

人才培养目标导向的计算物理课程教学改革： 以电子科技大学“强基计划”为例

靳亚康 李培友 陶然 陈龙泉

(电子科技大学物理学院, 四川 成都 611731)

摘要 计算物理是面向应用物理学专业本科生开设的专业核心课程。为了巩固学生的“物理兴趣”、启迪学生的“创新思维”、帮助学生发展应用计算物理方法解决实际物理问题的能力,实现“知识—能力—素质”全面发展的物理基础学科拔尖创新人才培养目标,笔者近年来开展了以下三个方面的教学改革实践:基于物理学科知识拓扑,通过“传承经典+探索前沿”的“科教融合式”教学理念广泛拓展课程元素,并及时更新教学软件且有机融入课程思政内容,激发了学生对物理基础科学的学术志趣;探索了以“问题导向的探究式课程教学”和“项目驱动的研讨式专题课程”相融合的教学设计改革,引导学生自主提出问题进而培养其批判精神和创新意识;重构了课程考核评价体系,对学生学习进行多维度、全过程考核,重点评估学生对计算物理理论知识的掌握及其运用计算物理方法解决具体问题的能力。

关键词 计算物理;基础学科拔尖创新人才;强基计划

TALENT CULTIVATION -GUIDED REFORM TO THE TEACHING OF COMPUTATIONAL PHYSICS: A CASE STUDY IN THE “STRENGTHENING BASIC DISCIPLINES PLAN” AT UESTC

JIN Yakang LI Peiyu TAO Ran CHEN Longquan

(School of Physics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan 611731)

Abstract Computational physics is a core course for undergraduate students majoring in applied physics. To consolidate students' interest in physics, to inspire their innovative thinking, and to assist them in developing the ability to solve practical problems using computational physics methods, thereby achieving the goal of cultivating innovative talents with comprehensive development of “knowledge, ability, and quality” in the fundamental discipline of physics, the authors recently have conducted teaching reform practices in the following three areas. First, based on the topological structure of physics courses, the teaching contents have

收稿日期: 2025-05-02

基金项目: 国家自然科学基金(12202096);四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2024-0226);电子科技大学“专业核心课程体系建设计划”(2023HXTX010);电子科技大学课程教改项目(2024XSYT0111)。

通信作者: 陈龙泉, lqchen@uestc.edu.cn。

引文格式: 靳亚康, 李培友, 陶然, 等. 人才培养目标导向的计算物理课程教学改革: 以电子科技大学“强基计划”为例[J]. 物理与工程, 2025, 35(5): 145-153.

Cite this article. JIN Y K, LI P Y, TAO R, et al. Talent cultivation-guided reform to the teaching of computational physics: A case study in the “Strengthening Basic Disciplines Plan” at UESTC[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(5): 145-153. (in Chinese)

been extensively expanded by inheriting classics and exploring frontiers in parallel, adopting a teaching philosophy of “integration of science and education”, and the teaching software has been promptly updated, and ideological and political elements have been organically designed in the curriculum, which help to light students’ interest in fundamental physics. A teaching design that combines “problem-oriented inquiry-based teaching” and “project-driven discussion-based teaching” has been explored, guiding students to independently raise up questions and thereby cultivating their critical spirit and innovative consciousness. The course assessment and evaluation system has been restructured to conduct multi-dimensional and whole-process assessment of students’ learning, with a focus on evaluating students’ mastery of computational physics theoretical knowledge and their ability to use computational physics methods to solve specific problems.

Key words computational physics; innovative talents in the fundamental discipline; strengthening basic disciplines plan

经过半个多世纪的发展,计算物理已成为与理论物理、实验物理并列的现代物理学三大研究范式之一^[1,2]。值得注意的是,近几年来人工智能和量子计算等前沿技术快速发展,这不仅加速了新型计算物理算法的开发,亦进一步拓宽了计算物理方法的应用场景,并可能带来计算物理学研究方法和内涵的根本性变革^[3]。2023年,国家自然科学基金委员会为此特新增了“A2015 计算物理”二级申请代码^[2]。

为了紧密结合计算物理学研究,自20世纪80年代开始,中国科学技术大学、浙江大学等便率先面向本科生/研究生开设计算物理课程^[4],后续国内多位专家学者相继出版了多部《计算物理》教材,包括中国科学技术大学马文淦教授主编的《计算物理学》^[5]、复旦大学顾昌鑫教授主编的《计算物理学》^[6]、北京师范大学彭芳麟教授主编《计算物理基础》^[7]等。2010年,教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理学类专业教学指导委员会(简称物理天文教指委)编制的《高等学校物理学本科指导性专业规范》和《高等学校应用物理学本科指导性专业规范》均将计算物理基础列为本科生专业基础理论必修课程^[8,9]。2020年,国务院学位委员会第七届学科评议组将计算物理列为物理学一级学科学术学位研究生专业核心课程^[10]。2023年,教育部组织实施物理学基础学科“101计划”(即“本科教育教学改革工作计划”),其中计算物理作为十四门核心课程之一,由北京大学牵头负责^[11]。计算物理在物理学/应用物理

