

从霍金的新思想看物理学中的

联系与反联系规律

祝 亚

(铜仁师专物理系 贵州 554300)

—

按照爱因斯坦广义相对论的理论,宇宙间存在着一个巨大的暗天体,1969年,美国物理学家约翰·惠勒称这种暗天体为“黑洞”,意思是“引力完全坍缩物体”。经典物理认为,黑洞有一个封闭的视界,即黑洞的边界。外来的物质能够进入视界,而视界内的任何物质均不能逃出视界。黑洞只能吸收,不能发射,因而是漆黑一团。对于这种观点,历来没有人怀疑。

1974年,英国坐在轮椅上的青年物理学家史蒂芬·霍金(1942~)对上述关于黑洞的经典理论提出了挑战,发表了关于黑洞辐射的著名论文,在物理学界引起震动。霍金把引力理论与量子力学结合起来考虑,指出黑洞并非完全漆黑一团,它允许极少量的辐射从强大的黑洞引力陷阱中逃出来。黑洞辐射的机制是:根据量子力学,空间充满了虚的粒子与反粒子,它们经常成对产生、分开,然后聚到一起并相互湮灭。黑洞存在时,一对虚粒子中的一个会掉到黑洞中去,而另一个由于失掉伙伴而留存下来,被遗弃的粒子就是黑洞发射的辐射。量子力学允许粒子逃离黑洞,这是爱因斯坦的广义相对论所不能允许的。按照霍金的理论,随着黑洞的辐射,黑洞的质量将逐渐减少。黑洞越小,辐射的量会越大,而且黑洞收缩越快。随着不断的辐射,黑洞最终蒸发并消失,将引起一场巨大的爆炸。物理学家把这种现象称之为“霍金辐射”。

作为当代杰出的理论物理学家霍金,敢于向当代经典物理的相对论挑战,其精神着实难能可贵,他的上述“霍金辐射理论”,不但在理论上是言之成理的,而且在实践上,已经为近年来天体物理学的新发现所检验和证实。去年5月7日,美国宇航局发布了一个黑洞的X光谱照片,该光谱与通过棱镜后产生的色彩光谱颇为相似。美国加利福尼亚大学著名物理学家安德蕾·盖茨教授,于近期拍照的银河系中

心部位的诸多照片中,不但计算出了黑洞所在的确切位置,而且证实了原先被认为漆黑一团的“黑洞”,是有光线从中发出的。从“霍金辐射”这一崭新的天体物理发现来看,这位当代杰出的理论物理学家是精通哲学辩证法的,他的“霍金辐射”理论,反映了辩证法中的“联系与反联系”这一重要规律。

事物与事物之间,整体与局部之间,存在着这样或那样的联系,或相互渗透甚至相互转化……辩证法关于“联系”的基本规律,人们对它是很熟悉的。

有正必有反,有联系必有反联系。事物之间既存在着相互联系的规律,理所当然地存在着相互反联系的规律。联系与反联系,这一对相反相成的哲学范畴,本身就属于辩证法。

关于“联系与反联系”的辩证法规律,北京大学金开诚教授在《成功之道讲录》中,对其含义有很通俗的说明:“钢是铁炼成的,但铁却要从铁矿中分解提炼出来。这分解提炼便是反联系。铁砂石又要从山里开采出来。这开采也是反联系。任何新潮时装的创制也是联系与反联系的结果。时装的创造者,过去叫裁缝。这‘裁缝’两个字,正确无比。因为,‘裁’就是反联系,‘缝’就是联系。”

比起“联系”,人们对“反联系”规律的认识是较为生疏的。所谓“反联系”,就是事物相互间的一种排斥、隔离、分裂的一种状态及运动形式。在自然现象中,这种联系与反联系的规律到处存在着。恩格斯在《自然辩证法·运动的基本形式》中,对自然界的联系与反联系规律,有很精辟的论述。他指出:“宇宙中有一个吸引运动,就一定有一个与之相当的排斥运动来补充,反过来也一样”;“一切运动的基本形式都是接近和分离、收缩和膨胀”;“一切运动都存在于吸引和膨胀的相互作用中。”

