

浅谈计算物理课程思政实践

何长春, 杨小宝*, 赵宇军

华南理工大学物理与光电学院 广东广州

【摘要】根据《高等学校课程思政建设指导纲要》对理工类课程思政建设的相关要求,本研究基于华南理工大学计算物理课程的教学实践,采用案例分析法(如受迫单摆、随机行走等4个典型案例),通过数值模拟与社会现象类比,挖掘思政元素。计算物理课程内容丰富,具有较强的趣味性和探索性。例如,受迫单摆的混沌行为、粒子扩散的随机行走模拟等既体现了物理学的深刻规律,也蕴含着丰富的育人资源。在课程思政的探索中,我们注重从教学内容中凝练思政元素,结合具体案例开展价值引导。在讲授混沌系统的初值敏感性时,引导学生认识到个体成长中“起点”固然重要,但更关键的是明确目标、坚持不懈。通过“蝴蝶效应”的演示,启发学生结合自身实际,合理规划,奋发进取,做到“有张有弛,履践致远”。在介绍随机行走模型,尤其是从带记忆的随机行走向自回避行走的转变过程中,鼓励学生在失败中总结经验,勇于修正路径。以“避免重复犯错”为例,引申出个体行为路径优化的重要性,激发学生对自我完善与持续进步的思考,理解在理性选择中实现“指数级跨越”的深层意义。教学反馈显示,85%的学生认为课程“有效提升了科学素养与价值观认知”(2024年问卷数据)。结果表明,算法效率优化类比“个人努力与资源分配”、混沌初值敏感性类比“起点与持续努力的关系”,能显著增强学生的价值认同。通过上述思政元素的融入,课程不仅实现了专业知识的有效传授,也促进了学生世界观、人生观、价值观的正向塑造,为落实立德树人根本任务提供了有力支撑。

【关键词】课程思政; 计算物理; 受迫单摆; 随机行走

【基金项目】2021年广东省高等教育教学研究和改革项目(基于“费曼学习法”建设大学物理课程); 华南理工大学2021年度教改项目(C9213078); 2019年广东省高等教育教学研究和改革项目(面向“新工科建设F计划”的大学物理“一流课程”建设)

【收稿日期】2025年2月15日

【出刊日期】2025年3月12日

【DOI】10.12208/j.pstr.20250007

A brief discussion of social value education in computational physics

Changchun He, Xiaobao Yang*, Yujun Zhao

School of Physics and Optoelectronics, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong

【Abstract】According to the Guidelines for Ideological and Political Education in Higher Education Curricula, which outline the requirements for ideological and political education in science and engineering courses, this paper draws on the author's teaching experience in the *Computational Physics* course at South China University of Technology to explore how to effectively integrate ideological and political education into professional courses, achieving a synergy between knowledge transmission and value guidance. The Computational Physics curriculum is rich in content and highly engaging, with strong elements of inquiry and interest. For example, topics such as the chaotic behavior of the forced pendulum and random walk simulations of particle diffusion not only demonstrate profound physical laws but also offer valuable educational potential. In our exploration of ideological and political integration, we focus on extracting value-based elements from the course content and using concrete examples to

*通讯作者: 杨小宝(1980-)男,教授,长期从事凝聚态理论研究和教学,主要研究领域为计算凝聚态物理。

guide students' values. When teaching the sensitivity to initial conditions in chaotic systems, we encourage students to understand that while starting conditions are important, setting clear goals and persevering is even more crucial. By demonstrating the "butterfly effect," we inspire students to plan their development paths rationally, strive diligently, and achieve balanced and sustainable progress. In discussing random walk models, particularly the transition from memory-based walks to self-avoiding walks, we encourage students to learn from setbacks and adjust their paths accordingly. The concept of "avoiding repeated mistakes" is used to illustrate the importance of optimizing one's behavioral trajectory, stimulating reflection on self-improvement and continuous progress, and fostering an understanding of how rational choices can lead to exponential breakthroughs. Through the integration of these ideological and political elements, the course not only delivers professional knowledge effectively but also positively shapes students' worldviews, outlooks on life, and values, thus providing strong support for the fundamental mission of moral education.

