

物理思维特点谈

朱铁成

(浙江师范大学物理系 浙江金华 321004)



物理思维是指物理问题解决的间接和概括的认知过程。物理思维有一般思维的基本特点,也就是说,物理思维具有间接性和概括性特征。但是物理思维与客观物理世界及物理学学科特征是密切相关的,因而它有一些显著的特点。明确这些特点,有助于物理教学和学生思维能力的培养。

一、物理思维的问题性

1. 物理思维常始于观察和实验

众所周知,物理学是以观察和实验为基础的。人们对物理事物的理性认识是建立在观察和实验基础上的,物理思维起始于物理观察和实验。人们对自然界各种现象的感知,如太阳发光、月亮时缺时圆、刮风下雨、雷鸣电闪、扇扇子凉快、冬天穿棉毛衣服暖和等等,会产生“这些现象究竟是怎么回事”、“为什么有这些现象”的疑问。例如伽利略通过观察大教堂里吊灯的晃动情况,通过思维,发现了悬挂物体在摇动过程中的等时性,从而在此基础上发明了简单方便的计时器——钟表。在物理教学中,物理思维也是与观察实验联系在一起。如在演示电灯发光、电动机转动、发电机发电时,学生头脑中就会产生“电灯为什么会发光”、“电动机为什么会转动”、“发电机为什么会发电”等疑问。在教学中,学生通过口头语言或文字语言所引发的思维也是间接或直接地起源于观察或实验所发现的问题。物理思维与观察实验密切联系在一起,说明了思维活动是在实践活动中,在感性认识的基础上,以知识经验为中介开展的。

2. 物理思维产生于理论不融洽

需要说明的是,所有这些检测光子静质量的理论基础均来源于普罗卡重电磁波方程,而且有很大一部分具体检测方法均是在大尺度(天体物理范围)内进行的,这就非常有必要考虑引力场(波)的影响。虽然目前还没有检测到引力场(波),但广义相对论获得的巨大成功表明引力场(波)是存在的,如果光子有静质量,则光子在引力场中的运动方程就不再是零短程线

库恩(Thomas Kuhn, 1973)阐述了科学理论发展模式:理论正常阶段→理论危机阶段→理论革命阶段→新理论建立。在理论正常阶段,理论被大多数人所接受。然而,在一系列事实经验与理论不融洽时,理论面临危机。在理论的危机阶段,理论的支持者千方百计要解释这种不融洽,以保证这种理论能生存;理论的批判者却思索新的甚至是革命性的理论,以取代旧的理论。

纵观物理学史,理论的矛盾激发物理学家有意识地探究的例子比比皆是。例如对光现象的解释,在相当长的时期内,牛顿的微粒说占主导地位。因为微粒说很容易解释光的直线传播现象和反射现象。但光的微粒说在解释一束光射到两种媒质分界面处会同时发生反射和折射以及几束光交叉后相遇会彼此毫不妨碍地继续向前传播时,却发生了困难,更难以解释光的干涉、衍射现象。因此,波动说得到人们的公认。后来,又由于波动说不能解释光电效应等现象,人们又用光子说去解释这些新的现象,最终归纳了光的波动说和粒子说,而认为光具有波粒二象性。又如在近代物理中,由于电磁学和光学的研究结果与经典物理学的时空理论产生了尖锐的矛盾,促使了人们重新去审视原有的时空观念,去探索新的关于时间、空间和引力的理论,导致相对论的创立。

物理思维产生于物理理论的不融洽,说明了思维是一种对问题或经验的一种有意识的探究活动。

二、物理思维的精确性和近似性

物理思维精确性和近似性相统一的特点在物理

方程,而是一般自由粒子(质量不为零)的短程线方程。此时与光有关的广义相对论验证,比如光在引力场中的偏折、光的引力频移、雷达回波延迟等,其结果就应该与光子静质量 μ 有关,根据这些效应的观测结果就应该能够给出光子静质量的上限。笔者认为,当引力波被发现后,很有可能利用光子静质量的引力效应将光子静质量的实验值提高到一个新的档次。

