

物理文化论

程民治 汪业群

随着物理学的深入发展,特别是自1901年以来百余年中一个个诺贝尔奖成果的相继出现,以及物理哲学研究的不断深化,人们愈来愈认识到,物理学的发展与人类文化休戚相关,物理学一直是人类文明主要的文化力量,同时人类文化的进步又极大地影响了物理学的发展。于是,在20世纪末期,便出现了“物理学——一种文化体系”的物理哲学观。更确切地说,作为一种文化现象的物理文化从属于科学文化,是科学文化的一个子系统。现拟就这个问题,笔者不揣陋浅,敢布鄙见。

物理文化的内在涵义

我们知道,文化概念的形成,是以人类活动本身为基础的。但由于各个国家、各个民族、各个时期的文化特征表现互不相同,这就造成了人们对文化的内涵及其外延存在着形式各异的理解,因而对文化的定义也就不尽一样,甚至可以说是琳琅满目,令人目不暇接。即便如此,但只要纵观近代中外众多著名学者对文化概念的基本含意所做出的种种解释,我

们就不难发现文化具有人化的特征(按:人是文化的创造者,文化的世界始终是人类自己创造的世界,文化是一种人化的现象);文化是一个庞大的系统(按:人类文化或曰地球文化系统可分为人文文化和科学文化,其中科学文化又可分为数学文化、物理文化、化学文化和生态文化等);文化可分为三大要素,即文化的心理要素(按:它包括思维方法、思想观念、价值观念、科学意识等),文化的行为要素(按:它包括规范、风俗、习惯、生活制度等),文化的物质要素(按:它包括各种生产工具、生活用具,以及其他的物质产品);文化含有五个方面的内容——物质设备、精神产品、语言符号、社会组织和道德风范。

基于以上分析,我们便可对什么是物理文化,作一个基本的界定。

第一、科学精神

作为人文精神重要组成部分的科学精神是物理文化的核心,主要体现在三个方面:首先,科学作为一种认识活动,对真理和知识的追求并为之奋斗,是

带电粒子能量的不同,辐射的频率也不同。摇摆器(wiggler)是一种新型光源,其基本结构是电子在磁极间往复运动,可制成自由电子激光器,其基本原理也是依靠电子在弯曲运动过程中速度的改变产生辐射的。

量子力学的数学基础是状态函数,粒子和光的作用以哈密顿量表示。在热辐射中,光的产生源于电子能级改变——跃迁。当电子从外层轨道跳向内层轨道时将发射光子,越靠近核,波长越短。玻尔的氢原子模型是量子论的经典之作,计算与实验结果一致,虽然不适合含两个以上电子的原子和分子,但是关于能级或态的概念仍在沿用着。爱因斯坦的受激辐射理论是分析跃迁中两个态的简并数和能级差,使高能级的原子数大于低能级的原子数,实现粒子数反转,这是产生激光的必要条件。分子发光包括分子中电子运动、分子振动和分子转动3个层次的能级差。对双原子分子,分子转动能级差约1eV,分子振动时会产生电荷分布形成电偶极矩。当微观粒子系统(原子核、原子、分子等)的内部能量高于系统的

最低能量状态(基态)的能量时,我们常称其所处的量子状态为激发态。实际上,原子之所以处于激发态,是因为其中电子获得能量(通过吸收光子或其他粒子相互作用等)的结果。因此,从因果关系看,这种“态”的发光机理与经典电磁理论是一致的,只是迄今为止,两者在数理上尚未完全相洽。

光从哪里来?这个关于光的本性的问题,是个最普通的却可能是最深奥的问题。1951年底,爱因斯坦已近垂暮之年,但他对自己提出的光量子仍持保留态度。他写信给贝索说:“这50年来,冥思苦想并没有让我接近这个问题的答案;什么是光量子?当今任何一个普通人,都认为他知道这个答案,但是他是错的”。当代,光量子已写进物理教科书中并被命名为“光子”。但是,科学大师这段话却仍值得我们去回味,值得我们在光的世界中继续遨游。至少,至今人们对光和物质作用的细节仍不很清楚。历史已经证明,一旦有新的发光机理出现,往往会引发技术上的巨大应用。

(江苏苏州市彩香一村二区 19-303 215004)