【Keywords】 Ideological and political education through courses; Computational physics; Driven pendulum; Random walk

2020年5月28日,教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》^[1],提出:要围绕坚定学生理想信念,以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线,围绕政治认同、家国情怀、文化修养、宪法法治意识、道德修养等重点内容优化课程思政内容供给。在理学、工学类专业课程中,要在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来,提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力,要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育,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,培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

课程思政是建设高水平人才培养体系中的重要环节,而课程思政的关键在于教师能否自然地将恰当的德育点适时地传递给学生。能否解决好专业教育和思政教育“两张皮”问题,避免“不自然”“不恰当”的硬性思政而使學生产生逆反心理。开展课程思政需要教师挖掘好课程中的思政资源,不仅要具备能“摇动另一棵树”的专业知识,要有能“推动另一朵云”的知识储备,更要有“唤醒另一个灵魂”的道德修养^[2]。2021年高校课程思政建设系列专题研讨会上,教育部高等学校大学物理教学指导委员会主任王青教授作了报告《我的课程思政观——高质量建设》,认为“课程思政一直在路上”,并指出:“课程思政的思就是指思想,在思想层面建立起能够接受的认知;课程思政的政不过是价值观的不同排序。课程思政是用思想和价值观

的展示或者唤醒或者塑造来引领我们的课程教学改革^[3]。”

1 课程现状

物理课程思政教育的核心在于物理认知能力培养,包括物理认知模型的构建(如何思考)、物理方法的训练(如何做事)和物理精神的养成(如何做入);通过物理文化的传承,全面培养学生物理认知的能力,帮助学生构建积极正确的世界观、人生观、价值观,引领青年学子成为真正适应未来、引领未来的社会主义建设者与接班人^[4]。

物理课程内容丰富,蕴含着辩证唯物主义的哲学思想。近年来,国内涌现了一批倍受认可、优秀的物理课程思政建设案例。在以《物理与艺术》《文化物理》等课程中,南京航空航天大学副校长施大宁在传授课程知识的基础上,引导学生将所学的知识转化为自己精神系统的有机构成,成为自己认识世界和改造世界的基本能力和方法,从而培养青年学子对物质世界的情感,理性思维的态度,看待自然的方式和崇尚科学文明的价值取向^[5]。在《理论物理》课程中,天津大学曹树谦引入世界科技史、物理学史的内容,利用其中的鲜活事例,在知识体系上注重科学方法的培养,在课程思政的要求方面,注重对学生品格的养成,同时正面引导学生的价值观^[6]。在讲解“动量守恒定律”课程内容时,江苏师范大学吕莎莎等以中国航天事业的发展和火箭为例,介绍动量守恒定理的应用,提高学生科技报国的家国情怀和使命担当,并以原子核衰变为例介绍其在科技前沿的应用,培养学生勇攀科学高峰的责任感和

使命感^[7]。在大学物理实验课程中, 汕头大学李林等通过迈克尔孙干涉仪测量激光波长实验、牛顿环测量透镜曲率半径实验、薄透镜焦距测量实验, 详细分析实验装置来由, 讲述实验内容的物理故事, 可以让学生体验到科学的严谨, 激发学生的好奇心和学习热情, 使得大学物理实验成为充满了探索性的实践过程, 能够切实帮助学生树立正确的价值观, 激励学生要追求真理、勇攀登科技高峰, 训练学生的科学思维方法^[8]。

计算物理学与理论物理、实验物理并列为物理学的重要研究方法^[4]。计算物理学应用广泛, 涵盖几乎所有物理学的主要分支, 是工程学科数值模拟的理论基础, 越来越受到理工科相关科研人员的重视。然而, 计算物理课程思政案例相对较少。我们知道, 计算物理学可以通过数值方法解决理论物理无法求解的问题, 借助数值实验可以不断逼近真实的物理过程。实践表明, 通过计算物理课程思政, 我们可以培养同学们主动、积极的学习能力、实事求是的科学素养, 锻炼了解决实际问题的“动手编程”能力, 让同学们体会优秀算法带来的效率提升, 根据模拟结果联系社会现象, 磨炼意志, 增强信心, 树立积极正确的世界观、人生观、价值观。

2 计算物理课程思政思路

课程思政是需要教师主动将课程内容蕴含的思政元素恰当地融入传授专业知识的过程中, 实现对学生的价值引领、品德塑造、能力提升及人格养成。教师是学生日常接触最频繁的榜样, 在学生品行养成、学识积淀、能力锻造方面发挥着至关重要的作用^[9]。在计算物理课程中, 我们告诉学生计算物理有很好的通用性, 学会解决低维问题就能处理高维体