学专业课程体系中的重要性由此更为凸显。

近年来国际局势日益错综复杂,强国间科技竞争愈演愈烈,全社会对高水平科技人才越发期待。为了选拔有志于服务国家重大战略需求且综合素质优秀的学生,培养基础学科拔尖创新人才,教育部于2020年出台了《关于在部分高校开展基础学科招生改革试点工作的意见》^[12],即“强基计划”。电子科技大学应用物理学专业“强基计划”于2020年开始招生,依托学校物理学、数学、计算机科学等基础学科优势,并与学校电子科学与技术、信息与通信工程等新工科建设专业深度融合^[13,14],旨在培养具有基础学科坚实理论基础,又兼具工程学科技术特长,且具有高远学科视野、使命担当和家国情怀的拔尖创新人才。

计算物理作为应用物理学专业课程体系中的关键一环,其课程教学如何更好地服务于“强基计划”的人才培养目标是笔者所在教学团队在给既往几届“强基生”授课实践过程中持续思考的问题。经过几年的探索实践,笔者认为,为了实现物理基础学科拔尖创新人才的培养目标,需要首先巩固学生的“物理兴趣”,进而启迪学生的“创新思维”,最终帮助学生发展应用计算物理方法解决实际物理问题的能力。

1 课程概述

1.1 基本情况

计算物理是应用物理学专业本科生必修的专

业核心课程,主要面向我校应用物理学专业(含“强基计划”)开设,分为计算物理 I(基础)、计算物理 II(专题),共计 3 学分,48 学时。

课程内容涵盖计算物理学发展简史、与物理学研究紧密相关的数值计算方法(包括(非)线性代数方程组的数值解法、插值与拟合、数值积分、常/偏微分方程的数值方法),以及分子动力学和蒙特卡罗方法等物理研究中常用的模拟方法及其在具体物理学问题中的应用。计算物理 II 在计算物理 I 的基础上,主要以专题讨论的形式展开,包括原子分子层次模拟:分子动力学和蒙特卡罗方法,以及电子层次模拟:断键与成键等。

本课程旨在引导学生深入了解物理学中常用的计算和模拟方法,培养其在未来的科研工作中运用计算物理学的方法解决具体物理问题的能力。

1.2 教学目标

计算物理课程的教学目标包括:

(1) 知识目标:帮助学生们系统了解计算物理的发展史、基本思想及其对现代物理学发展的重要支撑作用,掌握常见的数据处理方法、常/偏微分方程的数值解法和物理研究中常见的模拟方法,特别是原子分子尺度模拟方法。

(2) 能力目标:帮助学生们发展应用计算物理方法解决实际物理问题的能力以及良好的科技写作和口头表达能力。

(3) 素质目标:帮助学生们建立规范的科学伦理,培养良好的科学意识和创新素养,并鼓励其在物理学及其前沿交叉领域勇于探索。

2 学情分析

计算物理课程主要面向应用物理学专业(含“强基计划”)大三年级的本科学生,作为连接物理理论、数值方法与实际物理问题的桥梁课程,其教学效果对于应用物理学专业(尤其是“强基计划”)学生的知识整合、能力提升和兴趣维系至关重要。结合该阶段学生的典型学情分析,当前课程教学普遍面临以下关键问题:

2.1 理论与实践脱节,物理情境弱化,难以有效巩固和提升“物理兴趣”

经过前两年对力学、热学、光学和电磁学等物理学基础课程以及电动力学、理论力学和量子力

学等专业基础课程的学习,学生们已掌握应用物理学专业所需的大部分理论知识。然而,前两年的大面积理论学习导致学生们对所学知识在实际生活中的运用存在一定程度脱节,亟须通过具象化案例巩固学生们的“物理兴趣”。当前大多计算物理教学中常过度聚焦于算法实现和编程技巧本身,而忽视了数值方法所依托的具体物理问题背景、物理模型的构建过程以及对计算结果物理内涵的深入解读,导致课程沦为“数值编程课”,学生只见代码不见物理,其投入大量精力调试代码后仅获得简单数值结果或静态图,缺乏解决真实物理问题带来的成就感,削弱了学习动力。

2.2 评价体系滞后,重结果轻过程,无法有效评估“实操应用能力”

学生们在中学阶段所养成的“应试教育”学习特征具有比较强的惯性,以致大多数学生在学习大学理论课程时仍沿用类似的应试技巧。但是,计算物理课程实践性极强,亟须重构“评价体系”以全面掌握学生对所学知识的实操应用能力。当前大多计算物理课程的评价方式往往单一化,过度依赖期末笔试或最终程序/报告,前者无法考察编程与实际问题解决能力,后者则掩盖了学生在问题分析、算法选择、代码设计、调试纠错和结果分析等关键环节的思考与成长过程。尤为突出的是过程性评价的缺位,缺乏贯穿学习全周期的形成性评价机制,使得学生倾向于临时突击应对期末考试,教师也难以及时精准把握讲授效果。

2.3 教学模式固化,挑战性与开放性不足,难以有效启迪“创新思维”

