

纪念尼·玻尔一百周年诞辰

先 鼎 昌

今年是伟大的丹麦物理学家尼尔斯·玻尔 (Niels Bohr, 1885—1962) 诞生的一百周年。

1885年10月7日,尼·玻尔出生在丹麦哥本哈根的一个知识分子家庭中。父亲是一位著名的生理学家,母亲具有渊博的文化素养,在这个充满浓厚的科学、古典哲学和文艺气氛的家庭里,尼·玻尔和他后来成为杰出的数学家的弟弟哈罗德·玻尔(Harold Bohr)很早就培养出卓越才能。

1906年,尼·玻尔毕业于哥本哈根大学。他的毕业论文是关于水的表面张力的精确测量。由于论文在理论与实验两方面的详尽与创见,尼·玻尔被丹麦皇家科学、文学院授与金质奖章。

1911年,尼·玻尔从哥本哈根大学获得博士学位,学位论文是“金属的电子理论”,用电子气在周期性的荷正电的位场里近于自由的运动来讨论金属的各种性质。在这篇论文里尼·玻尔显示出他洞察复杂的物理现象的直观和从理论上作出普遍结论的能力。论文的结果反映了经典物理学的困难,从此尼·玻尔就开始形成经典电动力学不适用于原子现象的观念。

1911年10月,尼·玻尔来到英国剑桥大学,想跟发现电子的J. J. 汤姆逊研究电子理论,但是J. J. 汤姆逊已经对电子理论不感兴趣,次年三月,尼·玻尔转到曼彻斯特大学卢瑟福的实验室里工作。在这里,一年多之前,卢瑟福通过他的 α 粒子散射实验,证明了原子核的存在——原子的绝大部分质量,集中在尺度只有原子尺度的万分之一的带正电的原子核里。在这里,尼·玻尔马上被卢瑟福的结果吸引住了,虽然总共只呆了三个月,但是通过日以继夜的紧张工作,尼·玻尔提出了原子的表面电子决定其化学性质、原子的电子数目与原子数有关,它决定原子在周期表中的位置,比原子量更为基本,而这关系的不规律性,可以由引入同位素——具有相同的电荷,但质量不同的原子核——的观念来解释某一系列极为重要的理论。这些理论是如此新颖和大胆,一时连卢瑟福也接受不了。

1912年6月,尼·玻尔回到丹麦,继续研究原子结构。如果按照卢瑟福的实验,原子的结构应当有如一个小太阳系,而按照经典物理学,作为行星的电子由于轨道运动将不断放出韧致辐射而失去能量,这样的原子不可能是稳定的。受到光谱学总结出的里德伯

(Rydberg)经验公式的启发,尼·玻尔在1913年大胆地冲出经典物理学的限制,假设普朗克提出的谐振子能量量子化的概念,应当适用于原子系统,这样原子中的电子处于一系列能量分立的定态中。处于一个定态里的电子,不能作韧致辐射失去能量。电子只能从一个定态跃迁到另一个定态,伴随着光的发射和吸收,其频率由爱因斯坦的光量子理论给出。这个理论开创了原子物理学的新时代,特别是通过莫斯莱(Mosley)在1913—1914年进行的X光谱实验证明了这个理论巨大的成功。

然而尼·玻尔没有满足于已经取得的成就,他竭力探求量子跃迁的机制,一种真正的动力学。他曾努力想使量子跃迁理论与传统的经典理论框架相容,在1924年,他和克拉马斯(Kramers)与斯莱特(Slater)得出这必须付出放弃在原子这一层次上能量——动量守恒定律的结论。尼·玻尔曾经设想,能量-动量守恒定律只有在统计意义上才成立,但是在1925年康普顿的实验证明,即使是在单个光子与单个原子的碰撞过程中,能量动量守恒定律还是成立的。尼·玻尔接受这个事实,在1925年7月指出“对经典电动力学的推广,要求对迄今为止人们探索到的关于自然的描述来一次深刻的革命,对此必须有所准备。”这个革命在几个月内就发生了,这是由他的学生海森堡掀起的,随着狄拉克、玻恩、薛定格等许多物理学家的努力,建立起新的量子力学。新量子力学与传统的经典物理在概念上的差异是如此地大,即使是尼·玻尔和海森堡,也只是在精疲力尽的奋斗之后才得出测不准关系和互补原理的对量子力学性质的解释,但这又使尼·玻尔与爱因斯坦卷入一场毕生的学术争论中。

1936年,费米在罗马的慢中子在原子核上的俘获实验,引起尼·玻尔的关注。中子与质子的差别只在于一个为中性,一个带正电,以前质子在原子核上的散射可以由一个吸引势加上一个库仑排斥势得到很好的解释,按理,除掉库仑势,中子在原子核上的碰撞性质也应得到解释了,但事实并不如此。这使尼·玻尔提出一个新的理论——复合核理论。他指出中子进入原子核后,能量分配给各个核子,但各个核子得到的动能都不足以逸出原子核,这就形成一个复合核。这个复合核处于高激发状态,它可以跃迁到能量较低的状态。

复合核的能级决定慢中子吸收过程的共振性质。

1939年初,当尼·玻尔启程赴美国访问的时候,从纳粹统治下的德国传来发现核裂变的信息。尼·玻尔很快就作出正确的解释,提出了液滴理论,而且指出,中子数目之为奇数或偶数,使得铀 235 是可裂变的,铀 238 是不裂变的。

1943年,由于母系方面的犹太血统,尼·玻尔不得不逃出纳粹占领下的丹麦,经瑞典到了英国,然后去了美国,而且卷入原子武器制造的曼哈坦计划中。

战后,在尼·玻尔的晚年,他在科学的国际合作、科学的国际发展等方面做了大量的工作,同时对生命科学和认识理论进行了研究。

我于1962年曾到尼·玻尔的理论物理研究所工作,有幸得到他的指导。我第一次和他长谈,是在他家卡尔斯堡的房子里。在那里,对着一个大型的DNA分子模型,他谈起量子力学和生物学,谈到生命的基本现象和人类的基本思维过程。然后谈起中国的哲学。其后,我还有机会和他谈过几次。有一次是从易经开

的头,转到老子和庄子,我不知道在多年之前他就和泡里对易经和易发生了有趣的故事,回想起来,那时我所说的真是有点班门弄斧。有一次他们夫妇回忆起1937年他们的中国之行,中国的文化,中国的学者,特别是吴有训先生,都给他们留下了永久的回忆。他关心中国的新的情况,他见到过旧中国,新中国的发展使他高兴。

1982年十月,我陪同尼·玻尔的儿子,后来也得到诺贝尔奖金的阿·玻尔访华。访问完毕,在和他谈妥了丹麦和中国科学院的交流与合作之后,阿·玻尔夫妇在北京饭店门口等汽车去飞机场启程回国的时候,丹麦驻华大使匆匆忙忙地赶来,告诉我们刚收到关于尼·玻尔于十月十八日去世的消息。我没有想到,我竟是第一个,也是最后一个从新中国来的有幸在他指导下的研究所里工作的物理学者。

今年是尼·玻尔诞生一百周年,中国物理学家将和全世界的物理学家一起纪念这位对人类文化作出巨大贡献的物理学家。