系, 掌握了从 0 到 1 就可以实现从 1 到 N 的拓展, 主动向大家收集之前无法求解的积分、微分方程、目标优化等问题, 有效避免了照本宣科, 引起同学们的兴趣。

计算物理内容丰富, 需要针对性提炼思路, 按照先易后难、逐级递进的策略引导同学们掌握不同复杂程度的算法和程序, 避免一开始被繁琐的代码劝退, 也不能让大家认为计算物理就是简单的写循环。我们通过不同积分方案、边值问题各类解法等问题的分析, 向同学们展示算法效率的力量, 鼓励大家在硬件有限的条件下争取在算法上有所改进。我们从有严格解的简单案例开始, 杀鸡用牛刀, 在完成充分的测试后, 我们讲程序拓展到没有解析解的问题中, 掌握判断程序是否可行、数据是否合理的方法。在具体的章节中, 比如受迫单摆、随机行走、分形案例等, 我们联系和社会现象相关的类比讨论, 可以自然引入思政元素, 让课堂生动有趣, 给同学们留下深刻印象^[10]。

比如, 我们借助分形案例对网上的一则争论给出了相关的讨论。“同是一块石头, 一半做成了佛像, 一半做成了台阶。台阶不服气, 问佛像, 他们本是一块石头, 凭什么人们都踩着台阶, 而去朝拜佛像。佛说, 因为台阶只挨了一刀, 而佛像却经历了千锤万凿。”如下面的分形图案, 阶数越高, 能展示的细节越多, 需要的计算代价也是更高的; 也说明了一点, 要有所成就, 必要的时间投入是前提, 正如格拉德威尔在《异类》一书中指出的^[11], “人们眼中的天才之所以卓越非凡, 并非天资超人一等, 而是付出了持续不断的努力。1 万小时的锤炼是任何人从平凡变成世界级大师的必要条件。”

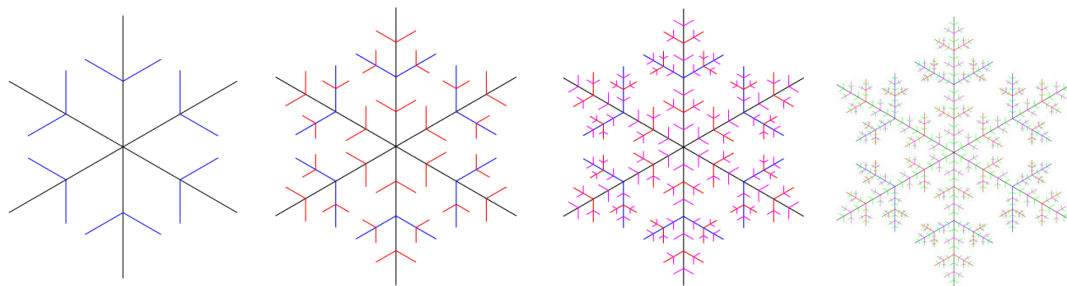


图 1 不同阶的分形结构

3 计算物理课程思政案例

结合计算物理课程特点, 我们通过由浅入深的

案例传授同学们基本的数值方法, 从最简单的案例进行逐步拓展, 展示数值方法在解决问题中的

强大潜力, 激励同学们借助数学物理思想不断改进算法, 提高效率, 克服硬件不足; 结合数值模拟讲述自然规律, 联系社会现象提炼思政元素, 勉励同学们合理定位, 持续努力, 及时反思失误, 帮助同学们树立积极正确的世界观、人生观、价值观。我们通过四个案例谈一下计算物理课程中的思政实践。

3.1 少抱怨硬件的不足, 多摸索高效的算法

我们知道, 对于给定函数, 一般可以求解对应的各阶微分, 而给定函数的原函数却难于求解, 所以定积分的计算可以通过数值方法来解决。求定积分也是常见的问题, 比如计算曲线面积、借助格林函数求解微分方程等。

如图 2 所示, 我们使用不同的积分方案计算 $\sin(x)$ 在 0 到 π 上的定积分。通过积分区间的离散化, 面积变成一系列梯形面积之和, 对应的是梯形法。

