

新工科背景下高校量子力学课程教学优化研究

张逸竹

(天津大学精密仪器与光电子工程学院, 天津 南开区 300072)

摘要:《量子力学》课程主要教授内容为微观粒子运动规律,是诸多工科专业教学的基础课程,对于专业教学来说发挥着基础性和先导性作用。但是,现在高校的工科专业《量子力学》课程学时有限、学生知识积累不足的问题较为突出,这些对于教学来说是巨大挑战。为此,本文以新工科为背景,对高校《量子力学》课程教学展开了研究,文中首先分析了课程教学优化的意义,随后阐述了教学存在的问题,最后提出了《量子力学》课程教学优化的建议,以供参考。

关键词:新工科;高校;《量子力学》;教学现状;优化建议

量子力学课程内容为探索微观粒子运动的规律,在高校很多专业中均有涉及,如电子科学与工程、材料与化学等工科专业,为这些专业的基础课,所发挥的先导性作用不容忽视。近些年来,我国在高校教学中,积极推进新工科建设,致力于把工程与技术最新成果、行业人才育人要求等融入到教学当中,使工科专业的学生更具国际竞争优势。基于此,高校致力于对《量子力学》课程进行教学改革极有必要,意义重大。不过,专业课教师需要意识到《量子力学》在教学方法、教学内容以及教学评价等方面的不足。从现在的实际教学来看,攻克专业《量子力学》无论是教学内容,还是教学方式等都需要进行优化,否则无法满足当下时代的育人要求。本文立足新工科背景,对《量子力学》课程教学的优化提出了相关建议,希望借此实现教学内容的优化,革新教学方式,并对教学评价进行完善,就此培养符合新时代要求的工科人才。

一、新工科背景下高校量子力学课程教学优化的意义

新工科背景下的高校课程教学改革,既是为了满足社会现状,也是为了培养更多的学前教育人才。《量子力学》在高校专业教学中的重要性不言而喻,以新工科为背景,对《量子力学》课程教学进行优化的意义体现在以下几点:第一,该课程是很多专业教学的基础课程,以给学生传授微观粒子运动规律与相互作用为主。学生学习量子力学的相关知识,就能深入理解自然界奥秘,深化科学世界认知;第二,新工科背景下的专业教学更加注重学科的交叉融合与创新能力培养。《量子力学》课程中不但包括了物理学知识,还涉及到了电子信息、材料科学等方面的内容。学生学习量子力学内容后,将会在一定程度上丰富跨学科知识,并掌握更多的专业技能,以此提升自身解决问题的能力;第三,《量子力学》课程教学能够给社会培养更多量子科技方面的人才,这些人才对于推动我国的科技创新与产业发展起到了巨大的支撑作用;第四,有助于学生实验技能与科学精神的培养。《量子力学》课程知识中有很多抽象内容,学生需要以实验为载体,方可深入掌握,并培养科学精神。学生学习这些知识后,对于实验操作与数据分析掌握更加扎实,还能提升实践能力,养成科学的态度。

二、新工科背景下高校量子力学课程教学现状

(一)学科融合度不足,缺乏跨学科融合

传统的高校量子力学课程侧重于理论与数学,其他学科的相关内容涉及较少,忽略了与量子力学有关的其他学科的交叉渗透。由于缺少与其他学科如计算机科学、电子工程、材料科学等相融合的实践案例,使得学生很难将其与其他学科相融合,从而制约了其综合应用能力的提高。另外,在传统的高校量子力学课程中,教师多为物理或相关专业背景,对其他学科的了解较少,从而造

成了授课内容的专业化很强,很难覆盖跨学科的广泛内容。

(二)学生实践力不足,缺乏实践导向

传统高校量子力学课程中,一般都是以理论概念、数学推导、基本原理为主,而忽视了其在实践中的应用与试验技术,理论多于实际,造成了学生在课堂上仅仅是被动地接受知识,而没有主动参与到实践运用中去的机会。另外,因为量子力学实验通常要求仪器比较复杂,实验室条件特殊,学校没有能够为学生开展实验实践活动创造充足的机会,这导致了学生不能亲身感受、亲身操作量子理论中的一些物理现象,缺少了直观的实践经验。另外,通过对高等量子力学的仿真,可以加深对量子体系的认识,但教师没有为学生提供相关实验的计算机工具和指导。

