

20世纪物理学革命的启示

夏磊 徐洪海 杨绍明 肖晔 王肖勇 唐晓亮

(东华大学应用物理系, 上海, 200051)

回顾百年前发生的物理学革命是令人激动不已的,那一段时期发生的故事可以说是百听不厌,给我们的启示则是既深刻又发人深省的。

19世纪末,人类完全掌握自然规律来造福人类的梦想,似乎已经到了实现的边缘。1894年美著名科学家迈克尔逊兴高采烈的宣称:“尽管谁也不会轻率断言,未来物理科学再也不会提出什么使人惊奇的东西来,未来物理学的真理将在小数点后第六位寻找。”

然而物理学大厦却已经山雨欲来风满楼。1900年4月27日,开尔文勋爵在英国皇家学会上以“19世纪热和光的动力理论上空的乌云”为题的长篇演讲中指出:“动力学理论的优美性和明晰性被两朵乌云遮蔽得黯然失色。第一朵是地球如何通过本质上是光的以太这样的弹性固体而运动的,第二朵是麦克斯韦-玻耳兹曼关于能量均分的学说。”经典物理出现的这些灾难性的后果使被某些人认为已经完美无缺的经典物理大厦摇摇欲坠。

1900年10月19日,普朗克凭他的丰富经验得出了一个与实验结果符合得天衣无缝的公式。随后的两个月工作,普朗克描述为:“经过一生中最紧张的几个星期的工作之后,我从黑暗中见到了光明,一个以前完全意想不到的崭新景象展现在我的眼前。”终于在12月14日,普朗克在“关于正常光谱能量分布定律的理论”为题的演讲中提出了能量只能以“量子” ϵ 为最小单元作不连续变化。物理理论发生了一个巨大的跃变。

过了5年,科学巨匠爱因斯坦闪亮登场,立即震惊世人。在1905年,他所完成的题为“论动体的电动力学”的论文发表在德国《物理学年鉴》的杂志上。成为物理学的一个里程碑。其中指出了“电动力学与光学定律也一定适用于对力学方程适用的坐标系。此外论文又列出了另一重要原理,即光速不变性。同年,爱因斯坦又在利用了两列反向传播的平面光波的假想实验作为开头,以严密的逻辑推理导出了著名的质能公式。由此狭义相对论成功地建

立,以太学说被无情地抛到了历史尘埃之中。

同年,爱因斯坦在著名论文“关于光的产生和转化的一个试探性观点”中,发展了普朗克的量子假说,提出了光子概念,成功解释了1887年赫兹就已经观察到的,经典物理无法理解的光电效应现象。进一步阐释了,不仅吸收或发射辐射时能量是一份份的,而且,辐射本身是量子化的。由于此项重大发现,爱因斯坦在1921年获得了诺贝尔物理学奖。

又过了8年,丹麦物理学家玻尔在《哲学杂志》上发表了著名的“三部曲”题名“原子构造和分子构造”——I、II、III的3篇论文,取得了巨大的成功。完满地解释了30年之谜——氢光谱的巴耳末公式。并且成功地解释了元素周期表。把量子观念引入了原子。玻尔理论提出了一个动态原子结构轮廓,揭示了光谱线与原子结构的内在联系。在他发表论文3个月后的英国科学促进协会召开的年会上对玻尔的理论作出了肯定。称赞它为“对光谱线规律的一种最发人深思的……令人信服的解释”。玻尔由于这一杰出的工作,获得了1922年诺贝尔物理学奖。

与此同时,爱因斯坦的思考并没有止步,他认为狭义相对论还有许多问题没有解决。刚刚经受住考验的狭义相对论,为什么一用到引力场中就遇到了矛盾?他感到极大的疑惑,他坚信自然界的和谐和统一。终于,有一天,他的脑子里突然闪出一个念头:如果一个人正自由下落,他决不会感到有重量。由此新的引力理论诞生了。又经过了几年,爱因斯坦又用柔性度规代替直线度规来度量时间,完成了广义相对论这一20世纪最伟大的创建。

让我们再次回到玻尔。在玻尔获奖后一年,为庆祝玻尔的成就,世界物理学中心之一的德国哥丁根举行了玻尔节,玻尔应邀发表演讲,在听众中一位年仅20岁的大二学生海森伯怀着崇敬的心情来到演讲厅。一方面他体验到大师的演讲每个字都经过精推细敲,而且背后隐藏着深邃的思考。另一方面他初生牛犊不怕虎,面对物理大师,居然敢提出极具挑战性的问题。玻尔立刻感到问题击中要害,而且