人类最崇高的理想之一，它是科学作为一种认识活动所体现的最根本的文化精神。其次，科学作为一种智力活动，它能促进人类智力的发展，永远向着“更快、更高、更强”的方向前进，是科学作为一种智力活动所体现的根本文化精神。再次，科学作为一种社会活动，它所体现的为人类的自由和解放而奋斗的精神，也是一种根本的文化精神。因此，科学精神包括追求真理的精神，实事求是的精神，怀疑精神，破除迷信和不为教条束缚的精神，理性思维的精神，创新精神等。

追求真理的精神。物理学家坚信自然界是有规律的，这些规律隐藏在可见的现象背后，可以通过观察和实验部分地被发现。物理学家追求的就是支配自然的规律，如伽利略、牛顿认识了机械运动的规律，麦克斯韦揭示了电磁规律，克劳修斯认识了自然界的不可逆性，汤姆孙、薛定谔、海森伯、狄拉克揭示了微观世界的量子的运动规律，爱因斯坦的狭义相对论认识了物体的质量和运动的关系、质量和能量的关系等。

实事求是的精神。物理学家在研究问题时，通常是用已积累的知识建构新的理论，用这个理论推导出可检验的假设，然后设计实验或科学地观察对假设进行检验。科学理论是否成立最终决定于观察和实验的检验，这是对待科学的基本态度，是科学的实证精神。如广义相对论的创立就经过了这样的过程，它之所以越来越深入人心，则取决于水星近日点的进动、光线在引力场中的弯曲和光谱线引力红移论证了它的正确性。

科学理性。物理学研究不外两种方法，经验方法（观察、实验）和理性方法（逻辑、数学），物理学要经得起逻辑的审查，它具有严密的逻辑性、自治性和完备性。与此同时，物理量与物理量及其变化之间都是用数学所特有的符号语言来表示的，这就使得数学语言在物理学中具有不可思议的有效性，并赋予物理学处处都有理性美的印迹。因此，物理学家要有高度抽象的思维能力、逻辑推导能力和运用数学模型摹写物理世界的高超能力。如牛顿和莱布尼兹在前人的基础上，经过仔细比较研究，巧夺天工，创造了 dy/dx 和 $\int ydx$ 。这两个符号既能说明运动的过程，又能说明运动的起始动因和终极结果，既是运算符号，又是运算结果，是静和动的统一，求导的链状规则浑然一体。难怪“微积分被视为人类精神创造的花朵”，

“不可思议的事物的艺术”，“无限的交响乐”。

创新精神。物理学是对未知领域无休止的探索，因此要有根据地怀疑既有的理论，不受陈旧教条的束缚，不畏学者权威，进行创造性思维。创新是物理学的灵魂，可以这样说，作为人类认识自然伟大成果的物理科学殿堂，都是人类创造智慧的集中反映，体现出居于统帅和核心地位的创新精神。

第二、科学道德

科学道德是社会意识形态之一，是科学行为的准则和规范。对现代人来说，从事物理学研究是一种职业，一种谋生的手段，但决非是纯粹的谋生手段，特别是对于进行基础物理研究的人来说，他们提出的理论、定律、原理、公式无法取得经济效益，如果放弃这种研究，去进行技术推广往往能挣更多的钱。同时，物理学研究结果具有不可预测性，不能保证一次或几次取得成功，有的研究几十次甚至数百次才能成功，有的以致于以失败而告终。所以，进行物理学研究是一种事业，搞物理学的人要有奉献精神。爱因斯坦通过对科学舞台上活动的形形色色的人的行为动机的分析给我们展示了色彩缤纷的科学“形相”，并明确指出科学持续发展的深层动因不是体现在那些功利性的“形相”中，而是体现在“为科学而科学”的科学家所描画的非功利性“形相”中。正是这些非功利性的科学“形相”及其对一批天才人物的强大吸引，才使现代物理学表现出永不枯竭的巨大动力。其次，物理学研究成果从发现到利用一般都需要很长的时间，也许本人生前都看不到，这就要求物理学家有牺牲精神，急功近利是不可能取得重要成果的。科学的“双刃剑”面孔是一个不争的事实。因为科学成果是中性的，对社会可能带来好处，也可能带来坏处。如原子能可以和平利用，也可以用于战争。就战争而论，可用于正义的战争，也可用于非正义战争。因此，研究什么，不研究什么，研究的成果如何利用，这就要求物理学家具有社会责任心。

第三、知识体系

从16世纪以前经验物理学的萌芽时期以来，历代物理学家创造了庞大的知识体系。它可分为经典力学和经典电磁学，光学、热力学和统计物理学，相对论和量子力学，核物理学与粒子物理学，以及凝聚态物理学等等，其中各分支学科又各自有自己的子学科。所有这些都是物理文化的基础。

