

理论物理学宗师——洛伦兹

刘乃汤

(安徽教育报刊社 合肥 230022)

1928年2月4日,荷兰近代科学巨人、理论物理学宗师洛伦兹(H. A. Lorentz)与世长辞。举行葬礼的那天,荷兰全国的电信、电话中止三分钟,以示哀悼。荷兰王室和政府的代表,以及来自世界各地的科学家参加了葬礼。理论物理学家爱因斯坦在致词中称赞洛伦兹是“我们时代最伟大、最高尚的人”。

1853年7月18日,洛伦兹生于荷兰阿纳姆,父亲是一家繁殖场场主。洛伦兹刚九岁时,母亲就去世了。他在家乡读完小学和中学,17岁时考入莱顿大学。从中学时代起,他的学习兴趣转向物理和数学。在大学二年级时,洛伦兹通过了数学、物理学学位候选考试,接着回到家乡准备博士学位的考试和撰写用麦克斯韦的观点论述物理光学问题的论文。其间,他一边自修课程,一边在夜大学任教。1873年,他以优秀的成绩通过学位考试,1875年获得博士学位。在如何选定今后的研究方向的问题上,洛伦兹起初犹豫不决,最后决定从事理论物理研究。这是一个有远见的大胆的选择,因为当时理论物理学作为物理学的一个独立分支,尚处在创建阶段,前途未卜。但洛伦兹认识到,理论物理学的前景未可限量,这门学科一定具有广泛的学术前途。1877年,他被任命为莱顿大学理论物理学教授,这是欧洲第一个理论物理学教授职位,时年尚不满25岁。从此,他开始专门致力于理论物理学研究。

19世纪70年代,光的理论研究尚处在初期。传统的光以太的弹性固体理论支配着光学研究。但这个理论存在许多问题:一是存在着纵向波和横向波,而在光学现象中只有横向波是为人所知的;此外,弹性固体理论又无法得出两个光介质交界面反射的非涅耳公式。因此,

在光学研究领域,实际是一个又一个的假说。如果把纵向波传播速度假定是无限的,那么光穿过介质通道的某些特性,也可能用假设物质内外以太的不同密度来进行解释,其他特性则可用假设不同弹性加以解释。总之,19世纪70年代的光学理论很不能令人满意。与此相似,19世纪70年代的电磁理论也逐渐暴露出许多问题,在发展电动力学理论的某些原理方面,韦伯、纽曼、里曼、埃德隆以及L.洛伦兹等各持一说,很少有一致意见。主要反映在以下几个方面:游动电场的数目;电以太的存在;光与电运动的鉴别;电场粒子间力的性质;中心力还是非中心力,相对运动还是绝对运动;力的独立运动与力学原理,尤其是与能量原理的关系等。1873年,麦克斯韦根据电磁介质理论,探测出许多光学问题,如光加压、晶体光导、光极化面磁旋,等等。但却未能得出光反射与折射定律。亥姆霍兹提议用力学原理检验各自的理论,他意识到,鉴别光学理论的某些难点可能与鉴别电动力学的某些难点有直接关系。

针对这种状况,在莱顿大学期间,洛伦兹最主要的研究项目选择了光学和电磁学理论。1875年,洛伦兹在一篇论文中指出,他很欣赏麦克斯韦的观点,但认为麦氏的观点还不完善。他认真地将旧光波理论与新光波电磁理论作了分析,然后采用各向同性介质、晶体光学、全反射以及金属和光的相互作用等方法,将亥姆霍兹为推导极化状态的传导变化所采用的波动方程式成功地应用于光反射与折射中去。洛伦兹论文的学术价值在于对非传导交界面上的反射光辐所作的推导,澄清了麦克斯韦理论的物理基础,成为首次将电磁场和物质区别开来的标志。1878年,洛伦兹在论述物质光学理论时,对

物质与以太作用差别的问题进行了更深入的研究。他假定物质分子包含的带电正弦波发生器到处存在的以太都具有真空状态中活动的相同特性,从而发展了光散射理论。在同年发表的论文中,他预示了物体密度与其反射率的关系,这个推断是在丹麦物理学家 L. 洛伦芝 1869 年创建的理论上的新发展,成为著名的洛伦芝——洛伦兹公式。

