

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.04.033

原子物理教学中的人文教育和科学观培养

靳奉涛, 周兆妍

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 在原子物理学的教学中, 存在两条线索。一条是与教学内容相应的, 按照原子物理学理论从简单到复杂而发展的线索。另一条是与原子物理、量子理论的产生、发展以及应用相应的历史线索。前者使得学生认识到原子物理理论的内在逻辑, 符合学生认知规律; 后者则与一系列的历史事件和伟大的科学家相关。认真地梳理和挖掘这条线索的内容和价值, 有助于培养学生正确的科学观, 提高科学思辨的能力, 是课程教学的升华。在原子物理的教学中, 对第二条线索的人文教育价值应该给予足够的重视。

[关键词] 原子物理学; 教学; 人文教育; 科学观

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)04-0102-03

The Humane Educations and the Cultivation of Scientific Views in Atomic Physics Teaching

JIN Feng-tao, ZHOU Zhao-yan

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: In teaching atomic physics there are two clues. One corresponds to the content of atomic physics which develops from simple to complex. The other corresponds to the history of the atomic and quantum theories. The first one is a normal way of study which makes the students realize the intrinsic logics of atomic physics. The second one involves a series of history stories and many great scientists. Probing into these content and values helps the students establish correct scientific views as well as improve their abilities of scientific thinking. Enough attentions should be paid to the second clue in the teaching of atomic physics.

Key words: atomic physics; teaching; humanity; scientific philosophy

原子物理学是一门本科生专业基础课程, 一般安排在力学、热学、电磁学和光学等课程之后讲授。这门课程介绍原子物理的基本概念和实验事实, 主要侧重于原子结构的讨论^[1,2]。要求学生能够掌握描述原子结构以及光谱的基本理论, 对原子的能量、光谱和电磁学性质等具有初步理论分析和计算的能力。同时, 介绍原子物理学发展的历史, 培养学生探索真理、坚持真理、科学思辨的能力。这与现今加强学生的素质教育、人文教育以及科学观、价值观教育等的教育改革目标是一致的^[3-8]。那么这门课程在具体的教学中具有什么样的特点, 课堂教学中如何实现课程的培养目标呢?

一、从教师的三个基本作用说起

唐代韩愈的《师说》开篇写道, “师者, 所以传道授业解惑也”, 指明了教师的三个基本作用, 首先是传授道理, 其次是教授学业, 再次是解答学生产生的困惑和问题。“授业”就是教授学生知识以及运用这些知识的方法和技巧, “传道”则是传授隐藏在这些知识背后的道理。没有

“授业”, “传道”就无从说起, “授业”却不“传道”, 知识则会机械而局限。韩愈将传道置于授业之前, 显然是认为传道比授业更重要。这个道理对于原子物理学的教学也是适用的。韩愈所讲的“道”和“业”指的当然是封建礼教中人与社会、自然相处之“道”以及符合封建道德规范的学业。那么我们该如何理解原子物理学中的“道”和“业”呢? 我想这里的“道”不仅应该包括原子物理学揭示的微观世界的科学规律, 也应该包含对待这门学科应有的科学态度和思维方式, 以及正确的世界观和价值观。原子物理学的“业”, 则包括原子物理的基本概念、理论方法、科学应用等。同样, 原子物理学的“道”也存在于授“业”之中, 需要从授业中去提炼和升华。这种提炼和升华是非常必要的, 因为对于任何课程来说, 书本上和课堂上讲授的知识总是有限的, 而学生在完成学业后的实际工作中, 特别是在科研工作中需要掌握的专业知识和面对的困难则会多得多。此时对他们来说最需要的是他们在以前的学习中养成的“道”, 用科学的态度、正确的价值观去面对困难, 从严谨的科学规律中寻找解决问题的正确方法, 这