还包含一种不寻常的概念。会后他邀请海森伯外出散步,作颇为深入的讨论。后来,海森伯不止一次地说,这是他一生中最为重要的散步,决定他命运的散步。“我的科学生涯从此散步开始。”不久,玻尔邀请海森伯去哥本哈根工作一段时间,并让他住在哥本哈根大学理论物理研究所(1965年改名为玻尔研究所)的阁楼上。从此诞生了海森伯的名言:科学扎根与讨论。在海森伯与玻尔相遇10年后因创建量子力学而一人获得1932年诺贝尔物理奖。随后又经过了泡利、薛定谔、狄拉克、波恩等一批人的努力,终于发展成了一门20世纪最伟大的科学——量子力学。

爱因斯坦在相对论中抛弃了绝对的时空观。量子力学又否定了因果性和决定论。在物理学历史上堪称一场重大的革命。物理学不仅将人类对自然界的认识和领域不断推向更基本、更深层次,而且不断从中孕育新的科学思想和新技术,对于人类文明的昌明以巨大推动。

20世纪物理学的革命告诉我们:科学的每一次崭新境界的开辟,都必须要有敢于向旧理论旧思想说“不”的勇气。玻尔说过:“一个正确陈述的对立面是一个错误的陈述,而一个深刻真理的对立面则有可能也是一个深刻的真理。”爱因斯坦(1905年时26岁)、玻尔(1913年时28岁)正处于风华正茂的年代。年轻的心、沸腾的血和活跃的头脑使他们走了出来,带领海森伯等一批又一批的年轻人,勇敢地向旧理论旧思想挑战。在此期间每一个“不”字的出现都响彻云霄,宛如春雷一般。普朗克提出能量是“不”连续的;爱因斯坦不仅更深入地提出辐射也是不连续的;海森伯更是提出了量子力学中最关键的一个关系式即“测不准关系式”;此外华裔物理学家李政道、杨振宁,又向守恒说出了“不”,提出了“宇称不守恒”,每一个“不”字都带给物理学以飞跃,可见挑战孕育着创新,勇气孕育着力量,信心带来了成功。

科学的每一次重大的发现和突破的背后都隐藏着激烈的争论。其中最令世人注目的是爱因斯坦和玻尔旷日持久的世界性论战。爱因斯坦拒绝把量子力学接受为终极理论,并对以玻尔为代表的哥本哈根学派的正统解释发动了猛烈的攻击。这场争论使世人明白,量子力学的理论是非局域性的理论。它涉及到类空关系,即比光速还快的信号传播;而狭义相对论则是局域性理论。这场世界性和世纪性的科学争论,无疑对科学和哲学的发展产生了深远的影

响。此外玻尔和海森伯的散步、普朗克和爱因斯坦的争论都对20世纪的物理学产生了极为深远的影响。讨论并没有完,现在在英国的牛津和剑桥,科学怪杰霍金和彭罗斯的讨论还在继续着,物理学还将有着重大发展,因为“科学扎根于讨论。”

科学神奇之树的每一次萌芽、成长、开花、结果都有孕育着它的科学土壤。1871年建立的卡文迪什实验室、1921年成立的哥本哈根大学物理研究所,1925年成立的贝尔实验室等等,都为物理学的发展提供了孕育之地。在这里特别要提一下哥本哈根理论物理研究所。在这里既有22岁当讲师、27岁当教授、31岁获得诺贝尔奖的海森伯,有作为“上帝的鞭子”不断地指出他人论文缺陷的泡利,有开玩笑不讲分寸的朗道,还有“几乎把画漫画和打油诗作为主要职业而把物理当成副业”的伽莫夫。哥本哈根大学的氛围使人感到繁忙、激动、活泼、热血沸腾、无拘无束、和蔼可亲、充满着挑战。在那里能聆听到大师们的演讲,在实验室、办公室、餐厅都有机会和大师们接触,在几次交谈讨论后,他们对你的水平、努力程度、业绩就一清二楚,你自己也就感到一种无形的压力,新的想法和努力方向就印在脑海中。哥本哈根大学的精神已成为物理学界最宝贵的精神财富。

科学那漫长、艰辛、曲折的道路上不无年轻人的贡献和创举。爱因斯坦26岁提出光量子 and 狭义相对论;玻尔28岁提出原子量子论;薛定谔、海森伯、泡利创建量子力学时分别是37岁、24岁和25岁;狄拉克25岁完成相对论量子力学;汤川秀树28岁建立核力基础理论;朝永振一郎36岁、施温格28岁、费恩曼29岁完成量子电动力学的基础理论;李政道30岁、杨振宁34岁发现宇称不守恒;格拉肖29岁、温伯格34岁统一了电磁作用与弱作用。可见青年时代是一个人的黄金时代,年轻人那活跃的头脑、年轻的血液、开拓的精神是人类社会飞速发展的宝贵财富,我们中国的未来、民族的振兴无不需要年轻人的力量。

