



尼尔斯·玻尔

Niels Bohr

1922 年诺贝尔物理学奖获得者

获奖理由：对原子结构和原子辐射研究方面的贡献

3 /

尼尔斯·玻尔： 请不要教上帝怎么掷骰子

电子围绕着小小的原子核旋转，这是物理学研究的基础。尼尔斯·玻尔提出了电子在核外的量子化轨道，解决了原子结构的稳定性问题，描绘出了完整而令人信服的原子结构学说。

1885年10月7日，尼尔斯·玻尔（Niels Bohr）出生于丹麦首都哥本哈根，父亲克里斯丁·玻尔是丹麦人，在哥本哈根大学担任生理学教授，母亲出身于一个富有的犹太人家庭。

虽然尼尔斯·玻尔后来皈依了基督教，但根据犹太教口传律法的规定，生来是犹太人就永远是犹太人。按照纳粹的种族法¹，他也被归为犹太人。在纳粹征服丹麦之后，尼尔斯·玻尔和其他丹麦犹太人一样面临着被驱逐和被屠杀的危险。

1 纳粹德国将所有具有四分之一或以上犹太血统者定为犹太人。

玻尔的原子结构模型

1903年，尼尔斯·玻尔进入哥本哈根大学，主修物理学。1907年，玻尔发表了一篇有关水的表面张力的论文，获得丹麦皇家科学文学院的金奖。1909年和1911年，玻尔分别以关于金属电子论的论文获得哥本哈根大学的理学硕士和哲学博士学位。

获得博士学位后，玻尔前往英国剑桥大学卡文迪许实验室，与电子的发现者约瑟夫·约翰·汤姆孙合作。但是两人的合作并不愉快，汤姆孙喜欢主导一切，而玻尔又过于固执己见。几个月后，玻尔转赴曼彻斯特大学，从此与原子核的发现者欧内斯特·卢瑟福长期共事。

牛顿经典物理学排除了电子围绕原子核旋转的可能性，认为电子会发射连续的电磁能量并坍缩到原子核里，这导致稳定的原子无法存在。卢瑟福提出了更具说服力的电子模型：带正电的原子核位于原子的中心，电子围绕原子核旋转，就像行星围绕太阳旋转一样。

玻尔意识到经典物理学在阐述微观现象方面的严重缺陷，赞同普朗克和爱因斯坦在电磁理论方面引入的量子学说，从而创造性地把量子学说和卢瑟福的原子核概念结合起来。玻尔认为，电磁能量不会改变或被转移且保存在名叫量子的离散部分中，在此基础上他构建了玻尔原子结构模型。

1913年至1914年，波尔在哥本哈根大学讲授物理学。这段时间，他发表长篇论著《论原子构造和分子构造》，提出了量子不连续性，成功地解释了氢原子和类氢原子的结构和性质。按照玻尔的原子结构模型，电子环绕原子核作轨道运动，圆形轨道包含离散能量，外层轨道比内层轨道可以容纳更多的电子；较外层轨道的电子数决定了元素的化学性质；如果外层轨道的电子落入内层轨道，将释放出一个带固定能量的光子。在离原子核最近的轨道中，电子无法以辐射的形式发射能量，因此不会坍缩到原子核中，这就是氢原子的稳定状态。

1922年，尼尔斯·波尔因这项研究获得了诺贝尔物理学奖。

哥本哈根学派，与爱因斯坦论战

1914年至1916年，尼尔斯·波尔在曼彻斯特的维多利亚大学任教。1916年，他回到丹麦，担任哥本哈根大学物理学教授。在此期间他创立了哥本哈根学派，与学生们共同提出对量子物理学理论的彻底解释——物质大小只有被“观察者”测量时才能被确定或存在。换句话说，测量是测量大小出现的原因，测量值通过统计方法从多个可能选项中被确定。

根据玻尔模型，观察者会影响测量结果。例如，粒子可处于“叠加”状态，这种状态中的粒子同时以粒子和波的形式存在，该状态可持续到“观察者”观察到它们为止。观察本身会导致“叠加”