第四、科学活动

科学活动是人类实践活动的方式之一。它包括基础研究、应用研究和开发研究。基础研究是指纯理论方面的研究,它是物理科学活动的主要方式。应用研究是解决生产中实际科学技术问题。在应用研究中,技术科学起关键的作用。理论通过技术对生产起作用,技术研究又为基础理论提出要求,促进基础研究。开发研究是直接从事生产技术方面的研究,把科学技术变为生产力,开发新工艺、新材料、新产品。无论为哪一种研究都具有探索性和创新性。

观察和实验是物理科学活动的主要手段。观察是有目的地对物理现象进行系统的观测,取得数据,提出理论。实验是在控制条件的情况下研究物理对象。随着计算机的发展,也可利用不同的数据做模拟、仿真的虚拟实验,科学活动是人类的认识方式之一,它是在一定理论指导下,经过精密的设计以探索自然的规律。

第五、科学组织

物理学特别是现代物理学研究不再是个人的兴趣、个人的活动,而是在科学团体里进行协作研究。科学组织有按专业人员组成的研究所,如高能物理研究所、理论物理研究所等。也有由专业人员自己组织起来的各级物理学会,还有由相同观点或相同科学思想结成的、不一定有固定方式的无形组织——学派。如卢瑟福实验学派、哥本哈根学派等。

第六、物质设备

这里主要指为探索物理世界奥秘而精心设计和制造的物理仪器和设备,如天文望远镜、摄谱仪、云室、迈克尔干涉仪、粒子加速器、正负粒子对撞机等。也包括大量以物理原理为依据的制成品,如电动机、X光机、通讯卫星、复印机、潜水艇、核磁共振仪等。所有这些仪器和设备都是通过科学技术的中介将理论物化后的成果。不仅具有实用价值,而且造型精美、别致、时尚,给人以赏心悦目之感,体现着人类的物质文明和精神文明。

那么,什么是物理文化呢?

根据对文化概念的理解并结合解世雄同志在《物理文化论》(按:西南师范大学出版社1996年版)一书中所作的解释,笔者认为,所谓物理文化,指的是历代物理学工作者在创建科学理论过程中,发现、创造和形成的物理思想、物理方法、物理概念、物理定律、物理原理、物理定则、物理语言符号、价值标

准、道德风范、科学精神、组织形式、物理仪器设备以及约定俗成的工作方法的总和。或者说,物理文化是由人和物构成的综合体。其中人是经过系统学习、严格培训、掌握物理知识、物理方法,具有科学精神、科学思想、科学行为准则、道德规范的物理学家和物理工作者,这是物理文化的活的载体;而物指的是物理实验仪器、设备、物理知识书籍、学术论文、物理知识软件等,它们构成了物理文化无生命的载体;另外,还包括由人和物相互作用而创造出来的文化环境(按:如通过演示实验展示各种奇妙的物理现象;揭示物理理论体系中的简洁、朦胧、对称、和谐、统一美)。所有这些共同构成了物理文化的三大基本要素。

物理文化研究的价值

作为一门新兴学科的物理文化学,它一经问世就凸现出强大的生命力,凡是它所涉及的研究范围,均具有广泛而意义深远的文化价值和现实意义。

第一,通过对物理文化起源和发展的研究,能使人们懂得,古代先民那种在好奇心与对大自然敬畏心理的驱动下,凭肉眼直接观察和理性思辨所取得的对周围物理世界零散的经验积累,仅是物理文化的源头。物理文化的真正形成则是近300余年的事情。从发展动力上看有外在动力和内在动力;从发展性质上看有常规发展和科学革命阶段;从发展过程上看既有广大群众的日积月累,又有物理学精英的创造性突破。现时物理文化引人注目的发展,在一定程度上构成了人类生活的背景。随着物理文化的日益普及和依据物理原理制成的物质产品如同雨后春笋般的涌现,正在持续而深刻地改变着人们的思维方式和生活方式。

第二、通过对物理文化的各个子系统及物理文化的特征、功能的研究,能使人们明白:作为人类文化体系重要的组成部分之一的物理文化系统,它是由知识系统、原理系统、方法系统、实物系统构成的。其中原理系统和方法系统在人类认识物理学规律、建构物理学理论的过程中,起着重要的指导作用,并经过长时期的演变已逐步为物理学界所公认,是物理文化的重要内容,不可忽视。物理文化不仅内涵一般文化的某些共同特征(按:如观测与实验、理论体系的创立、仪器设备的制作等都是人为的活动,均具有人化的特征),而且有自己特有的个性特征(按:如物理科学美是科学理论体系的理性美以及科技产品