21世纪的钟声已离我们远去,作为世界上仅存的文明古国的中国,5000年的灿烂文化已不能使我们傲视诸国。50多年的奋发与图强,还掩饰不住科技的落后,我们的路还很漫长。两弹一星、长征火箭发射、神州号升空、 α 磁谱仪的建造、基因组的测序,我们正在努力着。

面对新世纪,我们惟一的对策便是“科教兴国”(邓小平)、“创新、创新、再创新”(江泽民)。

物理学中的简炼与和谐

张 兰 知

(齐齐哈尔大学理学院物理系 黑龙江 161006)

谢 学 坤

(黑龙江五常师范学校)

物理学作为探讨物质结构和物质运动规律的学科,其学科本身蕴藏着固有之美。与此同时,在研究物质世界过程中物理学家们又以独特的眼光创造着美,发现着美,由真至善至美。物理学与科学美相伴相生,在不断探索中它日趋完善。

狄拉克曾经说过“让方程式优美比让方程式符合实验更重要”。这充分体现了科学家们的美学思想。科学家们在从事科学研究的过程中,发现科学理论的美学价值,通过对客观规律高度概括的公式和定理来表现高水平的美感。美是发展的,美是变化的。众多物理学家们正在不断探索新现象、揭示新规律、提出新概念、建立新理论的过程中,按照美的构造和发展,创造着美的语言、美的方法、美的内容等等一幅幅美的画卷,给人以无限的美的享受。

1 简洁精炼美

“自然界不做无用之事,只要少做一点就成了,做多了却无用,因为自然界喜欢简单化,而不爱用多余的原因以夸耀自己。”

在美学中,人们认为简单即美。细细品味这句话是非常富有哲理的。虽然我们周围的世界五光十色,千变万化,但在探索未知领域的过程中,物理学家们追求的却是简洁、精炼。面对纷纭复杂的物质世界,当研究以物体空间位置变化为特征的机械运动时,牛顿把物体简化为没有形状、大小和一切内部性质的质点,而只留下物体的质量、惯性和可移动性

等一些基本属性,既科学又实在,既具体又简明,既理想又形象。因此,客观世界被简化了,经典力学体系被简化为无限的质点系。而物理学中由3条射线精巧组成的坐标系,更使宇宙空间中的任何一点在坐标系中找到自己的位置,其运动状态亦可生动体现,可谓虚实相映,静动生序,又构成物理学中一道美丽的风景线。像这样的模型在物理学中还有很多,物理图示给人以简明充实之感,黑洞给人以科学实在之美,等等。科学家们这种删繁就简的简单美学思想使物质世界顿然清晰可辨。

物理学中的科学抽象使整个自然界简洁明快起来,然而物理学家们在总结定律,探索规律的过程中则使自然界精练起来。牛顿只用4条法则,8条原始定义,3条定律便演绎出完整而优美的经典力学体系。从牛顿严密的推证中得知原来整个宇宙秩序竟然是由万有引力定律的公式支配着,这怎能使我们不为公式的简单而深远的精练统一美而赞叹不已。而爱因斯坦的相对论则使物质运动图像更加完美。作为物理学精髓的9组方程更是科学家们把经验事实和所建立的概念翻译成数学语言的成果,在物理现象中找到了宇宙的“数学和谐”。也正是这些公式把宇宙简单化到可以用数学定律调节的程度。物理规律越简洁精炼,概括的信息就越完美。麦克斯韦方程组就是一个简单精炼完美之典范。从数学形式上看,此方程是对称的。而从物理内容上看,方

让我们形成中华民族所特有的学术氛围,不仅要像哥本哈根精神一样,活跃、自由、和谐,令人热血沸腾;更要有中华民族的凝聚力、创造力、团结一致的精神。让科学有肥沃之土,孕育更多伟大的发现;让更多优秀的导师点燃更多有志青年头脑中的火种。同时加强基础教育,拓宽专业面,培养复合型人才;减轻学生压力,消除应试教育之弊;注重知识和能力的双重培养。根据我国的实际情况创新我国的教育,培养极具创新精神、奋斗精神的中国科技精英才是当务之急、长久之路。更重要的是,中华民族要

拥有自己的科学创新人才,所需要的不仅仅是摇旗呐喊,而是脚踏实地的工作。真正的科学创新,来自于那些学海无涯喜作舟,甘为真理奉献青春的有志青年。未来的竞争是人才的竞争,中国青年人才才是祖国的未来。一批批具有追求卓越,创新思维,团队精神,有效沟通的青年才是一笔不可估量的财富。中国的未来,需要教育、需要人才、需要青年。

俯瞰20世纪物理学所走过的路程,一座座人类发展历史上的丰碑留给我们的的是对那个时代永恒的理念、对这个时代深刻的反省、对未来时代美好的憧憬。

现代物理知识