

计算物理学教学内容及教学改革探索

孟祥颖

东北大学 辽宁沈阳 110819

摘要: 计算物理学是物理专业一门很复杂的专业课, 既与计算科学有很深的交集, 又与物理学的一众分支学科联系紧密, 本文主要围绕着课程内容过于复杂、教学用书老旧、缺乏实践教学等计算物理学目前教学过程中的问题展开探讨, 提出了调整课程内容、加深教材建设、改进教学模式、注重实践教学、完善考试结构等教学改革探索方法。

关键词: 计算物理; 教学改革; 课程内容; 实践教学

Teaching Content and Teaching Reform Exploration of Computational Physics

Xiangying Meng

Northeastern University, Shenyang, Liaoning, 110819

Abstract: Computational physics is a very complex professional course for physics majors, which has a deep intersection with computational science and is closely related to a number of branches of physics. This paper mainly discusses the problems in the current teaching process of computational physics, such as the complexity of the course content, the old teaching books, and the lack of practical teaching. It proposes to adjust the course content, deepen the construction of teaching materials, improve the teaching model, and focus on practical teaching. Improve the examination structure and other teaching reform exploration methods.

Keywords: computational physics; reform in education; Course content; Practical teaching

前言:

计算物理学作为计算科学、物理学和数学的交叉学科, 近些年在物理学领域逐渐凸显出重要作用。其在物理学中的主要应用是通过计算机强大且高速的计算能力, 运用数学算法为物理学中的复杂方程求值, 帮助学生理解复杂的物理规律, 并应用于一众物理学分支, 为物理学理论提供计算支持。计算机应用对物理学研究具有辅助作用, 物理学领域需要同时掌握计算机知识与物理知识的人才。因此, 高校必须开展对计算物理学教学改革的探索。

1. 计算物理学教学过程中的问题

1.1 课程内容过于复杂

计算物理学在许多高等院校都被设置为本科阶段的

必修课, 研究生也要展开学习其后续课程, 这说明了计算物理学这一课程对于人才培养有着重要作用。从计算物理学的课程结构来看, 其涵盖的内容十分广泛, 这就导致各高校的计算物理学课程侧重有所不同, 有的课程注重推演物理模型, 有的课程注重数值计算的精确性, 如何选择出适合本校计算物理学人才培养方向的课程内容就成为院校建设计算物理学教学体系、设计计算物理学教学思路、整合计算物理学教学内容的一个难题。

1.2 教学用书老旧

在建设计算物理学教学体系时, 教材的选定或编撰是一项重要工作, 适合的教材不仅有助于高校教师开展教学工作, 对学生的学习也能起到辅助作用。市面上的《计算物理学》都是作者结合自身院校的教学目标编撰的, 内容老旧。例如2009年复旦大学出版社出版的《计算物理学》, 理论内容偏多, 适合辅助研究生进行物理研究时使用, 对本科生来讲内容多、难度大。2012年科学出版社出版的《计算物理学》, 基础知识点讲解详细, 但

作者简介: 孟祥颖 (1976.03-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 沈阳, 学历: 博士, 职称: 教授, 研究方向: 计算物理学, 工作单位: 东北大学, 单位邮编: 110819。

对部分物理问题缺乏介绍。因此,高校在设计教材时要注意整合现有教材,融合最新科研成果。

1.3 缺乏实践教学

计算物理学是一门对物理、编程和数学综合应用的学科,学生通过学习计算物理学不仅要掌握物理学相关理论,还应该对一些基本原理进行实践。开展实践教学是学生转变思维模式,培养实践能力,提升综合素质的关键步骤。通过实践教学,可以培养学生对理论知识的应用能力,如何设计出具有创新性、综合性的实践教学课程是目前计算物理学教学过程中急需解决的问题。