新时代背景下,面向创新驱动的迫切需求和全社会对高质量创新型人才的殷切期盼,亟须瞄准学生创新思维的自我培养,切实激发其原始创新能力的自我培养意识。从思维训练的角度来说,“创新思维”的启迪对学生们本科专业知识体系的构建,乃至后续研究生阶段的创新研究都具有重要意义。然而当前的课程实践通常预设过强的问题定义、算法选择甚至代码框架,留给学生自主设计、模型改进或解释异常结果的探索空间极其有限,学生被动执行指令,缺乏主动思考和创造性解决问题的机会,阻碍了其独立发现问题、定义问题和设计解决方案的能力培养。此外,教学内容未能及时融入计算物理在前沿物理问题和交叉领域的最新应用,限制了学生视野,同时协作与深

度交流机会的缺乏也不利于在思维碰撞中激发创新火花。

值得注意的是,上述三大问题并非孤立存在,而是相互关联、共同作用,加剧了计算物理课程的教学困境。其中,问题1(兴趣弱化)部分源于问题2(成果感缺失的评价)和问题3(缺乏探索与挑战),枯燥的编程练习和缺乏深度的案例难以维系物理热情;问题2(评价滞后)不仅无法准确衡量学生的实操能力,其导向作用反而可能强化应试思维(追求“正确”答案),抑制了问题3所要求的创新探索(害怕失败、不敢尝试)。问题3(创新不足)的根源在于教学设计和评价体系(问题2)未能提供足够的开放空间和容错机制,同时也需要问题1(物理情境)作为创新的基础和动力源泉。

3 教学理念

为了解决上述相互交织的教学痛点,本文提出以下三点逐步深化且相互支撑的教学理念:

3.1 基于“科教融合式”的物理兴趣激发理念

本理念旨在弥合理论学习与实际应用的鸿沟,通过“经典传承”与“探索前沿”的双轨融合重构课程内容。一方面,精选经典物理问题(如热传导方程求解)作为基础训练,帮助学生建立计算思维与物理图像的关联;另一方面,深度融合科技前沿案例(如非线性动力学反应扩散问题),引入国家重大战略需求相关课题,自然渗透科技报国的“课程思政”元素。通过引导学生亲身感受“计算重现物理规律”的震撼,进而巩固学生对物理基础科学的兴趣,激发持久的好奇心与自主探索的内驱力。

3.2 基于“全程考核式”的学生能力评价理念

为破解“重结果轻过程”的评价困境,构建“过程-能力-协作”三维动态评价体系。过程维度覆盖课堂研讨表现(如算法思路陈述、调试问题分析)、平时作业评估(如代码可读性、结果正确性)和最终自由选题考核(如选题科学性、物理模型合理性);能力维度聚焦计算物理核心素养:数值方法适用性判断、物理模型抽象能力、结果可信度评估(如收敛性分析、误差讨论);协作维度通过小组课题实施,重点评估学生的“新四会”和团队协作能力^[15]。

3.3 基于“问题驱动式”的创新思维培养理念

问题是创新的起点,也是创新的动力源。爱

因斯坦曾说,“提出一个问题往往比解决一个问题更重要,因为解决问题也许仅仅是一个教学上或实验上的技能而已;而提出新的问题或新的可能性,或从新的角度看待旧的问题,却需要有创造性的想象力,这标志着科学的真正进步”。教学全过程均围绕具体物理问题展开,向学生展示从问题的发现、分析到解决等真实的问题链演进逻辑,并在设置平时作业时重点引导学生自主提出问题,鼓励从生活现象、学术争议或前沿论文中提炼问题,强化学生们的批判精神和原始创新意识。

以上三点教学理念构成“兴趣-能力-思维”三位一体的育人闭环,形成逐层深化、相互支撑的改革逻辑。其中,“科教融合”奠基础——以前沿案例与思政元素点燃探究热情,为高阶能力训练提供内在动机;“全程考核”促实践——通过多维动态评价倒逼学生深化实操能力,为创新思维提供技能支撑;“问题驱动”育内核——以科学问题为牵引,将兴趣与能力转化为创新质变,完成从“知识使用者”到“问题解决者”的跃迁。这一体系既呼应强基计划“厚基础、强实践、重创新”的培养定位,也为学生衔接研究生阶段的科学探索奠定方法论基础。

4 具体举措

基于上述教学理念,本文针对教学内容、教学方法和考核方式开展了系列教学改革探索,具体的实施举措如下。

4.1 教学内容改革

计算物理学是一门利用数值计算方法来解决物理问题的学科,其研究对象是物理学问题,其运用方法是计算数学,其采用的工具和手段则是计算机技术,因而具有典型的多学科交叉融合特征^[16]。基于此特征,笔者对计算物理课程的教学内容开展了持续深入的改革实践,主要包括:

1) 广泛拓展课程元素

考虑到学生对物理学科不同分支的兴趣差异,并为进一步巩固学生前期课程所学的物理知识(见图1课程结构拓扑),在满足教育部物理天文教指委的基本教学要求前提下,教研团队在计算物理课程的教学设计中要求广泛覆盖物理学科内各二级学科(见表1案例总结)。