(三)学生创新力不足,缺乏创新思维

传统高校量子力学课程中,一般注重理论知识的传授,侧重于对已有知识的掌握与运用。但由于过于注重对现有知识的掌握,而忽视了对新思想、新方法的探讨,从而造成了学生创造性思维的缺失。在现有的理论与模型的基础上,学生只能将现有的知识应用到计算、分析中去,从而制约了学生的创造性思维,使他们很难面对真正富有挑战性、启发性问题;缺少独立思考与探索的机会。在传统的课堂教学模式下,学生多是自己学习、自己思考,缺少与其他同学、老师沟通、协作的机会。在课堂教学中,学生的创造性思维常常需要与他人交流、协作才能获得灵感与发展,而这种机会的缺失则制约了他们的创造力的发挥。

三、新工科背景下高校量子力学课程教学优化对策

(一)结合教学大纲,利用教学内容

1.融入立德树人内容

由于物理基础课的特点,物理专业本科生的培养目的与应用类专业课程不同,它不是为社会培养符合市场需要的专业型人才。地方高校的物理专业主要是为中小学培养物理基础教育的教师人才,为我国中小学提供物理教师和科研人员。教师教育培养的是将来的科学传播者,是培养全民创新素质的先锋,肩负着立德树人的伟大责任。所以,在高校量子力学课程的量子力学课程中,要将对学生的辩证唯物主义世界观、方法论和科学精神放在核心位置,要对量子力学的历史、科学家的事迹和爱国情感等方面进行适当的强化,使之能够内化于心,外显于行。

2.坚持实事求是原则

传统物理教学中,从宏观到微观、从古典到现代,都是借助经典物理学中的有关概念来表述,这种以体验为主导的知识观构成了对微观世界的认识壁垒。此外,古典物理学理论与人类的直觉感觉相吻合,易于为人所接受和定型。学生往往以直觉代替抽象思考,以经典物理学的理论逻辑去解释量子力学,从而使他们

在学习量子力学时产生了混乱和矛盾,从而导致他们对量子力学的学习失去了兴趣。我们应该指出,量子力学是一种与古典物理完全不同的新的动态理论,在逻辑上无法被古典物理所“过渡”或“引导”。因此,在量子力学的教学过程中,应与其基本原理密切联系的实验,尤其是其最近的一些实验,比如“粒子的衍射和干涉实验”“惠勒的时滞实验”“贝尔实验”“量子隐身传输”等,都是为了让量子力学更具时代性,让他们能够更好地理解量子力学中“波粒二象性”,理解“测量”“波的坍缩”“波的相干性和消相干”“关联的非局域”等基本概念,以解决单纯依靠逻辑思维所造成的学习混乱,激发学生的学习兴趣,提升课堂教学水平。

3. 落实“三教改革”政策

高校开设的量子力学课程,有权威的教科书,既方便了老师们对教材的选择,又方便了老师们在老师的引导下进行更深层次的学习。所以,在实际的教学过程中,老师们必须按照教学大纲,认真地对待和选择好教材的内容。研究将量子力学的诞生历史和发展史、科学家的事迹、量子力学理论研究的实验进展以及量子科技与教材的内容进行了紧密的联系,加强了量子力学的时代性,有助于学生对量子力学理论和量子科技的了解,从而让学生掌握科学的研究方法。对高校量子力学课程物理专业或者是教师物理专业的学生而言,他们的高等数学、线性代数、概率与数学物理方法等课程的学习基础都比较薄弱,因此,可以通过对量子力学的教学进行适当的复习和补充。老师不是教科书的翻译者,而应是教科书内外知识的组织者和传播者,并以课程大纲为准绳,培养学生的能力。普通的地方高校没有能力编制权威的专门教材,但也不能缺少对教材和教学大纲的研究,对教学方法的研究,以及对学生因材施教的探索。所以,正确对待《量子力学》教科书,采取合适的教学方式和方法,是确保课程中所规定的人才培养目标得以实现的重要保障。

