

# 大学物理教育与科学素质的培养

李江林

(湖北师范学院物理系 黄石 435002)

近来大家都在谈论面向 21 世纪的物理教育。回顾物理学的起源和整个进化历程,可以看出,物理学代表着一整套获得知识、组织知识和运用知识的有效步骤和方法。它的基本观点、思维方法、实验设计思想、方法、技能已经渗透到包括社会科学、人文科学在内的各个学科之中。可以毫不夸张地讲,物理教育在培养学生的科学素质中起着其他学科无法替代的作用。然而不幸的是;我们很多物理课教学只着眼于传授已有知识,其结果是学生对物理学特有的魅力没有多少体会,越学越难学,越学越不想学。最主要的一个原因就是物理课教学还没有真正充分重视科学素质教育的要求,还没有把物理教育的丰富内涵挖掘出来。本文试图在这些方面作些探讨,期望与同行交流切磋。

## 一、物理学中科学素质教育的内容

科学素质,主要是指人们在认识自然和应用科学知识的过程中表现出来的内禀特性,人们通过学习科学知识、科学方法与技能并在此基础之上形成了科学素质。科学素质是科学观念、科学能力(思维能力与创造能力)、科学品质(科学精神与科学态度)、科学美等要素的综合反映,这些都在物理学中得到生动具体的体现。下面我们结合物理学特点对科学素质的几个主要方面进行阐述。

### 1. 科学观念

科学观念指的是人们对某一科学对象或科学过程本原或本体的见解和意识。现代物理学是一门理论和实验高度结合的精确科学,它体现在其一切成果都必须以观测和实验为基础,用实验来检验和证伪。为什么说“证伪”而不说“证实”?因为多少个正面的事例也不能保证今后不出现反例,但一个反例就足以否定它,所以理论是不能完全被证实的。如果有人宣称:在我们中间存在着一种不可探知的外来生灵,我们可以讲

它不是一个科学的论断,因为它不能用实验来证伪。1931 年狄拉克曾预言磁单极是存在的,美国斯坦福大学的茨勃兰在 1982 年从实验结果分析,得出找到磁单极的结论,但这个实验结果未能重复验证,所以至今未得到确认。“实践是检验真理的唯一标准”这一信条,在自然科学领域里贯彻得最坚决,这里最少对偶像的迷信和对权威的屈从。在全部的物理学史实中都浸透着下述的观念:尊重事实,尊重客观规律的观念;承认自然的可知性,相信科学、反对迷信、反对伪科学的观念;承认科学理论的相对性,体会到人类认识自然的局限性和认识过程的无穷性;为科学不断探索、不断奋斗乃至献身的观念;承认自然是不断运动变化的,用发展的眼光看问题的观念;自然界是辩证统一的观念等。

### 2. 科学能力

科学素质培养的核心是科学能力,即思维和创造能力的培养,人的思维能力有“硬”和“软”两个方面。从理论角度看,“硬”的方面表现为基本概念、推理演绎能力、运算技巧与能力。“软”的方面表现为:物理概念的系统理解与深化,比较和综合能力等。从实验的角度看,“硬”的方面表现为:基本实验技能与动手能力,现代技术的应用水平。“软”的方面表现为:实验课题的选择、实验设计思想和实验方法等,物理学理论充分运用了逻辑思维的方法,其实例是举不胜举的。例如:质点、刚体、理想气体、点电荷、点光源、平面波、黑体等模型,舍弃了原对象中一些次要因素,使问题简化,这是相当成功的科学抽象;用已知元素的标准特征光谱线同被测物的光谱进行比较,以测定该物的组成、状态及某元素的含量。这是在物理学中广泛采用的分析比较法;几何光学中,光的运动服从光线的最短路程原理,质点的运动服从力学的最小作用原理,二者具有相似的数学表述。而光