[收稿日期] 2011-02-16

[作者简介] 靳奉涛(1976-), 男, 山东章丘人, 国防科学技术大学理学院副教授, 博士。

是他们克服困难取得成绩最重要的一把钥匙。

再来谈一谈“惑”。“惑”产生于传道授业的过程中，是学生在学习知识、道理过程中产生的困惑，“解惑”是学生真正掌握“道”和“业”的必经之路。另一方面，“惑”也能够反映出学生对所学知识思考的深度，如果学生之“惑”不只局限于所学知识之中，而且能在“道”的理解中产生疑惑，则说明学生对所学内容有更深层的理解了。不过在教学过程中，情况并非完全如此。课堂上作者作为教师常常认为由于量子理论的概念与经典理论存在着矛盾，学生在学习中将会产生很大的困惑。然而出乎意料的是，学生们所问的大多是在公式应用、习题解答中遇到的问题，而对于诸如量子、物质波、波粒二象性、波函数的概率解释、全同性原理等基本概念却没有想象中的困惑，相反他们甚至觉得很有趣。玻尔曾经说过，“如果谁在第一次学习量子概念时，不觉得糊涂，那么他就一点也没懂”^[6]。为什么真正令人困惑的基本概念学生反而没有多少困惑呢？原因主要有两个：一是虽然原子所遵从的量子规律与经典理论相悖，不过由于微观世界的原子看不见摸不着，学生并不能直观地体会到量子规律与日常经验产生的矛盾；二是原子物理学中的很多概念是作为基本假设引入的，是理论的出发点，原子物理学的严密理论是建立在这些概念的基础上的。学生很自然地认为，既然这些概念是假设的公理，也就无须怀疑，就象对待牛顿定律一样去接受就行了。因此没有疑问，也就不会感到困惑。由此看来，原子物理学的教学中，如何能够引导学生去思考这些基本概念所带来的深刻的物理革命，激发出学生的困惑来，也是教师面临的课题之一。

那么，这里论述的“传道”、“授业”和“解惑”在原子物理学的教学中如何体现呢？在原子物理学中，可以发现两条教学线索，从中可以得到一些有用的启示。

二、教学中的人文教育和科学观培养

就原子物理的教学来说，可以遵循两条线索。一条线索是由教学内容构成的，它从普朗克在黑体辐射理论中引入量子假说开始，介绍卢瑟福 α 粒子散射实验、光电效应和玻尔理论等旧量子理论及实验；然后引入薛定谔方程，使得之后在讲述单电子原子、多电子原子的结构与光谱、塞曼效应等内容时具有了严谨的量子力学理论基础。这条线索将原子物理的教学内容从简单到复杂贯穿起来，既有直观的、描述性的内容，也有严密的理论推导，它符合学生的认知规律，是课堂教学的主要内容，我们称之为为主线索。另外一条线索则是隐含的，它沿着原子物理学的发展进程而推进，其实也就是近代物理学支柱之一的量子力学开端与建立的过程。这条线索是由原子物理学史上一连串的标志性事件和一个个熠熠生辉的伟大科学家构成的^[5-6]，因此可以称之为历史线索，或者辅线索。那么，这两条线索之间的关系是怎样的呢？在教学过程中发挥什么样的作用呢？

(1) 启迪学生的科学观。主线索毫无疑问是教学的主要内容，目前大多数高校原子物理课程要求都是如此。从现今出版的许多原子物理学教科书中都可以看到，这条线索由浅及深地展开^[1-2]。针对不同专业的学生或者不同学

时的教学量，内容或多或少，或深或浅。通过这条线索，学生能够掌握原子物理学的基本概念和基本方法。很多教学论文对此已有论述，这里不作过多讨论。然而，如果从学生的人生观、价值观和情感教育的角度来看，这些内容对于这门课来说是很不够的。主线索好比是一个人的骨架和血肉，而辅线索则赋予这个人以灵魂。骨架和血肉是构成“人”的物质基础，但少了灵魂，也就没有生气。然而目前大多数的原子物理教学目标，只是要求学生简单了解这一方面的历史知识。在众多的原子物理教科书中对这条线索的描述也比较少，或隐或现，并不是很连贯，教师也多是在讲授相关内容时作为历史背景进行简单的介绍，并没有上升到陶冶学生科学观、价值观的高度。其实，对于原子物理学的发展历史以及对这门学科作出了重大贡献的科学家，当我们了解了其历史背后的故事，知道他们建立理论、取得成就的过程并不是一帆风顺，也不是瞬间的灵感爆发，而是通过艰苦的探索和正确的科学思辨得来的，那么我们将会发现，这条线索对于学生来说，其重要性并不逊于主线索，甚至比讲授原子物理理论本身更能使学生印象深刻，对他们的学习态度和科学观产生深远影响。

