

量子物理课程思政教学案例*

——从 2008 年诺贝尔物理学奖谈起

刘利娟 王晓玉 李德民 王 恩

(郑州大学物理学院 河南郑州 450001)

摘要: 为了发挥好量子物理课程的育人作用,提高高校理科人才培养质量,本文以量子物理课程中 2008 年诺贝尔物理学奖为例,探讨和分析量子物理课程思政建设的内容与教学方式等问题。本文将详细介绍在课程思政建设过程中,教师应如何挖掘思政元素并融入专业课程教学内容,如何设置课程思政教学的教学方式并引导学生深层次挖掘典型案例现象背后的原因,使学生自行发现课程思政元素,培养自主学习能力、科学思维意识、创新意识和文化自信的家国情怀,从而实现课程思政教学目标。本文所述课程思政案例对于在量子物理教学过程中深入开展课程思政建设具有重要的参考意义,对于进一步发挥好量子物理课程的育人作用,提高高校基础学科理科人才培养质量具有积极意义。

关键词: 课程思政 量子物理 CP 破缺 诺贝尔物理学奖 卡比博

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.32.184

一、课程思政建设及育人目标

为深入贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神,以及中共中央办公厅、国务院办公厅《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》^[1],教育部于 2020 年 5 月 28 日印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》^[2],旨在把思想政治教育贯穿人才培养体系,全面推进高校课程思政建设,发挥好每门课程的育人作用,提高高校人才培养质量。该文件指出,全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的战略举措,课程思政建设是全面提高人才培养质量的重要任务,并明确了课程思政建设目标要求和内容重点。

专业课程是课程思政建设的基本载体,对于理学类专业课程,课程思政建设需要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育,培养学生创新精神、探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。物理学是整个自然科学发展的基础,物理学类专业教学旨在培养以提升国家创新能力为使命,具有家国情怀、人文情怀、世界胸怀,能够勇攀世界科学高峰、引领人类文明进步的未来一流物理学家,这就要求从物理学类专业课程内容中挖掘思政元素,着重训练学生的科学思维方法,提高学生的创新意识,培养学生着眼世界奉

献国家的人文情怀,以及探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感与使命感。

特别是 20 世纪以来,量子物理的建立与蓬勃发展,极大地改变了人类社会的发展进程,影响了国际政治格局。量子物理课程的一大特点就是其蕴含了丰富的思政元素,作为授课教师,需要深入梳理专业课教学内容,结合不同课程特点、思维方法和价值理念,深入挖掘课程思政元素,有机融入课程教学,达到润物无声的育人效果。

本文以 2008 年诺贝尔物理学奖为典型教学案例,深入挖掘课程思政元素,论述科研创新的重要性,进一步培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感,从而探讨量子物理课程思政建设的内容与方式方法。

二、教学案例及课程思政教学分析

(一) 教学案例

2010 年,意大利著名理论物理学家尼古拉·卡比博(Nicola Cabibbo)去世,尼古拉·卡比博因著名的夸克混合卡比博(Cabibbo)角而闻名于世。众所周知,描述三代夸克混合与电荷共轭变换及宇称变换(简称 CP)破缺^①的幺正矩阵被称作 Cabibbo-Kobayashi-Maskawa(简称 CKM)矩阵,其主要贡献者是意大利的尼古拉·卡比博以及日本的小林诚(Makoto

*基金项目:本文得到郑州大学研究生课程思政教育教学改革项目“量子物理”(2020ZZUGSKCSZ037);郑州大学教育教学改革研究与实践项目“基于现代信息技术的量子力学课堂教学模式改革的研究与实践”(2020ZZUJXLX054);“量子电动力学课程改革的研究与实践”(2021ZZUJGLX128);郑州大学教育教学改革研究与实践项目“一流大学”建设背景下个性化人才培养模式的改革与实践(2020ZZUJXLX005);郑州大学课程思政教育教学改革示范课程“量子力学”(2021ZZUKCSZ072)等的支持。

Kobayashi) 和益川敏英 (Toshihide Maskawa)。然而 2008 年的诺贝尔物理学奖却颁给了南部阳一郎 (Yoichiro Nambu)、小林诚和益川敏英这三位日本理论物理学家, 南部阳一郎因发现亚原子物理的对称性自发破缺机制获奖, 小林诚和利川敏英则因发现对称性破缺的来源获奖 (如图 1)。然而, 在对称性破缺领域做出杰出贡献的尼古拉·卡比博却未能获得诺贝尔物理学奖, 这也引起社会的广泛关注和讨论^[3]。