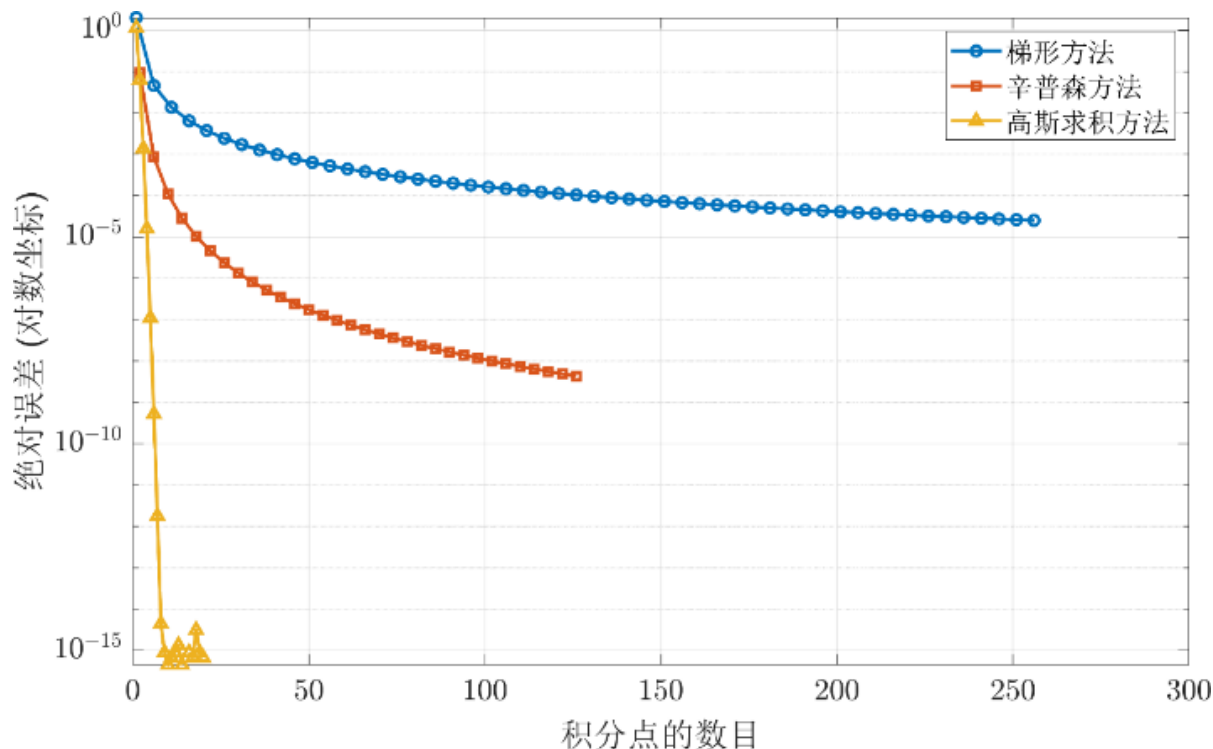


图 2 梯形方法, 辛普森积分和高斯求积方法的效率比较

通过不同数值积分方法的比较, 我们让同学们看到了算法的威力, 在通常情况下, 计算精度和耗时是矛盾的, 而优秀的算法可以做到在耗时不明显增加的条件下, 使计算精度有显著的提升; 我们激励同学们多学习、开发高效的算法, 在实际问题中不要过分依赖硬件, 在条件有限的情况下多考虑效率的提升。

选择连续的三点, 用拉格朗日插值法得到二次函数, 对二次函数积分并累加, 对应的是辛普森方法。后者效率要高于前者, 以计算某个定积分 (存在严格解) 为例, 要达到 6 位有效数字, 梯形法需将积分区间平均分成 256 段, 而辛普森方法只需要分成 9 段。

通用的求积方法需要解决是积分点 (积分区间的分段问题) 和权重的选择。在梯形法和辛普森方法中, 积分点位置都是对积分区间进行了平均划分, 而权重不同导致精度不同。在高斯求积法中, 积分点位置和权重均为可以选择的参数, 通过待定系数法求出了不同数目积分点时对应的参数, 可以得到非常高的精度。比如之前的定积分, 可以在 4 个积分点时就可以达到和梯形法 256 个积分点相同的效果。