2. 应对教学问题的对策

2.1 调整课程内容、改进教学模式

面对课程内容复杂的教学问题,教学团队需要结合院校计算物理学人才的培养方向,考虑各部分知识点的难易程度及衔接关系,根据课时安排,对课程内容做出科学、合理的调整。可以将计算物理学课程分成两部分,在第一部分对一些数值方法进行介绍,比如线性方程组、常微分方程、偏微分方程等的数值解法,这都是计算物理学课程中的基本内容,在第二部分主要介绍技术方法,比如分子动力学、扩散界面法、蒙特卡洛方法等^[1]。教师在课堂上除了根据教材内容进行知识讲授,还应该引入科技前沿的研究成果,拓展学生的知识面,让学生的学习研究与时代接轨,引导学生不断完善自身的学习效果。除了调整课程内容,改进教学模式也是提高教学质量的重要步骤,在以往的课堂上,一些教师占据主导地位,单向的向学生传输知识,学生只能倾听和被动接收信息,这部分教师需要意识到学生才是课堂的主角,与完成教学任务相比,学生的知识掌握情况更应该被关注,应该及时调整教学模式,在课堂上做到以学生为重。要从带领学生学习变为引导学生自主学习,在课堂上采用课堂互动等教学手段引起学生的学习兴趣,提升学生的学习积极性,引发学生的学习主动性,调动学生的学习信心,促进学生的学习效果。教师要结合计算物理学课堂教学情况,分析学生的知识掌握情况,从而不断完善教学方法,例如在教学扩散界面和相场方法这部分内容时,首先可以让学生自主搜索朗道的生平及其主要成就,引起学生对朗道的好奇和对其重大发现的兴趣后,自然引出序参量的概念,再通过介绍守恒量和非守恒量让学生对序参量进行具体了解,接着讲解序参量一步步的演化方程,引导学生对演化模型产生思考,最后给出三个演化模型,运用枝晶生长、调幅分解等相场模型通过具体案例说明讲解如何构建相场模型^[2]。在讲解模型算法

时,教师应该引导学生运用前期课程中学过的算法格式对模型方程进行求解,在做好知识点衔接的同时能够促进学生进行独立思考,锻炼用所学内容处理实际问题的能力。

2.2 加深教材建设

计算物理学融合了多种学科,内容涉及各个领域,包含的知识十分广泛,在开展本科生的计算物理学教学工作时,要融合教学方向、教学目标、教学特色进行科学严谨的教材内容构建。教材内容应该包括基础计算方法、物理学知识、计算机算法等部分,在理论知识教学完成后,还应该通过设置具体案例融合前沿科技成果,指导学生应用所学解决具体问题,例如设置具有科研背景的教学案例,不仅能激发学生的创新思维、锻炼学生的学习能力,还能使课程具有前沿性。物理学的各个分支学科都有部分内容涉及到计算物理学中的问题,在编撰计算物理学教材时显然不能把其在物理学中的各处应用全都囊括在内,在选择计算方法时,应该把一部分能应用于各分支学科的计算方法纳入教材,对于更具有针对性、专业性的内容,如“计算机代数”等可以纳入后续选修课程的教材中^[3]。计算物理学课程对物理学的意义就是提供一些数值计算方法来处理物理学上的复杂运算,因此在计算物理学教材内容选择上,主要是分析该计算方法对于解决物理学问题的作用。在教材中介绍计算方法时,最好提供子程序范例供学生参考,计算物理学教材除了选取计算方法外,另一个重点就是设计大量的例题,在设计例题时,应该注意例题的主要作用是介绍某种计算方法如何具体应用在某一类物理学问题的解决步骤中,因此要选择四大力学等一般物理方面的内容作为例题参考,避免例题过于偏向某一物理学方面,导致学生做题时分不清主次,花多余的时间研究物理原理。计算物理学课程主要是讲授如何通过计算方法借助计算机完成物理学问题的求解,教材在介绍计算方法的同时也不能忽略对学生编程能力的培养,因此应当在教材中设计上机实习内容,提升学生的程序设计能力。

