

谈牛顿的科学方法论

聂承昌

(华南师范大学 广州 510631)

牛顿所以能够为自然科学建立起一个历史的丰碑,除了他所处的历史条件外,主要是因为他自觉遵循和有效运用科学研究方法的结果。牛顿的科学方法,植根于自然界简单和谐的科学信念,继承和发展了培根的实验科学思想和伽利略的实验-数学方法,概括而言,就是实验-归纳、数学-演绎的方法。牛顿把这套科学方法,完整地概括在《自然哲学的数学原理》第三卷的“哲学中的推理法则”之中。

一、坚持简单性的科学原则

牛顿的法则1称:“除那些真实而足够说明现象者外,不必去称:“除那些真实而足够说明现象者外,不必去寻找自然界事物的其他原因。”同时他补充说:“自然界不作无用之事,只要少做一点就成了,多做了却是无用;因为自然界喜欢简单化,而不爱用什么多余的原因夸耀自己。”就质而言,这是一条简单性法则,牛顿把它置于众法则之首,可见它在牛顿科学思想中的重要地位。

自然界的事物无限丰富多彩,错综复杂的自

2. “发现教学法”强调在教学过程中,“几乎是学生的活动”“实验操作系由学生自己设计,自己操作”。结合我国当前教与学两方面的情况,课堂教学仍然是主要的教学方式,教师仍然是起主导作用的。完全的学生活动极有可能造成教学时间的难以把握甚至教学秩序的混乱,导致教学水平的下降。我们的“发现教学法”必须注意这一点,不能由于学生的活动增加而失去控制和驾驭课堂的能力,造成放任自流。当然,这对教师的学术水平和组织能力也都提出了一个较高的要求。

3. 由于计算机应用的日益普及,将从根本上改变科学工作者的工作方式。人们将没有必要去手工完成那些有固定格式的、机械的计算

然现象简直令人眼花缭乱,但科学家的研究却一再表明,自然界的本原及其普遍运动规律是简单的。于是,简单性逐渐成为一种科学信念和原则。伽利略就认为:“自然界能通过少数东西起作用时,就不会通过许许多多东西来起作用。”牛顿把简单性作为一条指导原则,努力寻找能够解释自然现象的“真实而足够”的原因。比如,对于“什么力使行星保持在轨道上运行”这个所谓“17世纪两大问题”之一的解释,当时简直是众说纷纭。开普勒为了找出支持他的行星三定律的物理机制,提出了磁力说,他认为“几乎所有的多重运动都是由一个最简单的、磁力的和物质的动力造成的”,行星是由太阳发出的磁力所驱使的。当然,开普勒没有找到正确的答案。尔后笛卡尔提出了以太涡旋说,虽然一时附和者众,然而时间却证明他离真理更远。正是牛顿,建立起万有引力定律,才找到了使行星绕轨道运行的“真实而足够”的原因——万有引力,从而给这个世纪性问题作出了简单而圆满的答案,支配宇宙万物的万有引力定律公式本身则是简单

工作,而有可能腾出时间和精力去做更多的富有创造性的工作。这就要求教育适应这种形势,把教学的重点从传递和储存信息转向学习“发现”的方法。

从我们这些年的实践情况来看,针对学生和课程的实际情况,有的放矢地运用“发现教学法”,能激发学生的学习兴趣,引导学生思维分析的深入,学到的知识比较牢固和灵活。如果我们大家都来关心教学方法的改进,逐步将分散的、教师个人自发的试验推向有计划地、合理地阶段,将点上的试验逐步向面上推广,同时定期或不定期地召开学术会议进行交流探讨,那对我们教学水平的提高将是大有裨益的。

性的伟大杰作。事实上,这条简单性的科学原则,不但指导着牛顿对自然界的探索,也指引着他《原理》自身的逻辑建构。牛顿只从8个定义、3条运动定律和万有引力定律出发,便演绎出一个完整的古典力学体系。