具有波粒二象性已被证明,由此推论物质粒子也具有波粒二象性,而且粒子的波长公式也用光波波长 $\lambda = h/p$ 公式表述,这是物理学中运用类比法的一个光辉典范;英国物理学家玻义耳以一定质量气体保持温度不变,置于不同的压力之下,逐一考察其体积的变化,很快发现了气体压强与体积成正比的规律,他运用了逻辑思维中的分析方法;把刚体、质心、角动量、转动惯量等概念,质心运动定理、转动定理、角动量定理和角动量守恒定律等规律有机地组合起来,形成刚体力学的理论,这是物理学理论中常用的综合方法;定性和半定量的方法,如对称性的考虑和守恒量的利用,量纲分析,数量级估计,极限情形和特例讨论等;关于物理学中的数学方法,伽利略在300年前就说过:“自然这本大书,是用数字来写的”。如动力学,无论是各态物质还是电磁,都是用微分方程来描述的。爱因斯坦的狭义和广义相对论,就是用一种非欧几何为其时空结构模型的,量子力学中的算符理论等,事实证明,现代数学是描述物质运动及其机理的语言。由于学生在实验室里经常选、拿、调、用仪器,读数、记录及实验结果的处理和在过程中锤炼所形成的一套行之有效的方法,使得物理专业学习与研究者较之其他专业学习者有可能在实验操作技能上更为熟练,因而面对从未接触过的而需自己动手时,显得更加自信,也更为主动。长期的专业学习与实践,必然会接触大量的物理学史和极具创造性的物理学方法论,前辈们创造发明的事例和采用科学方法的经历无疑是极好的借鉴。

### 3. 科学品质

追求真理是科学的独特象征。它崇尚以事实为依据,拒绝任何伪造、虚夸、歪曲和掩饰。当私利和科学结论相悖时,科学家会毫不犹豫地摒弃私利而维护真理,因此,科学要求无私和无畏。科学家不仅在进行科学活动时要有勤奋努力的献身精神,而且在关键时刻还需要有捍卫真理而奋不顾身的牺牲精神。另一方面,科学带给人类是福与祸并存,进步与破坏同在,如何发挥其正面作用、抑制其负面影响是科学家

从事研究时要始终注意的。在这里,对社会的关心和对科学的追求高度统一,体现了科学家对“善”的追求。例如,爱因斯坦就是一位崇尚理性、崇尚科学和民主的代表。他曾经说过“人只有献身于社会,才能找到那实际上是短暂而有风险的生命的意义。”他还愤慨于那种怯于强权而惧谈科学精神的态度,他说:“试问,要是乔尔丹诺·布鲁诺、斯宾诺莎、伏尔泰和洪保德也都这样想、这样行事,我们会在哪里呢?”所以我们只有掌握了科学的精神和科学之成为真正科学的灵魂,才可能真正把科学移植过来,让她生根、开花、结果。

### 4. 科学美

爱因斯坦曾把科学家的活动方式和画家、诗人的活动方式作过认真的比较,认为他们都是“以最适当的方式来画出一幅简化的和易于领悟的世界图像。”诺贝尔物理学奖获得者阿尔芬也深有体会地说:“像画家运用色调,雕刻家利用石膏,音乐家通过音符来表达自己的见解和感受一样,科学家是通过似乎是周围的浓缩物的公式和定理来表现自己的高水平的美感的。”因此,人也按照美的规律来建造科学理论。毋庸置疑,物理理论体系并不具备形象特征,它绝对不像感性事物那样,通过其物质的自然属性以及它们的组合规律产生出美的感染力,但它却以其内在体系的和谐、简洁、对称表征着物质世界深层固有的结构,渗透出理性美。例如经典电磁理论的麦克斯韦方程以及奠定量子力学基础的海森伯方程,都简洁漂亮、对称,这在物理学史上是不胜枚举的。