黑洞对外来物的吸引,黑洞质量的凝聚一团,这是黑洞与外界事物以及黑洞内部的质量之间的联系规律在起作用。宇宙中的一个吸引运动,就必定有

与之相反的排斥运动来补充。既如此,黑洞的运动规律也不能例外。既有吸引,就应当有排斥;既有联系,就必有反联系。霍金,正是根据这一辩证法的原理,把量子力学理论和引力理论结合起来考虑黑洞现象的。根据量子效应,黑洞的质量不可能永远联系在一起,而是有可能(也可以说是必然)在一定条件下向反联系的方面转化,由吸引和凝聚转化为辐射。从辩证法的观点来看,霍金的理论是完全可以理解的,恩格斯指出:“自然科学实验的结果证明了:所有的两极对立,总是决定于相互对立的两极的相互作用;这两极的分离和对立,只存在于它们的相互依存和相互联系之中,反过来说,它们的相互联系,只存在于它们的相互分离之中,它们的相互依存,只存在于它们的相互对立之中。”“全部排斥最后集中在物质的一部分,而全部吸引则集中在另一部分。从辩证法的观点看来,这两种可能性都是根本不存在的”。用这个观点来看待黑洞现象,可作这样的理解:黑洞对外吸引的同时,也就潜含着对外的排斥;而它的内部质量的凝聚一团,也必然潜藏着相互分离的因素。联系与反联系的规律,是同时地、不可分割地存在于黑洞的运动之中的。那种把黑洞看成只能吸引而不能排斥(发射),永远是漆黑一团的观点,是违反辩证法的、形而上学的错误观点。霍金敢于向这种观点挑战,是自然哲学辩证法的胜利。

二

在物理学中,通过物理发现,揭示大自然联系与反联系的辩证法规律;层出不穷。反过来,用这一理论,来指导物理发现,从而取得物理学的新成果,也不胜其数。

早在1755年,德国哲学家康德在《自然通史和天体论》中,就提出了关于太阳系起源的星云假说,把太阳系的起源看成是由星云自身的相互排斥(反联系)和相互吸引(联系)的作用而逐步形成的过程。

1922年,俄罗斯科学家弗里德曼提出了宇宙大爆炸的理论。继后,在1946—1948年,美国的俄裔物理学家伽莫夫等人又再次提出并论证了这一理论。在这一理论中,深刻地包含着大自然联系与反联系的辩证法规律。

宇宙大爆炸的理论认为,约在150亿年以前,宇宙是一个高温高密之火球,其温度高达 10^{23}K 。在这种极端的高温下,宇宙中没有星系天体,只是充满了辐射。在某一个极短的时刻里,这个火球突然发生了大爆炸,温度由此急剧降低,宇宙随之开始向外膨

胀。当温度下降到5000K时,开始出现原子。以后,膨胀物质冷却凝聚成为星系。

科学家们上述关于宇宙大爆炸的理论,不是作凭空。这里,既有观察到的事实和逻辑推理作为论证,更有哲学理论的深刻指导。恩格斯在《自然辩证法》中说:“一切运动的基本形式都是接近和分离,收缩和膨胀——一句话,是吸引和排斥这一古老的两极对立。”正是这种联系与反联系的辩证法光辉思想,影响着和指导着宇宙大爆炸理论的形成。

早在1868年,天文学家首次应用多普勒效应,把某个恒星或星系的光谱跟正常光谱相比较,如果它的光谱线一起向低频的红端移动(红移),则表明该恒星(或星系)正背离我们而去,反之亦然。检测结果发现,天狼星以每秒钟46.5千米的速度背离地球。1929年,美国天文学家哈勃,用望远镜观测了十几亿光年范围内的星系,发现银河外的星系正以每秒钟几百或几千米的速度退离地球,表明宇宙大爆炸后的扩张力仍在继续。哈勃从河外星系的光谱线普遍向光谱红端移动这一事实出发,用可靠的观测资料证明了星系的退行速度与离开我们的距离成正比。这一规律被称为哈勃定律。哈勃定律反映了宇宙内部某种反联系现象,它为大爆炸理论提供了直接的证据。

需要指出的是:如果把宇宙的大爆炸和它的形成过程,看做是一种绝对的分裂膨胀过程即绝对的反联系过程,那就失之片面了。科学家们早已指出,在宇宙大爆炸的过程中,排斥和吸引,膨胀和收缩,几乎是自始至终地、同时地、矛盾地进行着。在大爆炸中,各种星系星体的形成,就是爆炸分裂的物质相互之间的吸引和凝聚,相亲和相离的结果。原子的复合过程大约经过了20亿年。在万有引力的作用下,分散的原子逐渐凝聚为原星系和星系集团;同时,原星系和星系集团又不断自行分裂和改组,从而形成了千千万万个恒星。恒星靠热核反应燃烧自身,以维持其光和热,并在燃烧过程中合成碳、氧、硅、铁等元素。在它们自身不断的运动发展过程中,又通过分裂和聚合,形成各种形形色色的大小行星。联系与反联系的运动,始终普遍地进行着。

三

在微观世界中,联系与反联系的规律同样普遍存在,而且无穷无尽。就是这样联系与反联系的规律,不断地启发科学家们的创造性思维,从而不断地去揭示微观世界的各种奥秘。公元前5世纪,古希