从多现实的存在往单一确定的现实“坍缩”。根据哥本哈根学派的观点，观察者还决定了“叠加”的坍缩结果。玻尔模型意味着这样一种世界观：意识不反映现实却创造现实。值得注意的是：量子物理学理论仅适用于微观世界；在宏观世界中，只有广义相对论才适用。

哥本哈根学派的哲学含义令许多人不安，甚至现在依然如此。阿尔伯特·爱因斯坦对此不屑一顾，并挑衅地质问：“是否他闭上了眼睛，月亮就会消失？”至于玻尔提出的量子理论的统计性质，爱因斯坦断言“上帝绝不会和宇宙掷骰子”。玻尔针锋相对地回应道：“不要教上帝如何掷骰子。”

玻尔也意识到，让人们接受物质存在的统计属性有困难。他说：“没有对量子物理学理论的核心感到震惊的人，显然并没有真正地理解量子物理学理论。”尽管如此，哥本哈根学派对量子物理学理论的解释还是被科学界普遍接受。

玻尔与爱因斯坦的终身友谊与论战，是科学史上的一段佳话。1920年，玻尔第一次到柏林讲学，与爱因斯坦相识。两人只要一见面，就唇枪舌剑、辩论不休。1946年，玻尔为纪念爱因斯坦70寿辰文集撰文。爱因斯坦并不领情，在文集末尾撰写了长篇答词，尖锐反驳玻尔等人的学说。但是，长期论战丝毫不影响他们深厚的情谊，他们一直互相关心，互相敬重。

对爱因斯坦长期未能获得诺贝尔奖，玻尔一直抱不平。获悉自己获得1922年诺贝尔物理学奖、爱因斯坦被授予上年度诺贝

尔物理学奖后，他终于释怀，立即兴致勃勃地致信旅途中的爱因斯坦。他在信中表示，自己获得的成就是基于爱因斯坦的奠基性贡献。因此，爱因斯坦在他之前获得诺贝尔奖，是他的“莫大幸福”。爱因斯坦当即回信说：“我在日本启程之前不久收到了您热情的来信。我可以毫不夸张地说，它像诺贝尔奖一样，使我感到快乐。您担心在我之前获得这项奖金，您的这种担心我觉得特别可爱——它显示了玻尔的本色。”

昔日师生，各为其主

入秋已久，信使骑着自行车，穿过铺满枯黄微红落叶的路面。电报中传达了这样的信息：纳粹德国原子弹计划的负责人沃尔纳·海森伯将来拜访。

1940年4月，纳粹德国侵占丹麦。美英等国的一些科学家担心尼尔斯·玻尔的安全，邀请他全家前往避难和工作。但是，玻尔认为战争是暂时的，因而不为所动。他继续留在哥本哈根理论物理研究所，同时拒绝与侵略者合作。

提出测不准理论的德国物理学家沃尔纳·海森伯是玻尔的学生，也是量子力学的奠基者之一。第二次世界大战期间，师生两人各为其主，一个代表占领者，另一个代表被占领者。这次造访，海森伯和两位陪同者都身着军装。

沃尔纳·海森伯为什么拜访尼尔斯·玻尔？直到两人去世，

这一直是个不解之谜。作家、记者兼剧作家迈克尔·弗雷恩将两人的这次会面写成了剧本。1998年5月，在迈克尔·豪威尔·布莱克莫尔的导演下，话剧《哥本哈根》在英国国家剧院首次演出，演出总场次超过300次。2000年4月，美国版《哥本哈根》话剧在百老汇上演，获得三项托尼奖。此后，该剧被译成多种语言，在许多国家上演。

2002年，话剧《哥本哈根》由英国广播公司（BBC）制成电视电影。故事发生在一个地狱世界，沃尔纳·海森伯、尼尔斯·玻尔及妻子玛格瑞特在那里相遇，他们试图弄清楚1941年在哥本哈根他们三人之间究竟发生了什么。