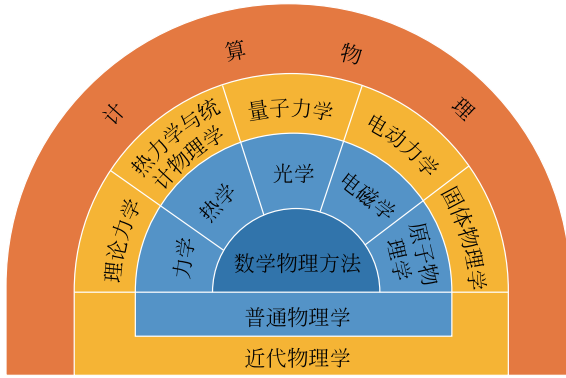


图1 应用物理学专业课程结构拓扑

表1 计算物理课程教学设计举例

物理学传统二级学科	案例
理论物理	铁磁顺磁相变
粒子物理与原子核物理	放射性衰变与中子探测
原子与分子物理	分子动力学模拟
等离子体物理	麦克斯韦方程组
凝聚态物理	热传导方程
声学	波动方程
光学	薛定谔方程
无线电物理	亥姆霍兹方程

其次,教研团队亦兼顾考虑物理学与其他学科间的交叉设计(见图2例证),以备少数同学后续跨专业需求。

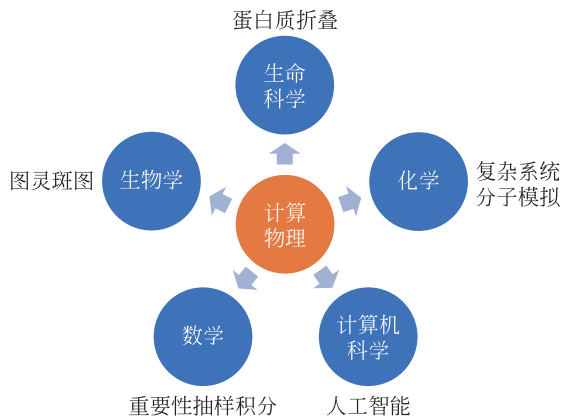


图2 计算物理拓展至其他学科示例

2) 及时更新教学软件

工欲善其事,必先利其器。计算软件作为实现计算物理算法的重要工具,是计算物理课程的关键基础教学要素之一^[17,18]。既有《计算物理》教

材中所选用的教学软件大致经历了两次迭代:上世纪中开始发展起来的 Fortran 语言作为第一代计算软件在初代计算物理教学中被广泛应用,进入本世纪后则被具有良好可视化界面的商用软件 MATLAB 取代。近些年来,Python 语言因其更加接近自然语言的简洁、高效和生态三大特点而迅速崛起;更为重要的是,Python 语言所具备的功能强大的第三方标准库既可以提高科学计算的效率,还可以无缝对接大数据、人工智能时代的到来。有鉴于此,及时更新教学软件显得尤为重要^[19]。这不仅可以及时向学生们传授实现计算物理算法的技巧,更能够提升学生未来的科研潜力和就业竞争力,从而进一步激发学生对课程学习的热情和积极性。

3) 有机融入课程思政

课程思政作为“全程育人、全方位育人”的关键抓手,是实现“立德树人”这一教育根本任务的重要手段。笔者通过精心设计教学内容,深入挖掘课程思政元素(见表2案例展示),开展了系列课程思政改革。在教学内容中有机融入了课程思政元素,仔细梳理了与计算物理相关的四次诺贝尔奖及其得主生平事迹,有意识地把物理学知识的讲授与爱国主义教育和科学伦理教育等紧密结合,致力于将知识传授、能力培养与价值引领相统一,在潜移默化中助力提升青年学生的思想品德。

表2 计算物理课程教学设计举例

课程思政内容	案例
爱国主义教育	两弹一星精神 科学家精神 载人航天精神 计算物理的发展史: 原子弹的研制
科学伦理教育	知识产权保护 学术规范 批判思维 勇于探究 诺贝尔化学奖 1998, 2013, 2024 诺贝尔物理学奖 2024 软件著作权 抄袭等学术不端行为

4.2 课堂教学设计和教学方法改革

为激发学生的好奇心和求知欲并巩固其对物理学的兴趣,同时引导学生自主探索和主动思考并培养其创新意识,笔者所在教学团队对课堂教学设计和教学方法进行了改革,主要包括:

1) 问题导向的探究式课程教学

学习始于思考,思考源于疑问。计算物理课程的教学设计均以具体物理问题为导向^[20,21],全过程贯以“发现问题→分析问题→解决问题”的探究式科学研究思路,以启迪学生应用所学习物理知识解决物理问题的创新思维。其中,具体问题案例的选取采用“传承经典+探索前沿”相互融合的策略,互作补充与支撑。