2.3 注重实践教学、完善考试结构

很多高校在教学计算物理学时都存在这样的问题,只注重理论教学忽视了实践教学对于培养学生创新能力、锻炼学生思考能力、提高学生应用理论知识能力的作用。大部分计算物理学课程的教学模式都是教师在课上讲解基础理论知识,学生在课下完成编程练习作业。没有教师的督促和及时指导,学生在进行编程练习时会存在思考问题不深入,完成作业不认真等问题,这样的教学方

式会使学生的创新能力得不到培养、思考能力得不到锻炼、理论知识应用能力得不到提高、计算物理学知识得不到完全掌握,无法实现理论知识与实践能力之间“最后一公里”的跨越^[4]。要解决这个计算物理学教学工作中的问题,教师需要在教学内容中加入实践训练环节,布置实践大作业,让学生分组完成大作业,在团队合作中互相督促、互相帮助、共同实践、共同进步,教师要在学生完成实践大作业的过程中及时给予指导和帮助,对于各实践小组共同的实践难题,要结合理论知识进行具体讲解,帮助学生掌握理论知识的同时提高学生在具体实践中应用理论知识的能力,通过实践教学打通理论知识与实践能力之间的“最后一公里”。另外,计算物理学这门课程的考核方式也应该做出科学化的调整。以往的考核方式与其他课程相同,都是平时成绩占30%,笔试成绩占70%,平时成绩由考勤和日常作业成绩组成,期末的笔试内容主要包括计算物理学的相关基础知识以及算法应用。这样的考试结构对部分课程来说比较完善,但对计算物理学来说有些片面,无法考察出学生对于所学内容的掌握情况,计算物理学涉及的很多算法要通过计算机来完成计算,当这些算法和理论知识一起被搬上了卷面,学生只需要在考试前背下一些算法格式和计算物理学相关概念,在考场上进行简单的计算就能通过考试。这样的考核方式会让部分以通过考试为学习目的的学生在日常学习中无法端正学习态度,难以达到预期教学效果^[5]。因此,考试结构应该以考察出学生真正的知识掌握情况为目标做出调整,首先将平时成绩在考核中的占比提高到40%,其次减少期末笔试卷面上的纯概念题目并采取半开卷考试,允许学生将知识点总结在一张

A4纸上带进考场。这样的考试结构能够促使学生在日常听课时加倍努力学习,改善学习状态、提高学习效率,还能促使学生主动对知识点进行归纳整理,提升学习效果的同时掌握了有效的学习方法。

3. 结束语

综上所述,计算物理学是一门综合性很强的学科,因其学科交叉的特点,涉及的内容十分广泛且复杂,在开展计算物理学的教学工作时,存在课程内容过于复杂、教学用书老旧、缺乏实践教学等问题,教学改革势在必行,高校需要结合教学目标,根据计算物理学人才培养方向,针对其交叉学科的特点,对课程内容进行调整、对教材内容进行构建、对教学模式进行改进,注重实践教学对于学生掌握计算物理学知识的作用,完善考试结构。

参考文献:

- [1]邢辉,景涵煦,赵阳,等.计算物理学教学内容和教学方法改革的探索[J].中国现代教育装备,2022(15):4-4.
- [2]秦真真,王飞,牛春要.将“第一性原理计算”融入传统计算物理学课程的教学体系改革探讨[J].科教导刊,2021(7):3-3.
- [3]任元,罗亚桥,施思齐.锂电池中的计算物理学[J].物理,2022,51(6):13-13.
- [4]姜晓乐,阳耀月,刘东.对标“双一流”建设目标的物理化学教学改革探索[J].广州化工,2020,48(10):2-2.
- [5]董成伟.加强应用实践能力培养的大学物理教学改革探索[J].数理化解题研究,2021,000(030):P.60-61.