3.2 合理定位, 持续努力, 稳中求进

根据微分方程求解物体运动, 结合充足的初始条件, 运用数值方法可以得到物体随时间演化。但是否所有可能的事件都可以被预测? 个人的发展是否也是确定的? 输在了起跑线是否就没有机会了? 这些疑惑都将在受迫单摆的案例中被解开。

受迫单摆的角加速度来自重力分量、阻尼和周

期驱动力的贡献。如图 3 (a) 所示, 没有驱动力的情况下, 由于阻尼的存在, 单摆总会逐渐停止, 结果并不因为初始偏转角度的大小不同而改变。如图 3 (b) 所示, 如果有周期驱动力, 单摆可以保持周期运动, 对应的振幅和驱动力有关, 和初始角度关系不大。教育心理学研究表明, 长期努力对个人成就的贡献率超过初始条件^[12]。通过课程内容, 我们让同学们明白: 起跑线差异带来的影响总是短暂有限的, 而个人发展需要后期的持续努力; 如果放弃了努力, 之前积累的优势总会消耗殆尽, 而持续的努力总可以逐步将差距缩小。

在一定范围内, 单摆的振幅和周期驱动力大小有关, 周期驱动力越大, 单摆振幅越大, 这和常说的

“一分耕耘, 一分收获” 是对应的。如图 3 (c) 所示, 如果周期驱动力较小, 两个初始值差距很小, 随着时间的拉长, 二者的角度演化会几乎完全一样。如图 3 (d) 所示, 值得注意的是, 当周期驱动力达到某些范围后, 体系会出现混沌现象, 对应初值敏感: 初始条件有非常小的差异, 单摆的偏转角度随时间演化的差异将逐渐被放大。所谓的“大力出奇迹”, 应该是大力出混沌, 奇迹是个例。这里可以解释一些同学们的困惑, 比如“我每天除了吃饭睡觉就是学习, 和某某同学一样的刻苦, 为啥和他还是有差距”等。我们希望同学们合理定位, 根据自身能力和身体素质控制节奏, 避免过犹不及。

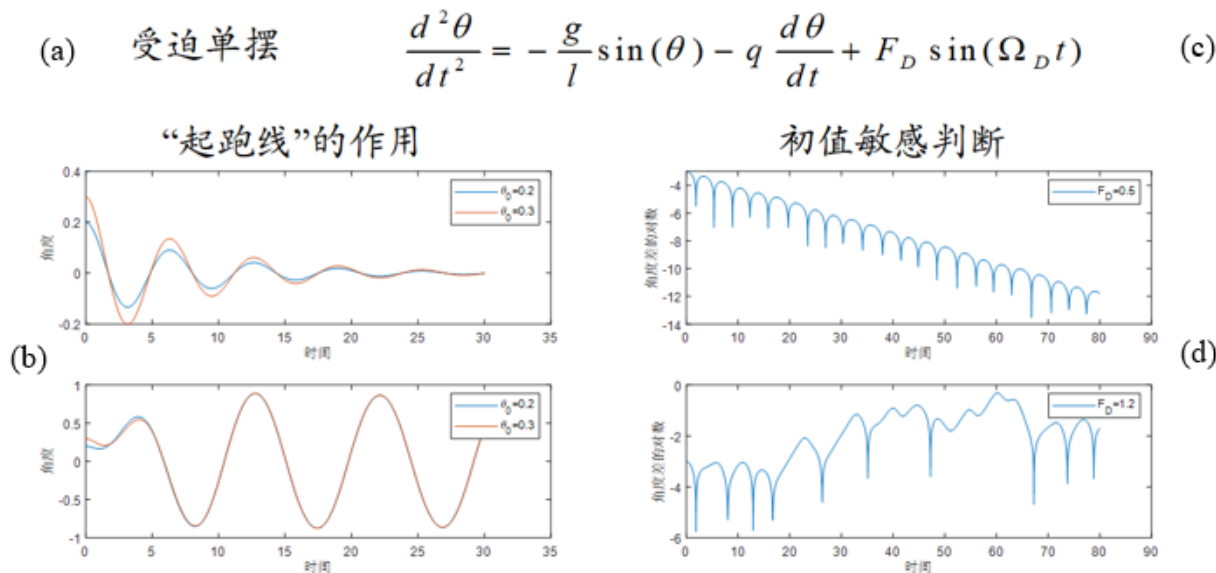


图 3 受迫单摆与初值敏感

- (a) 不同的初始角度在有阻尼条件下的演化; (b) 不同的初始角度在有外界驱动力下的演化; (c) 初始条件接近的情况下, 小的周期驱动力下角度演化的差异; (d) 初始条件接近的情况下, 大的周期驱动力下角度演化的差异