图3展示了计算物理课程中的一个教学案例——数值求解热传导方程的教学设计和教学思路。热传导方程作为典型的抛物型偏微分方程,在很多物理问题中经常遇到,其中最经典的案例便是热传导过程(以此得名)。因此,本节内容从热传导过程的能量分析引入并建立热传导方程,然后通过将微分方程差分化以推导其有限差分格式,进一步通过Python编程实现该差分格式的求解,最后展开求得结果的分析与讨论(图3)。这是对传统计算物理教学过程中偏微分方程数值求解这一知识点讲解的经典复现,虽然可以较为系统地展示有限差分法求解偏微分方程的基本原理,但是因为热传导方程已在多门前置课程中反复学习,且与现代科技前沿联系不够密切,故难以引起学生的广泛兴趣。

除了热传导方程,抛物型偏微分方程亦常见于其他物理场景。为了进一步巩固拓展所学,并加强学生对传统计算物理方法生命力的认识,特选取最新发表的文献进行展示^[22,23]。如图4所

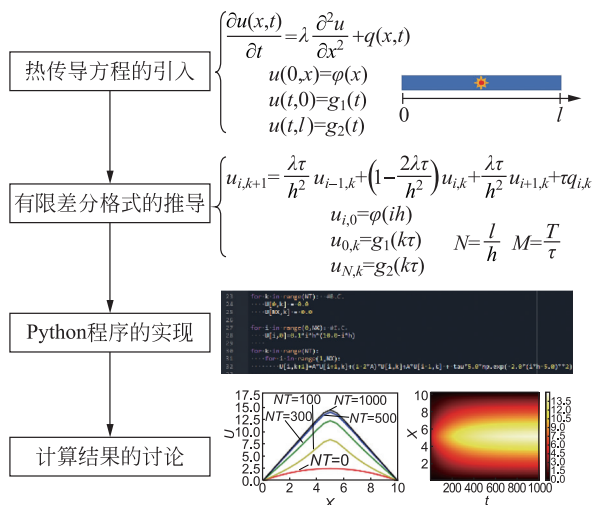


图3 数值求解热传导方程的教学设计

示,引入反应扩散方程后,其计算结果所展示图灵斑图极具趣味性,能够有效提升教学效果。通过引导学生自主调整扩散系数和反应速率参数,观察斑图演化规律,有效训练了学生的创新思维。不管是学习兴趣的强化,还是创新思维的提升,均充分印证了“科教融合”理念的成功实践。

2) 项目驱动的研讨式专题课程

为进一步提升学生解决具体物理问题的能力,在计算物理Ⅱ(专题)课程教学时采用基于项目驱动的研讨式专题教学,主要包含大规模原子分子层次的模拟方法和电子层次的模拟方法。

下面以原子分子层次模拟方法中的大规模分子动力学模拟为例,展示研讨式专题课程的设计。

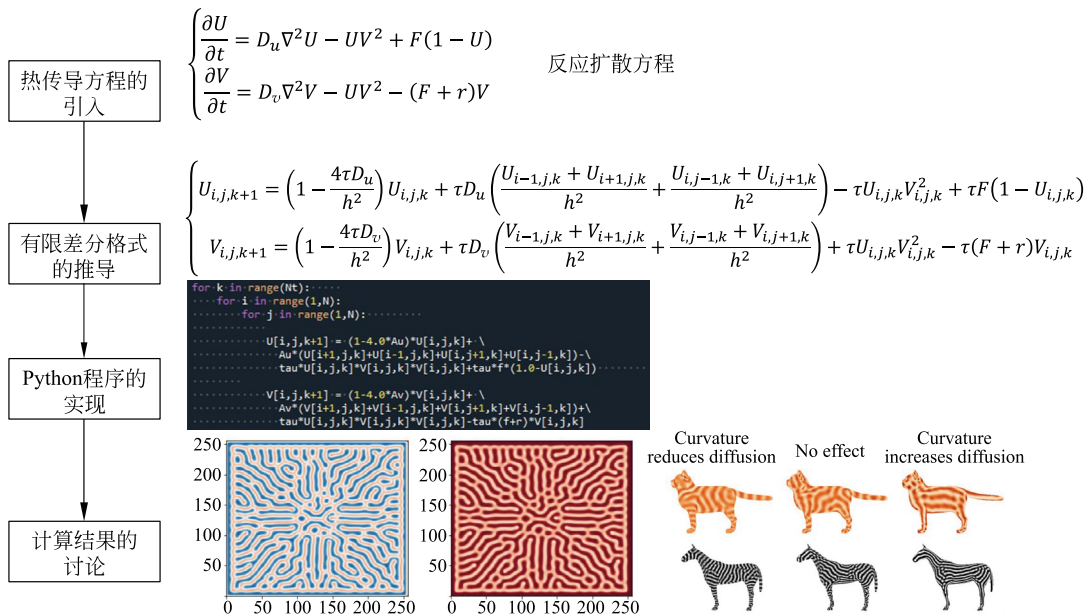


图4 热传导方程的拓展——反应扩散方程的教学设计

首先选取了金属熔化这一基本物理现象,向学生系统讲授运用分子动力学模拟研究该现象的主要步骤。通过建立体相铜的分子模型并开展基于经典力场的分子动力学模拟得到金属熔化的分子级物理图像(图 5(a)),并分析熔化过程中原子晶相演化。进一步讨论如何在分子尺度上表征金属的熔化,分别展示用体积和均方根位移随温度的突变特征体相铜的熔点(图 5(b)和图 5(c))。

