



X射线的发现及其对科学技术的影响

——纪念伦琴发现X射线100周年

麦振洪

(中国科学院物理研究所)

一、X射线的发现

1895年11月8日是科学界值得纪念的重要日子。这一天德国维尔茨堡大学校长伦琴(W. K. Röntgen)教授发现了X射线,由于这一划时代的科学贡献,他于1901年荣获首届诺贝尔物理学奖。为了献身于科学,他把奖金转赠给维尔茨堡大学,以促进该校的科学研究。

19世纪末,不少科学家研究阴极射线时发现,阴极射线具有很强的穿透力。当时伦琴认为尚有许多问题有待深入研究。1895年11月8日傍晚,伦琴进行阴极射线实验,为了避免阴极射线与可见光的影响,他用黑纸把放电管严密地包上,在完全遮光的实验室里作实验。当放电管加上高电压时,他惊奇地发现,离管子一米多远的涂有氰亚铂酸钡的纸屏发出浅绿色光,他把纸屏移至两米多远或把纸屏翻过来,仍有荧光出现。他意识到这不是阴极射线,因为阴极射线是不能透过黑纸,而且其射程只有几厘米。对于这种令人惊奇的现象,他废寝忘食地反复试验。发现当阴极射线轰击电极时,能发射出一种眼睛看不见的射线。这种射线直线传播,遇到障碍物既不反射,也不折射,在外界磁场下也不偏转。这种射线具有非常强的穿透本领,能透过上千页的书,甚至15毫米厚的铝板,但不能透过几毫米厚的铅板。他还惊奇地发现,这种射线能透过手掌而在荧光屏上显现出手指骨的轮廓。12月22日,他用这种射线给他夫人拍了一张左手的照片,其指骨清晰,结婚戒指明显可见,这就是世界上第一张X射线照片!经过一个多月的潜力研究,他确认这是一种新射线。1895年12月28日他在《维尔茨堡物理学医学学会会刊》上发表了题为《一种新的射线——初步报告》,称这种本质尚不清楚的新

射线为X射线。1896年1月5日维也纳《新闻报》报道了伦琴发现X射线的消息,引起世界轰动。1月23日伦琴在维尔茨堡大学物理研究所作了关于X射线的第一次报告。报告后,他用X射线拍摄了维尔茨堡大学著名解剖学教授克利克尔一只手的照片。克利克尔教授带头欢呼,当即建议把这种射线命名为伦琴射线。

二、X射线的发现对科学技术的影响

X射线的发现是物理学发展的一个重要里程碑,它标志现代物理学的诞生,直接导致1896年放射性的发现,极大地推动了物理学、化学、生物学、地学和医学等学科的发展。同时,也造就了数十名诺贝尔奖获得者,为科学技术的发展树立了永不磨灭的丰碑。因此,他荣获首届诺贝尔物理学奖的殊荣是当之无愧的。

1912年劳厄(M. Von Laue)发现X射线与晶体相遇时能发生衍射,获得了硫酸铜晶体的衍射花样,导出了著名的劳厄方程。劳厄的发现证明了X射线具有波动性,其波长与晶体中原子排列周期同一数量级,奠定了X射线衍射学的基础。为此,劳厄荣获1914年诺贝尔物理学奖。紧接着劳厄发现X射线衍射,布喇格父子迅速建立了用X射线衍射方法测定晶体结构的实验方法和理论基础,并测定了NaCl和KCl等晶体结构,使人类得以定量地观测原子在晶体中的位置,揭开了晶体结构分析的序幕。为此他们两人同获1915年诺贝尔物理学奖。1920年康普顿发现X射线被晶体散射后,散射波中除原波长的波外,还出现波长增大的波,这就是著名的康普顿效应。它不仅证实光的波粒二象性,也直接证实了微观系统同样遵循能量守恒和动量守恒定律。为此,他荣获1927年诺贝尔物理学奖。与此同时,X射线光谱学也得

到迅速发展。巴克拉 (C. G. Barkla) 发现 X 射线被元素散射会产生次级 X 射线辐射。塞格巴恩 (K. M. G. Siegbahn) 确定了各种元素的特征 X 射线谱, 出版了《X 射线光谱学》一书, 开创了 X 射线光谱学和元素的 X 射线分析新领域。为此他们先后荣获 1917 年及 1924 年诺贝尔物理学奖。