在原子物理学的历史上，绝大多数的发现一方面是人类认识自然、社会发展到一定阶段的必然产物，另一方面又是科学大师们自身修养和哲学思考的结果，这种修养和思考深刻地影响着他们的科学研究，也在很大程度上决定了他们能够取得的科学成就。即便是有些重大的发现看似偶然，但若分析其背景和过程后会发现，那也是历史的必然。

这样的例子在原子物理的发展史中不胜枚举。普朗克是二十世纪最著名的物理学家之一，他于1900年提出“量子”概念，拉开了量子理论的序幕。最初普朗克黑体辐射公式是为了拟合实验数据而提出的，虽然是拼凑出来的，但这个公式却是如此地美妙，与实验数据如此精确地相符。普朗克为了赋予这个公式以物理意义而引入了能量子的假设，认为能量就象篮子里的鸡蛋一样是一个一个的。这个假设在经典理论中是难以想象的，与能量的连续性是相悖的。普朗克对此难以接受，称是“不得已而为之”，因此他又花了十几年的时间试图为这个公式找一个符合经典理论的“合理”基础，却始终没有获得成功^[5-6]。从这里可以看出，对当时的物理学家来说，量子论是多么新奇，是多么“离经叛道”，即便普朗克是能量子的发现者，也是多么不情愿抛开已经建立起来并经过无数实验检验的经典理论大厦。由此看来，很多科学家的科学工作是建立在他们“相信什么”的基础上。如果普朗克不是笃信经典理论，而是意识到量子概念的革命性，也许他会为量子理论作出更多的贡献。

有意思的是，虽然普朗克非常不情愿承认“量子”的概念，但他却为近代物理的另一大支柱，同样“离经叛道”的爱因斯坦的相对论作出了很大贡献。1905年，当作为《物理学年鉴》编辑的普朗克收到了爱因斯坦的第一篇关于狭义相对论的论文时，就意识到了它的重要性，很快予以发表，并且成为相对论的坚决支持者，由于普朗克当时已经是很有威望的物理学家，而爱因斯坦却还名不见经传，因此他对相对论的迅速传播并为人们所接受起到了很大的

推动作用^[5-6]。不过恰恰是爱因斯坦把普朗克的量子概念推向深入。爱因斯坦提出了“光量子”的概念来解释光电效应,用量子论解释低温下的固体比热,提出了玻色-爱因斯坦统计、原子的受激辐射等等。这些成就促进了原子物理和量子力学的发展,使爱因斯坦成为早期量子理论的先驱和旗手。但是爱因斯坦认为量子力学对波函数的概率统计解释破坏了严格的因果律,他坚信“上帝不会掷骰子”。由此围绕量子力学理论形式体系的物理解释问题,爱因斯坦与玻尔这两位科学巨匠展开了旷日持久的论争^[5-6]。这些争论的背后隐含着—个古老而复杂的哲学命题:我们认识到的自然界的规律性是否就是自然界本身固有的规律性?爱因斯坦选择了与当时主流的量子力学研究不同的道路,因此相比他早期在量子力学方面的研究,他后半生对量子力学没有很大的贡献。玻恩曾对此评论说“他从此在孤独中摸索前进,而我们则失去了一位领袖和旗手”^[5]。

从上面的例子可以看到,普朗克、爱因斯坦等伟大科学家所关注和争论的并不仅仅局限于科学本身,他们对客观世界的起源及其服从的规律有着更深层的思考。反过来,这些深层次的思考也决定了他们科学研究的出发点,影响他们的思考方式和研究方法。正如普朗克所说“研究人员的世界观将永远决定他的工作方向”^[5]。因此课程内容结合相关历史、人物,能够激起学生的更多兴趣,对他们的人文思想潜移默化,引导他们建立正确的科学观、世界观,自觉地在学习和以后的工作中运用。