二、坚持统一性的科学原则

牛顿的法则2称:“对于自然界中同一类的结果;必须尽可能归之于同一种原因。”这条法则从事物的因果性阐明了世界的统一性,这正是牛顿比他的同时代人高明之所在。牛顿的前辈及同时代人认为,热(结果)是由圆形原子(原因)产生的,冷的感觉是由带棱角的锥形原子产生的,因为严寒使人产生刺痛感;固体的原子是带钩的,所以能紧密地钩连在一起,等等。为了解释各种各样的现象,于是人们不得不给原子赋予千奇百怪的形状,结果不胜其繁,把事物真正的因果关系给搅混了。与此相反,牛顿认为:“所有均匀而坚硬的物体,它的各个部分彼此完全接触而十分坚固地粘在一起。为了解释之所以能如此,有些人想象有一种带钩子原子,……我则从它们的粘聚性出发,宁愿说它们的粒子是由某种力而互相吸引,这种力在粒子直接接触时极其强大。”这样,牛顿用粒子之间力的作用对固体的致密性作出了统一的解释,赋予了同类的结果以同种的原因。同样,牛顿以其惊人的洞察力把天体间的运动和地面上落体运动归于同一种原因,用万有引力成功地把二者统一起来,从而为他的力学理论奠定了牢固的统一基础,这些都与他坚持统一性的科学原则是分不开的。统一性是牛顿自然观的核心,他坚信在千差万别的各种运动形态的背后,必定隐藏着统一的基本原因。经过长期艰巨的探索,他终于发现这种统一的基本原因是各种自然力的作用。于是,他用“力”把纷纭复杂的机械运动统一起来,最终为人类描画出第一幅统一的自然图景。必须指出,牛顿这种统一性的观念具有很大的历史局限;因为他所指出的同种原因导致同种结果只是反映出一种机械的因果性;他所说的“同种原因”实际上是指各种自然力。

三、坚持普遍性的科学原则

牛顿的法则3称:“物体的属性,凡既不能增强也不能减弱者,又为我们实验所及的范围内的一切物体所具有者,就应视为所有物体的普遍属性。”这是普遍性法则,它用简洁的语言阐明了几重意思:(1)自然界万物由于具有物质的统一性,因而必然具有一些普遍的性质。(2)对物体属性的认识只能通过实验。这表明牛顿继承了培根实验科学的思想,也是他朴素唯物主义自然观的生动体现。(3)可以把“实验所及的范围内的一切物体所具有的”属性,演绎推断为“所有物体的普遍属性”。由此表明牛顿承认推理方法的合理性与正确性。牛顿依据实验和天文观察,发现地球周围的所有物体都被吸向地球,而且这种吸引正比于被吸物体的质量;月球也同样按其质量被地球吸引。另一方面,海洋被月球吸引(形成潮汐运动),所有行星又相互吸引,连彗星也以同样的方式被太阳吸引。于是,牛顿推断道:“根据这条规律,我们必须普遍承认,无论何种物体,都赋有一种原则,即它们能够互相吸引”,这就是万有引力。类似的例子在牛顿的著作《原理》中比比皆是,它说明法则3是牛顿广泛使用的一条普遍法则,是正确而有效的。

四、坚持实验-归纳的科学方法

牛顿的法则4称:“在实验哲学中,我们必须把那些从各种现象中运用一般归纳而导出的命题看作是完全正确的,或者是非常接近正确的;虽然可以想象出任何与之相反的假说,但是没有出现其他现象足以使之更为正确或者出现例外以前,仍然应当给予如此看待。”这条法则表达了一种信念,它是对实验-归纳法的科学性、可靠性的确认。从中也反映出牛顿的朴素的辩证法思想。对牛顿科学活动的历史考察表明,他不愧为实验-归纳法的巨匠,善于以实验观测为基础,从现象中找出规律,从个别导出一般,从杂乱中理出和谐,从而对错综复杂的事物作出统一的描述或解释。从某种意义上说;著名的运动三定律就是他运用这种科学方法的伟大成果。