X 射线晶体结构分析技术和理论的发展, 还导致了结构化学发生革命性的进展。鲍林 (L. Pauling) 领导的小组测定了一系列氨基酸和肽的晶体结构, 总结出形成多肽链构型的基本原则。为此鲍林荣获 1954 年诺贝尔化学奖。霍季金 (D. Hodgkin) 领导的小组测定了一系列重要的生物化学物质的晶体结构, 其中包括青霉素和维生素 B₁₂。为此她荣获 1964 年诺贝尔化学奖。李普斯康布 (W. N. Lipscomb) 研究硼烷结构化学的工作获得了 1975 年的诺贝尔化学奖。

X 射线的发现对生物学也产生深远的影响。1927 年马勒 (H. J. Muller) 用 X 射线人工诱发果蝇突变, 开辟了遗传学研究和实际应用的新领域, 为此他荣获 1946 年诺贝尔生理学医学奖。脱氧核糖核酸 (DNA) 是重要的生命基础物质, 1953 年克里克 (F. H. Crick) 等人根据 DNA 晶体的 X 射线衍射实验结果, 建立了 DNA 分子螺旋结构, 把遗传学的研究推进到分子的水平。为此他们荣获 1962 年诺贝尔生理学医学奖。随后不久, 霍利 (R. Holley) 等人根据 DNA 的双螺旋结构, 破译了其上的遗传密码, 为此他们荣获 1968 年诺贝尔生理学医学奖, DNA 结构的发现和遗传密码的破译, 标志着分子生物学的诞生, 是人类揭开生命

(上接第 7 页)

福实验室的里克特实验组各自独立地发现了节-筛 (J/ψ) 粒子 (cc̄), 从而证实了粲夸克的存在。1977 年美国费米实验室的莱德曼实验组发现了宇普西隆介子 (bb̄), 从而表明了底夸克的存在。直到 1994 年 4 月, 费米实验室才宣布该实验室的 CDF 组观察到了顶夸克存在的实验证据, 出于审慎, 没有用“发现”一词。到了

之谜的一个里程碑。

蛋白质结构的测定是分子生物学发展史上具有划时代意义的成就。应用 X 射线衍射分析方法测定肌红蛋白和白红蛋白晶体结构的工作始于 30 年代, 前后 20 多年牵涉众多科学家, 终于在 1960 年被测定出来, 在实验技术和分析理论上都有新的突破。作为代表人物, 肯德鲁 (J. C. Kendrew) 和佩鲁茨 (M. F. Perutz) 荣获 1962 年诺贝尔化学奖。在他们两人之后, 由于测定蛋白质晶体结构而获诺贝尔奖的还有美国的德森霍弗 (J. Deisenhofer) 和德国的胡贝尔 (R. Huber) 及米歇尔 (H. Michel), 他们测定了光合作用中心的三维结构而荣获 1988 年诺贝尔化学奖。

X 射线的发现和广泛应用, 推动了科学技术革命性的进展, 开拓了新的技术领域。今天, X 射线光刻技术、X 射线显微技术、X 射线层析成像技术和 X 射线激光等技术在微电子、光电子、材料科学和医学等领域发挥着重要作用, 特别是 X 射线层析成像技术, 实现了三维立体成像, 为此科马 (A. Koma) 和豪恩斯费耳德 (C. Haunsfelder) 共享了 1979 年诺贝尔生理学医学奖。

站在历史的长河上, 回望 X 射线的发现及其应用的发展, 它对科学技术的发展以及人类社会的进步影响是极其深刻的。100 年前人们称它为未被认识的射线, 100 年后的今天, 它已被广泛地应用于自然科学和国民经济的各个领域, 为科学技术和人类社会的发展作出重要贡献。在科学技术高度发达, 各学科相互渗透、相互促进的今天, 面对 21 世纪的挑战, 可以预言, X 射线将有更加辉煌灿烂的未来。

1995 年 3 月, CDF 组找到了更多的证据, 并且另一实验组 D0 组用不同的方法也找到了顶夸克的衰变事例, 于是宣布了顶夸克的发现这一重大成果。

至此, 把轻子和夸克放在同一层次上, 并将它们看作物质结构的基元, 已成为科学界普遍接受的现代观念。