图 1 小林诚 (左)、益川敏英 (中) 和南部阳一郎 (右)。

(二) 课程思政教学分析

我们将选取该授课内容作为课程思政教学的案例主要基于如下两个方面考虑。

1. 知识传播和人文属性

该授课内容的知识点清晰, CP 破缺目前依然是高能物理理论和实验研究的热点之一, 正确理解 CP 破缺机制是非常重要的。在授课过程通过讲授和剖析该事件, 一方面可以活跃课堂气氛, 提高学生的听课积极性, 另一方面可以让学生更加直观地了解尼古拉·卡比博未能获得诺贝尔物理学奖的真实原因, 深入理解 CP 破缺机制。

虽然尼古拉·卡比博于 1963 年在美国《物理评论快报》(Physical Review Letters) 上发表了题为“么正对称性与半轻衰变”的学术论文, 解释了当时各种重子的贝塔衰变率的实验测量值^[4], 然而他在该文中提出的想法并非首创, 1960 年美国理论物理学家默里·盖尔曼 (Murray Gell-Mann) 和他的法国合作者莫里斯·利维 (Maurice Levy) 已经提出了类似的想法^[5]。其次, 1973 年小林诚和益川敏英研究了电弱统一模型产生 CP 破坏的动力学机制, 发现只有当把二代夸克模型扩展为三代, 才可能实现 CP 不守恒^[6]。尼古拉·卡比博的论文只是解释当时实验观测数据的唯象学工作, 而小林诚和益川敏英论文不仅从场论的角度指出了夸克混合与 CP 破缺的动力学原因, 而且还预言了三种新夸克的存在, 最终都被实验所证实, 这也是 2008 年诺贝尔物理学奖未授予尼古拉·卡比博的主要原因^[3]。

2. 价值塑造和能力培养

在讲授和剖析该事件过程中, 我们将着重强调原创性在

科学研究中的重要性, 帮助学生塑造正确的价值观, 逐步培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。

如前所述, 小林诚和益川敏英研究不仅给出了夸克混合与 CP 破坏的动力学原因, 其预言三种新夸克的存在也都得到实验所证实, 这也是在科学研究过程中“实践是检验真理的唯一标准”的直接体现。

三、课程思政元素及课堂教学

(一) 课程思政元素

通过梳理本节教学内容, 相应的思政元素和映射点体现在:

1. 原创精神

尼古拉·卡比博关于“卡比博角”的想法虽然解释了当时各种重子的贝塔衰变率的实验测量值, 但该想法来自“夸克之父”默里·盖尔曼和莫里斯·利维。更重要的是, 默里·盖尔曼和莫里斯·利维的论文启发了名古屋学派的牧二郎 (Ziro Maki)、中川昌美 (Masami Nakagawa) 和坂田昌一 (Shoichi Sakata) 关于两代中微子之间发生“味混合”的物理图像^[7], 后者就是著名的 MNS 轻子混合矩阵的雏形, 为日后布鲁诺·庞蒂克沃 (Bruno Pontecorvo) 等人推导中微子振荡的概率提供了必不可少的先决条件。因此, 默里·盖尔曼和莫里斯·利维的原创想法对于 CP 破缺和中微子震荡都有着深远的影响。通过该案例学生能够逐步理解原创精神在科学工作中的重要性, 特别是我国目前存在许多卡脖子的科学技术难题, 原创性就显得尤为重要。2021 年 5 月习近平在两院院士大会、中国科协第十次全国代表大会上指出要加强原创性、引领性科技攻关, 坚决打赢关键核心技术攻坚战。

2. 探索未知、追求真理

虽然尼古拉·卡比博未获得诺贝尔物理学奖, 但是利用“卡比博角”的想法解释了当时各种重子的贝塔衰变率的实验测量值, 迄今为止, 这一历史性论文引用已达七千余次 (参考 INSPIRE 数据库), 其科研工作的价值是非常重要的, 其探索未知和追求真理的科学思维方法是值得学生们去学习的。青年时期是科学创新、探索未知的黄金阶段, 包括杨振宁、李政道等很多科学家都是在年轻的时候做出了重要成果, 青年学生也当尽早树立探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的信念。

3. 文化自信

小林诚和益川敏英在 1973 年发表的历史性论文, 不仅没有引用尼古拉·卡比博的论文, 甚至连杰拉德·特·胡夫特

(Gerard T Hooft)关于标准模型可重整化的论文都没有引用。他们选择了在日本国内的期刊《理论物理学进展》(Progress in Theoretical Physics)上发表,保证了重要科研成果快速优先发表以及抢占话语权。近年来我国也在鼓励和提倡将重要的科研成果发表在国内期刊上,得到了广大科研工作者的积极响应,这也体现了科技领域的文化自信。