进入 80 年代,洛伦兹继续进行电磁学的研究。在一篇论文中,他论述了两个流素间力的问题,引起了欧洲大陆电磁理论研究领域的注意;在另一篇论文里,论述了霍尔效应和光极化面的电磁旋问题。1886 年,他继续从事以太研究。他在一篇关于光行差的论文中断定, J. 菲涅耳的光以太观点优于斯托克斯的观点。因为 J. 菲涅耳在光行差理论中,假定接近地球的以太不参与活动。但洛伦兹认为,在 J. 菲涅耳的全部理论中,关于物质对以太完全透明的假说是盲目的。80 年代后期,在亥姆霍兹对两种对立电动力学理论进行以实验为基础的判断的倡导下, H. 赫兹对麦克斯韦电磁波进行了感应实验。1890 年, H. 赫兹做了麦克斯韦的动与不动物体电动力学理论的研究,他放弃了亥姆霍兹对麦克斯韦距离作用的解释及其已开始的试验,而在理论上接受了麦克斯韦关于以太电磁过程中的连接作用的解释。H. 赫兹的实验和理论研究,使得欧洲大陆的物理学家对麦克斯韦理论产生了浓厚的兴趣。在 H. 赫兹研究的启发下,90 年代初由洛伦兹、威克特和拉莫尔分别提出了“电子理论”的概念。在这三人中,洛伦兹的威望最高,他认为电子和以太是性质不同的实体,即使他当时还不能解决电子和场的二重性问题,但其理论却具有极为鲜明的特性。

自 90 年代以后,洛伦兹主要致力于电子理论研究,为建立电子和场的理论付出了大量精力。1892 年,洛伦兹发表了第一篇关于电子理论的文章。他批评了 H. 赫兹著名的以光学为基础的以太论,认为 H. 赫兹关于场方程式的假设十分勉强。他认为麦克斯韦论文中最美妙的一章,是用拉氏函数和机械论解释电动力学,而不

需要假设一套详细的机理。接着,洛伦兹把 J. 菲涅耳的以太渗透物质观点引用到电子理论上,但拒绝接受 J. 菲涅耳的以太密度因物而异的观点,以及纽曼的以太在不同物质中弹性各异的观点。由于洛伦兹认为以太具有无处不有的相同特性,所以他很少推测其性质。他把以太和基本物质完全分开,然而,观察以太和物质的相互作用又需要恢复其连接关系,他只好假定用正、负电子保持这种单一的连接关系。

洛伦兹简单明了地对电荷、电流及其与电磁场的关系作出了解释,这种解释比麦克斯韦和赫兹都清楚得多。他认为,假如一个物体具有一个种类以上的电子超额量,便负载电荷。导体中的电流是电子的移动,非导体中的非传导位移则来自均势中的电子移动。电子形成电磁场,其中心是以太;场通过嵌入物质分子的电子在普通物质上起作用。洛伦兹以他对以太和电的理解,解释了光和物质的相互作用。同年,洛伦兹根据这个概念推导出弗雷内尔的阻力系数。过去,有一种对这个系数的物理解释是,移动物体在部分地牵引以太。洛伦兹则证明牵引系数是由光干扰造成的,因而不会有真实的“部分地牵引以太”。这个论证使他的电子理论取得第一次最令人信服的成就,玻恩称之为“物理界运用大量数学分析的最好范例”。

洛伦兹对电子理论的最重要的解释,是于 1895 年提出来的。他抛弃了机械论的思维方法,通过简单的假设,确定了带电粒子在电磁场所受的力: $F = q(E \times v \times B)$, 这就是洛伦兹力。不久,通过实验建立了阴极射线是阴性带电粒子的学说,由于阴极射线散粒特性与洛伦兹关于电性质的观点相符,他大胆地认为阴极射线粒子就是他曾论述的电子。1896 年,塞曼把钠火焰放在两个磁极之间,观察到光谱线的扩展。洛伦兹以他的电子理论为依据,立即解释了塞曼效应。这一分析进一步提高了他在理论物理领域的地位,这个成就表明,他的电子理论可以用来探索复杂的原子结构。接着,洛伦兹在电子理论的研究方面接连取得成就,如对菲茨卜正常与异常散射试验的解释,对法拉第