(二) 采用混合教学,构建教学体系

高校量子力学课程阶段,量子力学的教学目的是让学生了解基本的假设、基本原则和基本方法,加深对自然现象的认识,建立起辩证的世界观,并对其进行分析,从而获得现代物理的基础知识和基本修养,以及对科学技术的革新和传播。以这些知识为依据,恰当地研究和把握量子力学中的数学运用与方法,加强数学推理的能力,为进一步深入研究奠定了能力基础。网络模块作为课堂教学的一种补充和扩展,它将教材内和课外的知识进行了整合,使学生能够更好地发挥自己的自主能力来学习量子力学。毋庸置疑,量子力学教学网络化系统应该包括课堂教学的各个模块,进行适当补充和扩展,以弥补由于课时紧张而导致的课堂教学的限制,既能满足各层次学生的学习需求,又能实现因材施教。在线下课程中,我们将对每一节课所需要的数学知识进行梳理和补充,并对一些复杂的数学推导进行细致的推导,比如:埃米特方程与厄米函数、相应的勒让德方程和勒让德函数、周期微扰论中所遇到的 δ 函数的某种非奇异函数的极限形式的证明等。

(三) 挖掘思政要素,融入课程思政

2020年5月,教育部印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》,再次明确了课程思政的重要性。课程思政和专业课程的融合,已经成为新时期高校的育人任务,也是落实“立德树人”根本任务的途径。面对国内外形势的挑战,高校逐渐加强学生的思政水平,强化课程思政建设,是打通思政教育“最后一公里”的最佳方式。《量子力学》课程培养的都是理工类的高端人才,他们不但要有扎实

的专业知识,还需要有高尚的道德品质。因此,专业课教师在教学中要坚持问题导向和结果导向,给学生在教学中渗透攻坚克难、敢为人先的精神。例如,尼尔斯·玻尔以非凡的洞察力和创造力,对现代物理学产生了深远影响,引领着科学家们探索未知的宇宙,揭示自然界的奥秘,由此成为量子力学的奠基人。

(四) 注重过程评价,提升教学质量

教学活动以学生为主要对象,在老师的引导下,对学生的受益情况进行评价。学生在学习过程中所获得的好处,应该包括在课程大纲中明确规定的基础知识和基本技能,以及在创造能力和性格方面的训练。量子力学的课程很多,很明显,两个小时的期中考试和2个小时的期末考试主要是测试学生们对量子力学的基础知识和利用数学解决量子力学问题的基础技巧的掌握,要想通过这两门考试考核学生的创新能力和品格培养是很难的。评价不能只重结果,更要重过程,以评促教,以考促教,才是根本。我们认为,“线上线下”量子理论课程体系的实施和执行,离不开学生的自主学习。所以,对量子力学的评价是这样的:期中期末考试考察的是对量子力学本体知识和基础技术的理解,而在平时的教学中,考察的是量子力学的本体知识和思想政治效果。思政考试以写小论文为主,写论文的数量不低于三次,重点是对胡乱运用量子力学原理、歪曲量子力学的某个现象或者对一种量子技术成就进行歪曲的观点,运用马克思主义的原则和正确的科学态度,结合量子力学的基本原理,对其进行科学地分析和批判。在期末考试中,期末考试成绩占总分数的50%,思政小论文占总分的20%,日常作业占10%,其中考试成绩占20%。

四、结束语

综上所述,《量子力学》课程教学中的问题不容忽视,而因为内容较为抽象,学生学习过程极为困难。尤其是高校当下不断扩招的同时,教师要培养更多学生喜欢量子力学,由此激发学生的学习兴趣,使教学质量能够得到提升。本文结合当下课程教学存在的问题,特别提出了结合教学大纲,利用教学内容;采用混合教学,构建教学体系;挖掘思政要素,融入课程思政;注重过程评价,提升教学质量的建议,我们希望通过优化教学过程,提升量子力学的教学质量,为国家培养更多高精尖人才,推动我国科技创新和科技进步。

参考文献:

- [1] 曹丽欣,朱慧涓.民国时期(1918—1940年)高等教育中量子理论教学的发展:以北京大学、清华大学和燕京大学为例[J].首都师范大学学报(自然科学版),2021,42(03):91-96.
- [2] 黄妞,孙盼盼,倪世兵等.“半导体材料与器件”翻转课堂教学建设研究——以面向材料、化学等多个学科的教学为例[J].教育教学论坛,2021(25):149-152.
- [3] 张成国,丁勇,王军平等.应用型人才培养模式下基于OBE理念的量子力学教学设计与实践[J].现代职业教育,2022(10):43-45.
- [4] 曹吉,张寿,徐晶等.对分课堂模式在线上研究生教学中的应用探究——以《高等量子力学》课程为例[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2023(02):30-33.
- [5] 李重阳,田书建,张宝玲等.专业认证背景下工科核工程与核技术专业“量子力学”教学模式探索[J].中国电力教育,2018(12):67-69.