(二)教学方式

在课程授课过程中,我们将采用如下的教学方式,将这些课程思政元素穿插在授课内容中,

1.问题导入法

在课程讲授开始时,我们首先介绍尼古拉·卡比博、小林诚和益川敏英在对称性破缺领域的工作以及2008年诺贝尔物理学奖,通过引入问题激发起学生的学习兴趣,为下一步课程思政教学做好铺垫。

2.探究学习法

我们将引用对CP破坏理论做出重要贡献的物理学家们的原始文献,并搭配上相关人物图片,在拓展课程的广度和深度的同时,增加课程的知识性、人文性和趣味性,引导学生探究和总结2008年诺贝尔物理学奖未授予尼古拉·卡比博的主要原因,以及深入理解夸克混合与CP破坏这一知识点。

3.小组学习法和翻转课堂

课堂上同学们以小组的形式根据教师的授课内容进行学习和总结,引导学生深层次挖掘典型案例现象背后的原因,使学生自行发现课程思政元素,采用翻转课堂的形式由小组代表进行讲述,使专业课程思政教育在求“真”的基础上,求“善”、向“好”,达到润物细无声的效果,从而实现课程思政教学目标。

结语

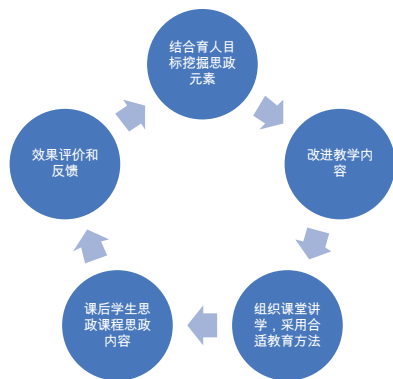


图2 课程思政案例示意图

基于教育部于2020年印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》,我们选取了2008年诺贝尔物理学奖教学案例,来阐述量子物理课程思政建设的内容与方式方法。通过梳理授课

内容,我们挖掘的思政元素包括:(1)科学工作中的原创精神;(2)探索未知、追求真理、勇攀科学高峰;(3)文化自信。并将这些课程思政元素融入在授课内容中,进而拓展课程的广度、深度和温度,让学生通过课堂听课、课下思考深层次挖掘典型案例现象背后的原因,使学生自行发现课程思政元素,达到润物细无声的效果,从而实现课程思政教学目标。本文所述课程思政案例分析(如图2所示)对于在量子物理教学过程中深入开展课程思政建设具有重要的参考意义,对于进一步发挥好量子物理课程的育人作用,提高高校基础学科理科人才培养质量具有积极意义。

注释

①所谓的CP破坏是指CP联合变换的不变性被破坏,CP破坏在理解粒子层次结构及其相互作用性质方面非常重要,而且在解释世界以正物质(而非反物质)为主这一事实方面也是十分必要的。

参考文献

[1]中共中央办公厅,国务院办公厅.关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见[OL].国务院网站,2019-8-14.

[2]教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[OL].教育部网站,2020-6-1.

[3]陈学雷.有感于日本科学家获得2008年诺贝尔物理学奖[OL].科学网博客,2008-10-8.

[4]尼古拉·卡比博.么正对称性与半轻衰变[J].物理评论快报,1963(10):531-533.

[5]默里·盖尔曼,莫里斯·利维.贝塔衰变过程中的轴矢量流[J].新实验,1960(16):705.

[6]小林诚,益川敏英.弱相互作用重整化中的CP破缺[J].理论物理学进展,1973(49):652-657.

[7]牧二郎,中川昌美,坂田昌一.粒子物理统一模型中的评论[J].理论物理学进展,1962(28):870-880.

作者简介

刘利娟(1983.11—),女,汉族,籍贯:河南濮阳,博士,讲师,从事粒子物理与原子核物理相关研究。

王晓玉(1991.9—),女,汉族,籍贯:河南新乡,博士,副教授,从事粒子物理与原子核物理相关研究。

李德民(1972.9—),男,汉族,籍贯:河南临颖,博士,教授,从事粒子物理与原子核物理相关研究。

王恩(1985.12—),男,汉族,籍贯:河南焦作,博士,副教授,从事粒子物理与原子核物理相关研究。