腊的德谟克里特提出了原子是物质的最小单位,认为原子不可以再分了。这一观点统治了 2000 多年。到了 17 世纪,法国的笛卡尔批评了这个原子不可分的理论。他说,即使是最小的物体原子,只要它有广延性,就可以把它永远分割下去。笛卡尔的这一观点符合联系与反联系的辩证法。但在笛卡尔以后的 200 多年中,在西方物理学界,虽然原子论已被科学所确证,但由于人们对微观世界缺少联系与反联系的认识,依然重复德谟克里特的原子不可分论,使微观世界的物理发现处于停滞状态。

19 世纪末,英国的物理学家 J. J. 汤姆逊发现了电子,这一伟大的发现不但说明了原子内部存在着联系与反联系的规律,而且,汤姆逊在这一发现的过程中,所用的科学实验方法,也正是联系与反联系的辩证方法。电子的发现是从阴极射线的实验研究开始的。19 世纪后三十年,关于阴极射线的性质,有两种不同的观点。德国物理学派赫兹等人认为,阴极射线是类似于紫外线的以太波,主张以太说。英国物理学派克鲁克斯等人认为阴极射线是由带负电的“分子流”组成,主张带电微粒说。两派都持有实验的论据,争论持续了数十年,没有结果,赫兹在实验中用阴极射线在电场中无偏转的事实,坚持了以太说。汤姆逊对赫兹的实验进行了反复研究,发现了所谓“无偏转”现象,是由于放电管内的气体,屏蔽了电的作用力的缘故。如果将阴极射线的运动和管内气体分离开来,结果是大不一样的。于是他利用了当时最先进的真空技术,将放电管内的气体抽出来,形成放电管内的真空状态,排除了电离气体的屏蔽作用,使阴极射线在电场中发生了稳定的电偏转,偏转的方向表明阴极射线带的是负电荷。伟大的电子发现成功了。微观世

界中的联系与反联系规律由此获得了证明。

汤姆逊的电子发现,无疑是伟大的创举,也是联系与反联系辩证法的胜利。然而,其后汤姆逊用“果子面包模型”来说明电子在原子内部的存在状态,却没有获得物理学界的美辞,原因是“果子面包模型”说带有某种静止的形而上学意味,按照这一模型,得出:对于某一确定原子其辐射频率是单一的,即一个原子只有一个特征频率,这与观察事实不符。汤姆逊的学生卢瑟福进一步发展了他的学说,在实验的基础上,运用类似太阳系结构的类比,描述了在原子王国中,电子围绕原子核运行的生动景观,从而克服了汤姆逊的某种静止观点,把电子运动中的联系与反联系的情景生动地展现出来。

原子内部的电子运动,其能量辐射,在相当长的时期内,曾经被经典物理看做是连续性的。20 世纪初,德国的物理学家普朗克提出了能量子的概念,认为能量不完全是连续的,而是呈跳跃性的,是连续和间断的矛盾统一。量子学说的出现,又一次证明了电子的运动,是遵循着联系与反联系的规律进行的。

继电子学说而起的粒子物理,通过高能加速器所产生的粒子流的轰击,发现了各种各样的基本粒子达数百种之多。到上世纪的 60 年代,根据实验中发现不带电的中子有磁矩,又在高能电子非弹性散射中发现质子中的电荷不是均匀分布,而是由一些小颗粒组成,这些迹象表明它们有内部结构。由此美国物理学家盖尔曼提出了夸克理论,在夸克模型中质子、中子都分别由三个不同的夸克组成。新粒子的不断发现,证明了在微观世界中,联系与反联系的辩证法规律是永恒的。正如 2300 多年以前的中国大哲学家惠施所说的那样,物质的分割永远没有完结之时。

IBM 研制出可观测原子之间缝隙的新型电子显微镜

科苑快讯

蓝色巨人 IBM 公司同 Nion 公司于今年 8 月份共同研制出了一种新型电子显微镜,这种显微镜使半导体研究人员不仅可以观察单个原子,而且还可以对原子之间的缝隙进行观测。

IBM 研究部门负责该显微镜研究项目的菲利普-巴特森称,这种新型的电子显微镜可以精确测量和描述小于 1 埃(百万分之一米)的物体的结构,这个距离只相当于一个氢原子的宽度。

这种高分辨率的电子显微镜对半导体工业意义重大,因为半导体工业一直在试图突破摩尔定律。同时在芯片体积越来越小的趋势下,芯片内部所需要的导线和绝缘层也就越来越薄,在不远的将来肯定会达到原子级别。这就要求设计人员了解每个原子的确切位置,设计出能够正确运行的芯片来。

巴特森说:“当芯片中的绝缘层是 100 个原子那么厚的时候,有一两个原子偏离了位置可能无所谓,但是现在我们所用的绝缘层只有 20 个原子那么厚,在这种情况下,确定每个原子的位置就很重要了。随着技术的发展,芯片中绝缘层的厚度可能只有一个原子那么厚,那时我们更要保证对每一个原子都了如指掌。”