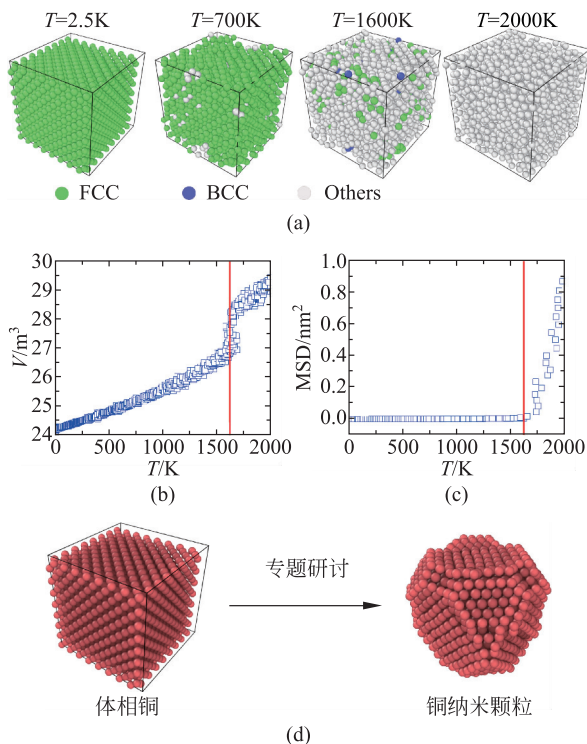


图 5 大规模分子动力学模拟的专题研讨式教学设计

近几十年来凝聚态物理领域的重要研究命题之一是纳米材料的物性。以体相铜的熔化为基础,进而引出对铜纳米颗粒熔化过程开展研究的必要性(图 5(d))。通过介绍金属纳米颗粒的广泛应用背景,布置下堂课程研讨课题:金属纳米颗粒的熔化。提示学生从建立金属纳米颗粒的分子模型入手,通过开展分子动力学模拟研究铜纳米颗粒的熔化。提醒学生注意思考模拟过程中系统的选取以及如何在分子尺度上表征金属纳米颗粒的熔化。

课堂研讨时,首先进行随机分组,针对学生课后准备所得结果进行讨论交流 20 分钟(约半节课),重点总结各组员课前所取得的进展和面临的难题。讨论期间,教师轮流加入讨论组,随时掌握各小组讨论进度。讨论完成后,挑选代表性讨论

组展开分享,教师即时点评,并针对共性难题答疑。

4.3 考核方式改革

基于对学生全过程考核理念,既考核学生对计算物理课程理论知识的掌握,亦考核学生应用计算物理方法解决具体物理问题的实践能力,重点评估学生提出问题、分析问题和解决问题过程中所展现出的创新潜力。经前期实践,计算物理课程的考核过程及成绩构成见图 6。计算物理 I(基础)对学生的考核分为平时成绩(10%),平时作业考核(40%),以及结课考核(50%);计算物理 II(专题)对学生的考核分为平时成绩(10%),课堂研讨考核(40%),以及结课考核(50%)。其中结课考核学生结合教师推荐题目自由选题、自由组队、自主应用所学计算物理知识解决物理问题,并考核其口头表达能力(占比 20%)和书面表达能力(占比 30%)。教学团队根据学生课堂表现和学习进展,持续跟踪和评估学生能力提升情况,以为教学团队提供反馈并激励教研教改不断推进。

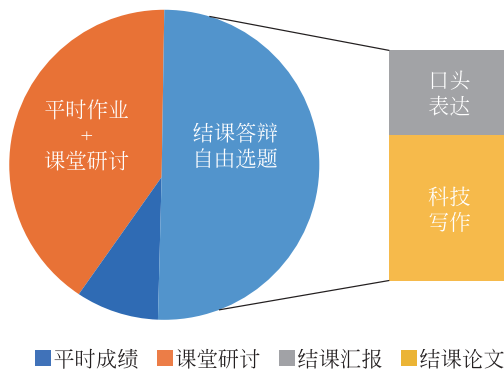


图 6 计算物理课程考核体系

5 结语

计算物理是面向应用物理学专业本科生必修的专业核心课程。为了激发学生的“物理兴趣”、培养学生的“创新思维”、帮助学生发展应用计算物理方法解决实际物理问题的能力,实现“知识—能力—素质”全面发展的人才培养目标,本文通过剖析典型学情与教学痛点,提出了三点逐层递进且相互支撑的创新理念:

- 基于“科教融合式”的物理兴趣激发理念;
- 基于“全程考核式”的学生能力评价理念;
- 基于“问题驱动式”的创新思维培养理念。

并基于此展开了广泛深入的课程改革实践:拓展课程元素以覆盖物理学科内各二级学科并兼顾物理学与其他学科间的交叉设计,及时更新了教学软件以提升学生未来的科研潜力和就业竞争力,且有机融入爱国主义教育和科学伦理教育等课程思政内容;教学设计全过程均以具体物理问题为导向以启迪学生应用所学习物理知识解决物理问题的创新思维,并通过项目驱动的探究式课程教学加以巩固;基于对学生全过程考核的理念重构了能力评价体系,重点评估学生提出问题、分析问题和解决问题过程中所展现出的创新潜力。

基于前期三年多的教学改革实践,教学团队在人才培养、专业和课程建设以及教育教学研究方面均取得了较为显著的成效。值得注意的是,通过学生评教反馈,在学习过程中其科学创新思维得到了有效锻炼。既往几届“强基计划”本科生涌现出中国国际大学生创新大赛四川省赛区金奖获得者、中国大学生物理学术竞赛全国一等奖获得者等。在后续不断深化的教学实践中,笔者将进一步优化教学内容,改进教学设计,革新教学理念,夯实计算物理课程在物理类“强基计划”育人过程中的关键基础作用;笔者亦期望本文所示教学改革理念可以为其他高校和相关理科专业人才的培养提供一定的参考与借鉴。

参 考 文 献

- [1] FREEMAN A. 堪为物理学第三分支的计算物理[J]. 物理学进展, 1984, 4(1): 1-11.
FREEMAN A. Computational physics as the third branch of physics[J]. Progress in Physics, 1984, 4(1): 1-11. (in Chinese)
- [2] 姜向伟, 李新征, 王磊, 等. 国家自然科学基金新增代码“计算物理”内涵及重要研究领域[J]. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2024, 54(4): 247102.
JIANG X W, LI X Z, WANG L, et al. The connotation and key research areas of the new application code “computational physics” of the National Natural Science Foundation of China[J]. SCIENTIA SINICA Physica, Mechanica & Astronomica, 2024, 54(4): 247102. (in Chinese)
- [3] 向涛, 龚新高. 国家自然科学基金计算物理前沿与展望专题·编者按[J]. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2024, 54(4): 247101.
XIANG T, GONG X G. Special topic: Frontiers and prospects of computational physics in National Natural Science Foundation of China[J]. SCIENTIA SINICA Physica, Mechanica & Astronomica, 2024, 54(4): 247101. (in Chinese)
- [4] 张开明. 我国大学计算物理教学情况[J]. 计算物理, 1988, (3): 381.
ZHANG K M. The Teaching Situation of Computational Physics in Chinese Universities[J]. Chinese Journal of Computational Physics, 1988, (3): 381. (in Chinese)
- [5] 马文淦. 计算物理学[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
MA W G. Computational Physics[M]. Beijing: Science Press, 2005. (in Chinese)
- [6] 顾昌鑫. 计算物理学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2010.
GU C X. Computational Physics[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2020. (in Chinese)
- [7] 彭芳麟. 计算物理基础[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
PENG F L. Fundamentals of Computational Physics[M]. Beijing: Science Press, 2010. (in Chinese)
- [8] 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会. 高等学校物理学本科指导性专业规范[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
Teaching Guidance Committee for Physics and Astronomy in Higher Education Institutions of the Ministry of Education. Guidelines for Undergraduate Majoring Physics in Higher Education Institutions [M]. Beijing: Higher Education Press, 2010. (in Chinese)
- [9] 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会. 高等学校应用物理学本科指导性专业规范[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
Teaching Guidance Committee for Physics and Astronomy in Higher Education Institutions of the Ministry of Education. Guidelines for Undergraduate Majoring Applied Physics in Higher Education Institutions[M]. Beijing: Higher Education Press, 2010. (in Chinese)
- [10] 国务院学位委员会第七届学科评议组. 学术学位研究生核心课程指南(一)(试行)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
The 7th Discipline Evaluation Group of the Academic Degrees Committee of the State Council. Guidelines on Core Courses for Postgraduate Students (Part 1)[M]. Beijing: Higher Education Press, 2020. (in Chinese)
- [11] 基础学科系列“101计划”秘书处. 物理学“101计划”核心课程[EB/OL]. <https://101.pku.edu.cn/2025.02>.
- [12] 教育部. 教育部关于在部分高校开展基础学科招生改革试点工作的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A15/moe_776/s3258/202001/t20200115_415589.html, 2020.01.
- [13] 曾勇, 黄艳, 向桂君, 等. 从新生项目课开始: 新工科建设“成电方案”的设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020, (1): 14-19.
ZENG Y, HUANG Y, XIANG G J, et al. Design and practice of UESTC-New E³ plan for emerging engineering: starting from the freshman project courses[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020, (1): 14-19. (in Chinese)
- [14] 曾勇, 黄艳, 黄廷祝, 等. 面向未来的新工科教育与“成电方

