

新课程理念下物理学前沿在教学中渗透的几点建议

陈世鸥

(浙江师范大学数理与信息科学学院 金华 321004)

以牛顿力学为代表的经典物理学给基础科学、技术科学及工业生产带来过革命性的变化,促成了一系列学科、产业的形成与发展,为人类带来了现代化的文明。传统课程在教材内容的选择和编排上突出的是经典物理部分,而对物理学较新的成果、思想、方法介绍不多。长期对前沿物理研究的相对忽略,导致了科学教育的“片段化”,物理教育成了物理“断代史”的教育。

新课程改革要求学生在学习经典物理的同时,能够认识到它的局限性,故而需要加强前沿知识的教学。如模块3-4就增加了相对论的内容并明确提出了教学要求:(1)知道狭义相对论的实验基础、基本原理和主要结论;(2)了解经典时空观与相对论时空观的主要区别。体会相对论的建立对人类认识世界的影响;(3)初步了解广义相对论的几个主要观点以及主要观测证据;(4)关注宇宙学研究的新进展。又如在模块3-5中要求学生“初步了解恒星的演化,初步了解粒子物理学的基础知识”等。可以说,新增的内容是传统教学内容的有力补充,要求虽然不高,却能弥补物理教学中长期存在的不足。因此,从事第一线教学工作的物理教师应当关注、追踪物理学前沿知识的动态发展。现针对物理学前沿知识在教学中的运用,提出以下几点建议:

首先,教师要更新观念,要把对物理学前沿知识的关注上升到提高基本素养、履行基本义务的高度来看。有些教师不愿意接触前沿知识,认为与教学无关,这种看法是不对的。须知,教师的魅力主要体现在学术魅力上,体现在对所教学科的洞察力上。新课程要求教师有多元的知识结构,“教师在掌握扎实的专业知识的基础上,还要学习自然科学、社会科学,研究前沿的最新成果、最新知识,必须更多地学习和掌握教育学和心理学的理论。”对科学前沿的关

注、跟踪,一方面可以帮助教师形成宽广而深厚的知识视野,保持对所教学科的洞察力,从容应对“信息危机”与学生的“信任危机”;另一方面,当代教育及课程理论也借鉴了物理学的发展成果,教师对前沿知识的敏感性,往往可以帮助其将新的教育理论内化到教学中。如多尔的《后现代课程观》就大量运用了诸如自组织、普利高津耗散结构、混沌等物理学前沿知识,不了解这些术语所蕴涵的物理思想,理解多尔的课程观就无从谈起。

有鉴于此,教师要争取参加学术交流,有关教育部门应给予支持。现代社会是一个开放的社会,教育事业也不能闭门造车。在知识经济时代,教师的专业发展需要知识、技能的不断更新,因此教师也是一名学习者,参加学术交流不仅是教师的权利,更是教师的义务。学术交流往往是学术前沿动态的“集大成”,反映了本学科发展的方向及与其他学科的交叉,参加学术交流,能够拓宽教师知识的深度和广度。又由于日常教学工作的繁重,教师不可能随时跟踪学术动态,参加学术交流可说是一条捷径。

其次,教师要用现代物理学的思想去重新衡量、组织传统知识,高屋建瓴地进行教学。相对论打破了经典力学的绝对时空观,量子力学打破了可控测量过程的梦想,混沌粉碎了拉普拉斯的机械决定论……现代物理的某些基本观念与经典物理相比发生了根本性的变化,在物理教学中应体现出来。举例说明,传统教学认为只要满足零电阻效应($\rho=0$)的材料就是超导体,而在零电阻效应发现20多年后,人们又发现了超导体的迈斯纳效应($B=0$)。因此,衡量一种材料是否是超导体,必须看是否同时具备零电阻效应和迈斯纳效应,而仅仅满足零电阻效应只能称为理想导体。再如对真空的认识,真空在经典物理学的观念中是一无所有的空间,而现代物理

悟到一些知识运用的玄机。同是电流的热效应,电饭煲、电热毯换档开关、电灭蚊器、冷暖两用电吹风等,结构简单又用途各异,结合讲解,能诱发出学生的创造力。适度开展小发明、小创作和写小论文等

实践性活动,不仅不会削弱基础知识的教学,反而活化了课堂知识,培养了学生思维的主动性和预见性,增强了学生动手能力和学习兴趣,开阔了学生想象创造的空间,因此课外作业有必要加强。