(2) 辅线索在引导学生对基本概念的思考和解答他们的困惑中也是非常重要的。早期原子物理学发展的动力,一方面来自于越来越多的实验事实说明经典力学、电磁学理论在处理原子、辐射等问题时的力不从心,客观要求必须发展新的理论;另一方面来自于理论发展过程中自身的不完备。在学习的过程中,学生不了解这两点,也就不会产生多少困惑。授课中,沿着原子物理的发展线索,揭示经典理论在解释新实验现象时遇到的困难,让学生比较清楚地了解到,量子理论是经典理论与新实验事实产生矛盾的必然结果^[6]。例如,在卢瑟福原子核式模型提出之前,汤姆孙的原子模型是比较流行的。但是,用汤姆孙的模型去解释卢瑟福 α 粒子散射实验是行不通的,因此核式模型是必然的选择。再例如,在普朗克黑体辐射公式之前,人们对黑体辐射能量分布规律已经研究很多,但是从经典理论的玻尔兹曼统计在能量连续的条件下无法得到正确的分布公式。而普朗克的研究发现,只有假设黑体辐射的能量是不连续的,也就是存在最小的能量单元,此时才能得到正确的黑体辐射公式。电子自旋的发现也是如此^[6]。斯特恩-盖拉赫的实验表明,原子磁矩在磁场中的取向是量子化的,荷兰的两位学生乌伦贝克和古德斯密特提出了电子具有自旋的假设。当他们就这个问题请教洛伦兹时,洛伦兹在经典理论的前提下,根据电子的自旋角动量和电子的

尺度计算得出,电子表面的速度将会大大超过光速,所以电子自旋的假设一开始就遭到了很多人的反对。因此,电子自旋的概念是没有经典对应图像的,它是电子的内禀磁矩。通过这些历史背景的阐述,使学生认识到,原子物理学中新概念的提出是有其必然性的,而这些概念并没有经典的对应,是量子世界的特征,学习中的困惑来自于我们对经典概念的先入为主。同时这也说明,从宏观世界出发得出的经典理论并不是我们认识客观世界规律的终结理论。同样,量子力学、相对论也绝不会是描述客观世界的最终理论,而是人类的认识在发展过程中特定阶段的产物。

三、结束语

本文叙述了原子物理学教学中存在的以理论知识为主和以历史及人物构成的两条线索,讨论了它们在教学中各自的作用。我们认为,在教学中应该给予辅线索足够的重视,应该将这条线索贯穿在这门课程的学习中,这非常有利于学生科学素养的养成,陶冶学生的科学观和人生观,对他们以后工作中的思考方式、对待问题和困难的方式产生潜移默化的作用;同时这条线索也有利于解答学生学习量子理论基本概念时产生的困惑。

鉴古而知今,何况原子物理的历史并不算古老。近代原子物理学的历史不同于经典理论的历史,从普朗克的量子假说为开端到完整理论体系的建立只有短短三十多年,历史发展的线索非常清晰,隐藏在背后的科学人物故事是如此丰富和真实,包含了激励学生、培养学生正确科学观、价值观的所有要素,是一笔弥足珍贵的财富。就比如一件珍贵的古董瓷器,本身的精美固然让人赞叹,但其背后蕴含的年代背景和故事更是它吸引人的价值所在。

【参考文献】

- [1] 郑乐民. 原子物理(第二版)[M]. 北京:北京大学出版社, 2000.
- [2] 杨福家. 原子物理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2008.
- [3] 何兆勇,石海明,等. 中外著名科学家人文素养案例集[M]. 长沙:国防科技大学出版社, 2009.
- [4] 李增智,吴亚非,等. 物理学中的人文文化[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [5] 李醒民. 激动人心的年代[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2009.
- [6] 郭亦玲,沈慧君. 物理学史[M]. 北京:北京大学出版社, 2005.
- [7] 金蓉. 从原子物理学的发展看原子物理学的特点及其教学任务[J]. 湖北师范学院学报, 2009(29): 92-95.
- [8] 戎凯. 让物理学史成为原子物理教学的亮点[J]. 物理教师, 2009(30): 14-15.

(责任编辑:卢绍华)