海森伯试图从玻尔这里窃取科学情报，以此为希特勒制造原子弹？

海森伯试图与玻尔达成共识，即战争敌对方的科学家要避免为制造原子弹作出贡献？

海森伯暗示，他将故意拖延德国原子弹项目？

在两位伟大物理学家之间，智力和科学联系是否大过血缘纽带和对国家的忠诚？玻尔和海森伯都很清楚，对方是世上最理解自己的人。

这部剧融历史、科学、情感于一体，震撼心灵，剧中的物理公式让普通人如堕云雾。

2001年4月，由埃胡德·马诺翻译的希伯来语版《哥本哈根》，在特拉维夫卡梅里剧院上演。导演米莎·莱文森获得了约瑟夫·

米洛以色列年度最佳导演奖，女主角冯·施瓦兹（饰演玛格丽特）获得了年度女演员奖。

根据玻尔的要求，他的档案本应在 2012 年对外公开。但是，话剧《哥本哈根》的成功导致档案被提前解密。档案中，有一封他给海森伯的未曾寄出的信，信中希望海森伯解释为什么 1941 年到哥本哈根去拜访他。在一组信件中，他还回忆起当时与海森伯的谈话内容，与海森伯在战后对美英安全部门所作的供词不尽一致。但是，这些档案仍没有解开两人会面之谜。

人们进行了广泛的档案调查和深刻的历史分析，但还是无法解开这个谜团。对于这两位辉煌却孤独的科学大师而言，毕竟只有对方是最了解自己的人。

随性、谦逊，“科学家球星”

海森伯来访后不久，玻尔感觉到危险正在迫近。在英国情报部门的协助下，他于 1943 年带着家人逃离丹麦，乘一艘小渔船前往瑞典，之后经英国到达美国。

在美国，玻尔加入了研发原子弹的“曼哈顿计划”团队。随性的玻尔经常违反保密规则，安全部门为他配备了负责“护送”的保镖。但是，他依然我行我素，时常令上级头疼。在与美国总统富兰克林·罗斯福会面时，他提议将原子弹机密与当时的“二战”盟友苏联分享。这让白宫的高级官员们简直无法相信自己的耳朵，

罗斯福断然拒绝了这个幼稚的想法。

1945年“二战”结束后，玻尔回到丹麦，此后致力于推动原子能的和平利用。

玻尔关注以色列国以及以色列的科学发展。他访问了以色列理工学院和魏茨曼科学研究所，并获得了这两个机构的荣誉学位。1953年10月29日，尼尔斯·玻尔访问魏茨曼科学研究所，担任物理大楼奠基仪式的嘉宾。当时，正值哈伊姆·魏茨曼博士去世一周年。在此后的一次物理学研讨会中，玻尔偷偷溜出演讲厅，魏茨曼科学研究所的一位科学家问他：“你为什么在外面闲逛？”玻尔答道：“参加这个研讨会没什么意义，我什么都听不懂。”

值得一提的是，玻尔还有一段中国渊源。在蔡元培等中国教育界和科学界人士的邀请下，1937年5月，尼尔斯·玻尔偕夫人及儿子汉斯·玻尔访问中国。他在上海交通大学、浙江大学、南京中央大学、清华大学和北京大学举办科学讲座。拍摄玻尔此行的影片，可能是中国最早的一部彩色电影，现存于丹麦玻尔档案馆。

尼尔斯·玻尔和弟弟哈拉德·玻尔从小爱好足球。进入哥本哈根大学后，尼尔斯·玻尔很快成为大学足球俱乐部的明星守门员，他习惯在足球场上一边心不在焉地守着球门，一边掏出粉笔在门框上推演公式。在后来的学术生涯中，“科学家球星”玻尔把踢足球当作大脑的休息放松。据丹麦 AB 足球队队史记载，在一场比赛中，德国特维达队外围远射，守门员玻尔却在门柱旁边

思考一道数学难题。弟弟哈拉德后来成为一名数学家，曾经效力于丹麦国家足球队。

1962年11月18日，尼尔斯·玻尔因心脏病突发在丹麦的卡尔斯堡寓所逝世，享年77岁。去世前一天，他还在黑板上画当年爱因斯坦光子盒的草图。他的儿子奥格·尼尔斯·玻尔也是一名杰出的核物理学家，获得1975年诺贝尔物理学奖。