与物理现象的感性美的统一)。掌握物理文化的这些基本特征,有助于更好地理解、运用和传播物理知识;通过对物理文化功能的研究,有助于人们在更广阔的文化背景下理解物理学,建立正确的科学观,改变思维方式,提高文化素质。

第三,通过对物理文化向人文科学和社会科学渗透问题的研究。可以向人们揭示出:自然科学、人文科学、社会科学三者之间的联盟是一种必然的趋势,它们之间有着千丝万缕的相互依存、共生共荣的一体化关系。这首先表现在科学方法的转移上,物理文化中的数学与逻辑方法,建立物理模型的方法、观察与实验的方法等,已被大量地运用到社会科学和人文科学研究中。例如,模糊数学方法向语言学的渗透导致了模糊语言学的产生。突变理论的数学模型用于语言学,则可以成功地描述语言的渐变与突变现象。数学方法在历史学中的运用,便产生了数学历史学。混沌学中的动态与非均衡方法以及对初值的敏感依赖性、奇怪吸引子等向经济学领域中的扩张与延伸引发了混沌经济学的创立。与此同时,社会科学和人文科学工作者也常常移植一些物理学的概念或借用一些物理学原理,以形成新的研究思路,迸发出闪光的创新思想。如,源于物理学领域的“信息”概念,被引入社会科学和人文科学以后,分别给这两大领域带来了类似“观念革命”的巨大启发。反过来也是如此,即社会与人文科学的价值分析、模糊思维、历史主义等方法乃至一些基本概念也被引入到物理学研究领域,并且给物理学研究工作带来了“新气象”。此外,三大科学在研究对象上的大量交叉与重合、在科学主体上的相互结合与协作日益突出。例如:物理学与美学交融的结果诞生了物理科学美论;各种宗教(按:道教、印度教、佛教)思想与现代物理学发展图景有着惊人的相似相通之处;另外,一些物理学工作者涉足人文社会科学研究领域,已不乏成功的实例也是一个生动的例证。

第四,通过对物理文化和物理教育之间关系的研究,对优化物理教育过程,实施素质教育,培养创新人才,则具有伟大的现实意义。首先,物理教育这个当今世界必不可少的文化活动,其教学质量的提高离不开先进的教育思想的指导,并有赖于高素质的物理师资。而从文化视角研究物理教育问题,一则可以丰富当前的教育理论,给人以耳目一新的启示;二则物理文化的研究成果的传播,有助于开阔教师

的知识视野,优化他们的知识结构。其次,物理教育本身就是一种广义的文化活动,它万万不能忽视物理学的文化价值。在物理教育活动中,学生仅仅了解物理学知识是远远不够的,还应该了解物理学在人类文化发展和社会生产力发展中的作用。要让学生在物理学学习的过程中,形成和掌握科学的价值观、科学思维方式,接受物理文化全方位的熏陶,牢牢抓住一把开启物理知识大厦的钥匙。所以,各级各类学校的物理教育工作者,应该积极钻研并深刻领会物理文化精神实质及其与物理教育之间潜在的关系,牢固树立“自然科学最终只能提供知识,而不能提供智慧,智慧是知识与判断的综合”的理念,在物理教学活动中注重营造一个物理文化氛围。即物理设备的文化氛围、物理观念形态的文化氛围,物理知识体系的文化氛围和物理语言符号的文化氛围。因为只有这样,素质教育的思想教育目标、知识目标和技能目标才能得以实现。

综上所述,物理学是一种文化体系。研究它具有较高的理论价值和较强的应用价值,是一个前途似锦的新兴学科。物理学大师海森伯有一段至理名言永远值得我们深思和回味。他指出:“在人类思想发展史中,最富成果的发展几乎总是发生在两种不同思维方法的交会点上。它们可能起源于人类文化中十分不同的部分,不同的时间,不同的文化环境或不同的宗教传统。因此,如果它们真正地汇合,也就是说,如果它们之间至少关联到这样的程度,以致于发生真正的相互作用,那么我们就可以预期继而将有新穎有趣的发展。”

(安徽巢湖学院成教部 238000)