- 案”2.0的迭代创新[J]. 高等工程教育研究, 2021, (3): 16-20.
- ZENG Y, HUANG Y, HUANG T Z, et al. Future oriented emerging engineering education and iterative innovation of “UESTC-New E³” 2.0[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2021, (3): 16-20. (in Chinese)
- [15] 向桂君, 田伟霞, 黄艳, 等. 工科为主大学的通识教育之道[J]. 中国大学教学, 2018, (3): 62-66.
- XIANG G J, TIAN W X, HUANG Y, et al. The path of general education in engineering-oriented universities[J]. China University Teaching, 2018, (3): 62-66. (in Chinese)
- [16] 吕广宏, 梁林云, 姜寅, 等. 计算物理课程的本研协同建设[J]. 大学物理, 2022, 41(1): 1-7.
- LYU G H, LIANG L Y, JIANG Y, et al. Concerted construction of undergraduate and graduate courses of computational physics[J]. College Physics, 2022, 41(1): 1-7. (in Chinese)
- [17] 彭芳麟, 梁颖, 忻蓓. 计算软件在计算物理课程中的地位和作用[J]. 大学物理, 2013, 32(8): 6-11.
- PENG F L, LIANG Y, XIN B. Function of calculation software in the computational physics course[J]. College Physics, 2013, 32(8): 6-11. (in Chinese)
- [18] 王彦超, 任新国, 高朋越, 等. 我国计算物理软件研发的现状 & 展望[J]. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2024, 54(4): 247110.
- WANG Y C, REN X G, GAO P Y, et al. The development and perspective of computational physics software in China[J]. SCIENTIA SINICA Physica, Mechanica & Astronomica, 2024, 54(4): 247110. (in Chinese)
- [19] 谢文法, 张乐天, 刘士浩. Python 可视化技术在电动力学教学中的应用[J]. 物理与工程, 2024, 34(1): 92-96.
- XIE W F, ZHANG L T, LIU S H. Application of python visualization techniques in electrodynamics teaching [J]. Physics and Engineering, 2024, 34(1): 92-96. (in Chinese)
- [20] 陆爱江. 从解题到研究: “计算物理”案例式在线教学举例[J]. 大学物理, 2021, 40(1): 51-54.
- LU A J. From solving problems to researching—case teaching in computational physics [J]. College Physics, 2021, 40(1): 51-54. (in Chinese)
- [21] 张国锋. 问题驱动的类比法、互动型、研究性教学模式: 以电磁学课程建设为例[J]. 物理与工程, 2024, 34(4): 71-75.
- ZHANG G F. Problem-driven analogy, interactive and research-orientated teaching model—take the electromagnetism course as an example[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(4): 71-75. (in Chinese)
- [22] CHEN S, SEARA D S, MICHAUD A, et al. Energy partitioning in the cell cortex[J]. Nature Physics, 2024, 20: 1824-1832.
- [23] STADDON M F. How the zebra got its stripes: Curvature-dependent diffusion orients Turing patterns on three-dimensional surfaces[J]. Physical Review E, 2024, 110(3): 034402.

(上接第 144 页)

容要力求“高起点、低难度”, 低难度不是降低课本内容的难度, 而是将抽象难懂的内容用形象生动的语言表述清楚, 从现象入手, 融入与生活及各领域应用相关的典型案例; 在抓好教材建设的同时, 也要花大力气抓好教材习题的建设, 这是大学物理教学改革的重要课题。英文教材题目的设置、求解方法、深入拓展等方面可以使读者更深刻地理解物理概念和原理, 教学过程中要力求中英文教材融会贯通, 在选题理念上, 进行改革和创新, 以学生为中心, 将学习物理的过程升华为欣赏物理的过程, 注重学生能力的培养, 并着力培育学生的创新精神和探索精神。

参 考 文 献

- [1] PAUL G H. Conceptual Physics[M]. 11th ed. Pearson press, 2010: 1-737.
- [2] DOUGLAS C. Giancoli. Physics (principles with Applications)[M]. Pearson press, 2016: 280, 1-983.
- [3] SERWAY J. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics[M]. 8th ed. Cengage Learning, 2010: 1-1440.
- [4] 张立彬, 李广平. 美国一流大学文科物理经典教材的特色与启示[J]. 大学物理, 2011, 30(5): 50-54.
- ZHANG L B, LI G P. Feature and revelation of classical teaching material of art physics in first-rate universities in America [J]. College Physics, 2011, 30(5): 50-54. (in Chinese)
- [5] 李晓梅, 李春密, 孙会娟. 中美大学物理教材难度的定量比较分析[J]. 大学物理, 2017, 36(1): 41-44.
- LI X M, LI C M, SUN H J. A quantitative comparison on the difficulty degree of Chinese and American physics textbook of university[J]. College Physics, 2017, 36(1): 41-44. (in Chinese)
- [6] 马文蔚. 物理学(上册)[M]. 7版. 北京: 高等教育出版社, 2020: 1-362.
- MA W W. Physics(I)[M]. 7th ed. Beijing: Higher Education Press, 2020: 1-362. (in Chinese)
- [7] 马文蔚. 物理学(下册)[M]. 7版. 北京: 高等教育出版社, 2020: 1-437.
- MA W W. Physics(II)[M]. 7th ed. Beijing: Higher Education Press, 2020: 1-437. (in Chinese)