旋光度的解释,等等,使得洛伦兹的电子理论在1900年前后被物理学界广泛接受。

1904年,洛伦兹发表了《电磁现象系统运动速度小于光速》的论文。地球在不变以太中的运动这个悬而未决的问题在这篇论文中几乎全部解决了,并为此列出了方程式。在这篇论文所阐述的电子理论中,新动力学概念与时间先导物理思想是一致的。这个概念表明,洛伦兹及其他学者的电子理论,已深刻改变了相对论以前的经典物理学基础。在1892年至1904年,洛伦兹基本完成了电子理论的研究工作,并同其他物理学家一起,为电子理论开辟了一个极为广阔的实验和理论研究的新领域,使莱顿大学成为当时物理学界的先导。

1905年,爱因斯坦发表狭义相对论,这个理论给洛伦兹的理论提出了不同的解释。对洛伦兹来说,移动结构中的时间扩展是数学手段;而对爱因斯坦来说,间隔时间测量在一切均匀移动结构中同样是合理的。洛伦兹认为,长度收缩可以用分子力进行有效的解释;而爱因斯坦则认为,那仅仅是一种测量现象。洛伦兹敏锐地注意到理论物理学的新进展,1908年,他高度评价了普朗克的量子理论,认为那是能够解释黑体辐射全谱的唯一理论。他是第一批评论量子理论、并强调把量子假说同电子理论进行对照的人之一。他认为,只有通过电子理论和分子运动论进行根本改革,才能使经典理论与量子理论相适应。后来,爱因斯坦从广义相对论出发,探索一种重力的、其后为统一重力的电磁场理论。洛伦兹对其大加赞誉,认为这

是1914—1917年间最重要的贡献。不过,虽然洛伦兹对物理学进展,尤其是对量子论的诞生表现出极大的兴趣,并不顾年迈,致力于新理论的研究,但对经典物理学时代的消逝,仍然表示出惋惜之情。

洛伦兹的研究工作获得科学界的广泛赞誉,使经典电子理论成为新物理学的基本理论。从洛伦兹电子理论角度探索问题,便能引导人们自然地跨入量子时代。在20世纪刚开始的时候,虽然经典电子理论没有完成撼动电磁领域概念的任务,但它在物理学家的思想上却激起深刻的变化,促成了欧洲年轻一代物理学家新观念的诞生。事实上,爱因斯坦、埃伦菲斯、福克与洛伦兹的物质和场完全分离的思想是一致的。爱因斯坦把洛伦兹关于电磁场的创举,称为与可衡量物质无关的“知识解放作用”,而这个作用又规定了在未来研究中应解决的问题,这些恰恰是理论物理学的精华。

爱因斯坦曾说,在他一生中,洛伦兹是给他影响最大的人。是的,洛伦兹以其坚韧不拔的毅力和对理论物理执着献身的精神,最大程度地推进了经典物理学的准确性、明晰性和统一性。同时,洛伦兹也承认了电子理论的局限性,并从物理学基础发生不断变革的事实中,指出了这种局限性。他的一生,在促使经典物理学继续发展方面起了决定性作用。他的这种贡献,对爱因斯坦等后来者修正其基本理论、掀起物理学革命显然是必不可少的。笔者认为,这就是洛伦兹研究工作的重大历史意义。

· 致作者 · 关于投稿的几点要求

1. 感谢广大作者对本刊的厚爱和支持,热忱欢迎广大新老作者踊跃投稿。

2. 来稿内容应符合本刊的报道范围和深度要求。表达上宜采用深入浅出、通俗易懂的语言,要符合科普文章的写作要求。

3. 来稿要求一式两份,用20×20稿纸誉

写或打印。字迹工整清楚,公式、符号书写规范。

4. 文中有插图处画方框示意,插图绘制清楚,统一附在稿后。

5. 随稿请附英文题目和准确的通信地址及邮编,多作者情况请指明联系人。

《现代物理知识》编辑部