## 二、在物理教学中进行科学素质教育的几点看法

所谓素质教育,主要就是要求教师通过知识载体、开发学生悟性、挖掘学生潜能,而不当的教学,则用知识把学生灌成食古不化的书呆子。当然传统的物理教育也有素质教育的某些内涵,但至少没有自觉地把它摆在应有的位置,我们强调素质教育,不等于说可以忽视知识的灌输,而是在于通过“知识载体”,使学生学到它的精髓。

# 物理方法论原理

陈 奋 策

(福建教育学院数理系 福州 350001)

杨振宁教授曾谈到西方物理学家对哲学这个词的理解,它有两种截然不同的含义:一种是哲学家的哲学,还有第二种哲学是指对物理问题长、中距离(甚至短距离)的看法和用什么办法解决。他认为西方物理学家的成功不是由于第一种哲学,而是由于他们的第二种哲学。

物理学家在探索物理规律建立新理论时,自觉或不自觉地遵循应用一些准则(如简单性、统一性准则)是第二种哲学的重要方面。我们把这些准则称为方法论原理。

## 一、物理方法论原理

所谓方法论原理即是方法论的一般原理,它是比一般研究方法更高的抽象(一般研究方

法包括观察、实验、模拟、科学抽象、理想化、比较、分类、类比、归纳、演绎、分析、综合、证明、反驳、科学假说和数学方法等),两者是相互影响、相互联系的,具有一致性和转化性。物理方法论原理是介于哲学原理和物理学理论之间,对物理学探索和物理学理论的建立和发展起启示指导作用的普遍原理,并且建立了它们之间的比较完整的体系。

方法论原理可以总结、归纳为以下若干条。

- (1)解释原理:经验事实可以被纳入到一定的物理学理论体系之中,并可以从物理直观、数学形式和认识论角度去说明这种纳入的合理性。
- (2)简单性原理:描述客观事实的理论所包含的

1. 科学知识是科学观念的基础,但有了科学知识并不一定会树立科学的观念。学生一方面在课堂上学了很多物理概念、物理规律,另一方面却不能对社会上流行的伪科学现象加以辨析,甚至连辨析的意识都没有,这说明我们的物理教学还是“经院式”的教学模式,在国外,基础科学教育早已不是原有意义上的单纯的科学本身,它已经由科学教育扩展为“科学、技术与社会”(英文缩写 STS)教育,这种思想启示我们。在基础物理教育中,应把课本知识与社会生活联系起来。

另外在物理知识的讲授中,要经常穿插科学发现和发明的历史以及物理学家奋斗的故事,通过讲述科学应用正、反面社会影响,严肃地提醒学生注意科学的社会后果。科学观念和科学品质的形成需要这样经常性的熏陶、喻示。通过不断积淀、孕育而逐步升华。

2. 在学生了解基本现象的基础上,引导学生对现象进行分析、综合、归纳、抽象出基本概念和规律,形成物理知识,指引学生探索问题的思路,建立学科的框架结构,体味物理学思想和

物理学家的研究方法。在教学方法上,发挥学生的积极性、主动性和独立性,由系统讲授转向重点讲授与自学、讨论相结合,重点讲框架、讲思路和思维方法,启发学生勤于思考、悟物穷理,努力锻炼他们的自学能力,逐步养成不轻信、不盲从,善于独立思考和自己探求问题答案的习惯。动手能力差是我国学生的通病,不仅要加大培养动手操作测试的能力,更重要的是通过实验课使学生掌握实验方法、实验设计思想,在理论教学和实验教学中还要充分利用现代教学手段。只有这样,才可能有效地培养他们的科学能力。

3. 马克思说得好:“对于没有音乐感的耳朵来说,最美的音乐也毫无意义。”物理学规律之美是通过科学家的分析、归纳,构筑起理论架构才被显示出来的。所以感受这种自然规律之美,要有一定的科学素养,在讲授中要讲出物理之美,没有对科学的高层认识是难以感受的。学生也只有感受到这种美,并以此为动力,才能勤奋求知、刻苦钻研,迈入科学的殿堂,进而达到在科学美的天堂中自由翱翔的境界。