从更细微的尺度 ($\leq 10^{-13}$ cm) 或更高能量上 (≥ 1 GeV) 进行考察, 得出真空实际就是量子场的基态, 存在真空涨落和真空极化等效应, 这些效应对库仑定律、原子光谱等都有影响。这样的例子还有很多。教师应当用现代物理学的新思想、新方法衡量传统教学内容, 并反思日常教学中的作法。比如, 讲授是否太过绝对、太过确定、太过线性? 有没有为学生留有再认识、再理解的余地? 在引入前沿知识时, 有没有考虑到学生的认知因素和“最近发展区”的影响? 总之, 物理教学应开阔而非僵化学生的思维, 这一点物理教师应谨记。

再次, 在教学中要大胆应用, 更要把握好“量”与“度”。有的教师可能认为前沿知识太难, 担心学生不能接受。这种担心是没有必要的。布鲁纳针对微积分能否教给六岁儿童的质疑, 指出儿童接受的是“儿童的微积分”而非“成人的微积分”, 并进而提出课程的螺旋结构, 为我们进行前沿知识的教学提供了依据。在量的把握上应遵循少而精的原则, 以能体现物理学新思想、新方法的内容为主; 在度的把握上应以介绍和渗透为主, 注重的是思想、方法的熏陶而非繁杂的公式推导。教学中应避免大量新现象、新知识的简单罗列, 否则, 物理就会变成有“物”无“理”。

前沿知识教学的关键在于如何使学生进行有意义的学习。所谓有意义的学习, 是将未知的外部世界与已知的内部世界相联系; 将未知融入已知中的认知过程。这种联系和融合越清晰, 学习就越成功。现代物理是在经典物理基础上的继承、修正和超越, 二者并非绝对对立, 其教学也不能割裂开来。在中学阶段, 应当多考虑如何在经典物理教学的大背景中进行前沿知识的教学, 换言之, 应当多考虑前沿知识在经典物理教学中的渗透。有许多教学情境能够体现这种渗透, 如在讲光的“微粒说”“波动说”时, 由于两者都有具体的实验依据, 难免给学生造成思维的冲突, 而这种冲突正体现了现代物理对经典物理的质疑与超越, 在教学中也是必要的: 一方面为学生进一步理解波粒二象性作好了铺垫, 更重要的是破除了传统教学中二元论的、非此即彼的思想, 有利于学生辩证思维的养成。又如从前的教材没有熵这一概念, 在新课程中若直接引入 $dS = dQ/T$ 显然是不适宜的, 也是毫无意义的, 重点应放在从热力学第二定律出发, 定性说明熵的意义——即反映了系统的无序程度。除此以外, 更要说明熵不仅用于热力学,

也广泛地应用于经济学、生命科学等。总之, 在具体教学中切忌生搬硬套, 而是结合已学和正在学的知识, 在日常教学中渗透现代物理的思想和方法。

最后, 物理学前沿知识的教学可以是灵活的、开放的。一方面, 新课程改革加大了物理教学与生活的联系, 如要求学生“初步了解家用电脑的组成”“了解激光技术在医学中的应用”等, 这为现代物理知识在教学中的渗透提供了有意义的活动素材, 提示我们前沿知识的教学可以采用更为灵活的方式; 另一方面, 现在出版了许多关于前沿知识的科普读物, 如《图解相对论》《时间简史》《从哈勃看宇宙》等, 这些读物大量运用了图片, 语言生动有趣, 在保证科学性的同时, 很好地兼顾了可读性, 可作为日常教学有益的补充; 此外, 有条件的学校在课堂之外还应当开展科学见习。“科学见习是指学生以直接参与科学家的科学研究的方式而开展的学习活动。”物理学前沿知识可以用于探究 (inquiry), 但其风格更接近于科学研究 (research), 因此, 有条件的学校应当尝试开展科学见习。What is Physics? Physics is what physicist do! (物理学是什么? 物理学就是物理学家在做的科学。) 从这个角度看, 科学见习是最贴近真实科学的科学教育。在科学见习中, 学生作为科学研究共同体的一员, 通过与科学家的交往, 了解了科学发现的本来面目, 在过程中产生高峰体验, 促进其献身科学事业的内在动机。可以为中学生提供以下三种形式的科学见习活动: 设立科学见习营, 开展现场见习, 让学生与科学家共同参与某种研究项目。

长期以来对物理学前沿知识的忽略, 使科学教育没能面向真实科学, 没有面向真实世界, 也没有面向学生的后续学习。物理学前沿作为物理学中最有活力的部分, 将其渗透于教学中, 不仅是需要的, 而且是必要的, 它有利于学生的发展, 也有利于教师的发展。这也反映了新课程改革的理念。

