各国人民可以齐心协力用获得的科学成就为自己谋福利。”

1955年10月7日是玻尔的70大寿。国王出席了丹麦皇家科学协会隆重举行的庆祝大会。国王向玻尔表示祝贺，并宣布：由于玻尔的杰出科学功绩，国王特授予玻尔丹麦一级勋章。政府和皇家科学协会决定设立玻尔金质奖章，正面铸有科学家玻尔的侧面像。这种金质奖章专授予卓越的现代物理学家。

但是，随着科学的发展，世界也不安宁。1956年发生了埃及战争。在这些令人忧虑的日子里，玻尔日益感到不安。他再次致信联合国秘书长，就预防可能发生的冲突及谋求和平与安全的国际合作提出建议。但这封信在当时并没有产生大的影响。

玻尔争取和平事业和国际合作而进行斗争已广为人知，随着名声远扬，他的威信和影响增强了。他还是第一个被授予福特基金会设立的“原子用于和平”奖金的人。授奖仪式于1957年10月24日在华盛顿举行。

玻尔的儿子对玻尔的活动及成就进行过回忆，他说：“战后父亲又一次到许多地方去旅行。他出席了在斯堪的纳维亚、英国、法国、德国和美国等地举行的科学学术会议。他和母亲一起曾到以色列去，其中一次是参加魏茨曼研究所的物理实验室的落成仪式。此外，他还访问了希腊。而且在印度住了很长时间，在所有这些国家里，父亲都受到了亲切友好的接待。除了科学家之外，他还会见了一些国务活动家以及各种有影响的人物，同他们还讨论了扩大国际合作的问题。为实现这一目的，父亲在一生中最后的这些年里花费了很多的时间和精力。”

1961年，父亲和母亲最后一次去苏联旅行。他们又一次与老朋友们幸福相会，并为他们从上次访问以来所取得的成就而感到高兴。”

玻尔在苏联度过了2个星期。随同前往的还有他的妻子、儿媳和儿子。玻尔访问了原子能研究所、联合核子研究所、物理学问题研究所、科学院物理研究所和莫斯科大学。他会见了许多物理学家，参观实验室和仪器设备。玻尔说：“特别想提出的是我们参观杜勃诺联合核子研究所所得到的印象，我们看到了研究物质基本粒子的大型设备，这些设备的设计和制造不仅需要各方面的专业知识，而且除此以外还需要巨大的勇气。”在原子能研究所玻尔说：“当我看到核反应堆时，简直惊奇不已。”

1961年10月初，在布鲁塞尔召开了第12届量子场论专题的索尔维大会。同时这也是一次纪念大会，因为距第一届索尔维大会已经过去整整半个世纪。玻尔在会上作了题为《索尔维大会及量子物理学的发展》的报告。这是一篇珍贵的科学历史文献。同时，这也是玻尔的最后一篇著作。

1962年6月，玻尔到德国林道市参加一个会议。在那里，他患了轻微的脑溢血。根据医生的建议，他到意大利疗养了一个月左右。健康迅速恢复，他感到自己精力充沛、体格健壮起来。10月7日，玻尔年满77岁。

11月16日，他主持了丹麦皇家科学协会的例行会议，他连续担任该协会主席已经是第24个年头了。

可是2天之后，在11月18日（星期日），玻尔一家在卡尔斯堡招待客人。忽然，玻尔感到有点头疼，想休息一会儿，便走开了。过了一会儿，当大家走到他那儿去时，发现他已安息了。

玻尔逝世使整个科学界都深感震惊和悲痛。由著名苏联科学家们署名的悼词中指出：“伟大的丹麦科学、思想家、现代原子论和玻尔原子核的创立者尼尔斯·玻尔逝世的消息，使全世界的物理学家深感震惊。玻尔的原子物理基本规律的思想对这门科学近半个世纪的发展产生了如此巨大而罕见的影响，……人们失去了尼尔斯·玻尔这样一位天才的科学家和思想家、争取和平和争取各国人民之间相互谅解的战士、全人类的朋友。”

玻尔逝世后，许多欧洲国家以及其他国家有关机构给丹麦皇家科学协会拍来无数唁电。12月14日隆重举行纪念玻尔的大会。

一代科学巨人就这样与世长辞，但他的品质，他的精神将永远活在人们的心目中。