学和物理学习中的表现是很突出的。物理学是一门精密的定量科学。物理学的概念有它准确的质的规律性,反映了物理事物的本质属性。物理概念又往往可以表现为特定的可以计量的物理量。例如密度是表征物质特征的物理量。它用物体的质量和其体积的比值来衡量,物质的密度可以用 $\rho = m/V$ 来测量或计算,也可以用专门仪器来准确测定;又如电场中某一点的电场强度是表征电场性质的物理量,它的大小等于放入电场中某一点的电荷受到的电场力跟它的电量的比值,该点场强的方向跟正电荷在该点所受的电场力方向相同。它的大小和方向用 $E = F/q$ 来测量或计算,也可以用专门仪器来准确测定。从物理概念的本质属性和数学角度看,物理概念反映出一种精确性;但从物理概念的形成过程要摒弃非主要或非本质因素以及物理量的测量不可避免地要产生误差来看,物理概念也反映一种近似性。

物理规律是物理量之间的函数关系在一定条件下规律性的反映。在一定的条件下,物理规律具有精确性。如牛顿第一定律的表述:任何物体都保持静止状态或匀速直线运动状态,直到其他物体的作用迫使它改变这种状态为止。这条规律准确揭示了任何物体都有保持其静止状态或匀速直线运动状态不变的特性(即惯性),还指明了当物体受到其他物体的作用时,将迫使这个物体改变静止或匀速直线运动状态,即获得加速度,也就是力是产生加速度的原因。又如牛顿第二定律表述:物体受外力作用时,物体所获得的加速度的大小与合外力的大小成正比,并与物体的质量成反比,加速度的方向与合外力的方向相同。用数学表达式为 $\Sigma F = ma$ 。它表明了力、惯性及加速度三者的定量关系。牛顿第三定律的表述:两个物体间的相互作用力总是等值反向并沿着同一直线。数学表达式为 $F_1 = -F_2$,它定量表达了力的相互性。

但是,物理规律的精确性反映了在一定条件下人的思维对客观事物及规律的认知过程和结果科学性、客观性和准确性的要求,它并不等同于纯数学化的精确性。人们在认识物理规律的思维过程中,常常要摒弃事物的非主要和非本质的因素,而突出其主要的和本质的因素,将实际的复杂的物理事物原型改变为物理学的理想化模型。严格地讲,任何物理概念和规律都反映了一定条件或范围内这种理想化模型的本质或其运动规律。如上述牛顿运动定律

适用于宏观低速的质点在惯性系中运动的情况。

物理思维的精确性和近似性的和谐统一在物理教学中表现为,学生学习物理时思维的精确性与近似性也是有机统一的。学生对任何物理知识的学习,对任何物理问题的解决,首先要将物理问题的原型作一番近似的处理,将其简化为物理模型;其次对任何物理问题的解决以及其结果的处理总是在一定的精确度范围内进行的。

三、物理思维的批判性

霍布森说:“根本上说,科学是这样运作的:它把细心的观察和艰苦的思考——证据和智力——结合起来理解大自然。”他认为“科学的最基本价值:一切观念都要接受经验的考验和批判理性思维的挑战”。物理思维反映这种思维的批判性十分突出。所谓物理思维的批判性是指对思维的事物能加以客观的分析,能自我区分正确和谬误,而不是盲从的思维性质。物理思维的批判性主要是由于人们追求物理学实践的目的而形成的,是科学精神——怀疑、求真、创新以及人文追求在思维活动中的反映。

科学的思维具有批判性,具有怀疑、求真、创新和人文精神。它要求人们凡事都问一个“为什么”,追问它“究竟有什么根据”,打破砂锅问到底,决不轻信、决不盲从。应该指明,科学的怀疑,绝不是否定一切。怀疑的目的在于,一是要从熟悉的现象中发现问题或矛盾;二是去伪存真,把原来不正确的东西加以纠正;三是通过对前人成果的批判性继承,有所发现、有所发明、有所创新。

科学的思维是一个求真、获得客观的真实的知识的过程,并强调任何思维的结论都要经过实验或实践的检验。如果一个实验结果与思维的结论或现有理论不符,就可能要修正、甚至推翻原有的思维结论或理论。没有实验的验证,物理思维的结果只能是一种假定而已,尚不能成为理论。物理思维的正确性要受到实验的验证,使得物理思维更突出其理性和客观性。

物理思维的批判性也导致人文精神渗透。科学归根结底是和人类的切身利益和长远利益息息相关的。因而,物理思维也要求从单纯的“科学主义”中解脱出来,一方面要思索科学真善美,另一方面要思索科学的负面效应或丑陋面。任何物理思维都要与人类的现在和未来、社会的现实和发展相联系,突出其人文精神的追求。