3.3 随机行走的“吃一堑, 长一智”

以二维随机行走问题为例 (如图 4 所示), 假定粒子在正方晶格中随机行走, 粒子没有记忆, 下一步可以等概率选择上下左右四个方向, 比如从 A 位置可以走到 B、A1、A2 或者 A3, 从 B 位置可以走到 A、B1、B2 或者 B3。模拟结果表明, 单个粒子的轨迹是无规则的, 而大量粒子的位移平方平均值将正比于行走的步数。

如果粒子有一步记忆, 比如从 A 走到 B, 那下一步就不走回头路, 从 B 只能走到 B1、B2 或者 B3。模拟中, 记忆步长 $k=1$ 时, 扩散系数 $D=2D_0$ (D_0

为无记忆模型), 表明大量粒子的位移平方平均值将正比于行走的步数, 而系数约为标准随机行走的两倍。如此类推, 如果粒子有更多步的记忆, 问题最终将变成自回避行走, 此时量粒子的位移平方平均值将和行走的步数成指数关系。这里我们就可以定义“指数级跨越”为自回避行走模型中位移平方与步数的非线性关系 (见图 4), 引导学生理解在理性选择中实现“指数级跨越”的深层意义。

通过相关内容的讲述, 我们向同学们强调了反思失误的重要性, 有一步记忆的粒子对应的是避免上一步的失误, 做到这一点就可以在“效率”上有

两倍的提升, 而自回避行走对应的是把之前经历过的失误都不重新经历, 此时“效率”随时间的推移

是指数上升, 将突破线性变化的限制, 正是古语中“吃一堑, 长一智”的智慧所在。

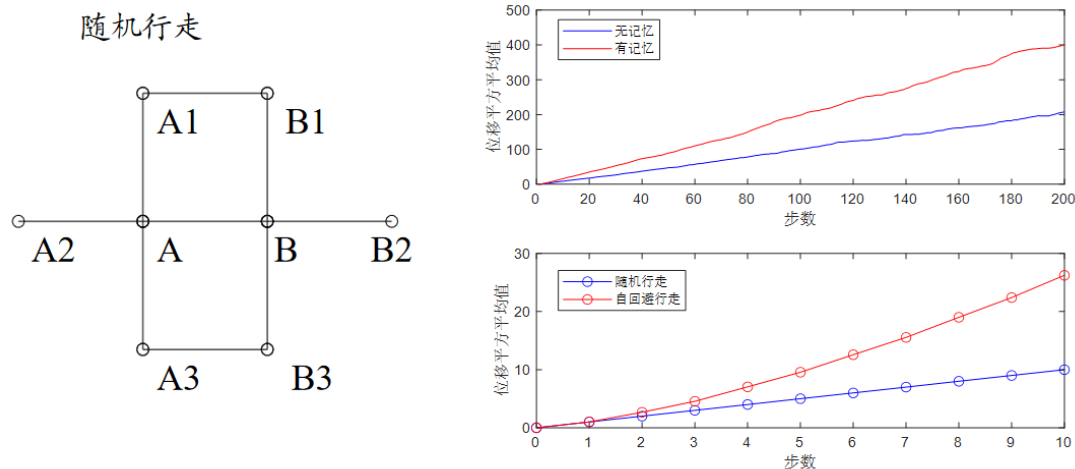


图4 随机行走和自回避行走

4 结语

可以看到, 作为物理学第三大分支, 计算物理有很多独特的内容, 蕴含了丰富的思政元素。本文通过几个案例, 浅谈如何根据计算物理内容进行课程思政设计。通过计算模拟, 我们可以更直观展示物理系统丰富的现象, 结合社会现象的理解, 帮助同学们树立积极正确的世界观、人生观、价值观。

参考文献

- [1] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html
- [2] 李鹏,李志坚,马杰.课程思政的关键在于“潜移默化”和“润物无声”——大学物理课程开展课程思政的实践与思考[J].物理与工程,2022,32(1):184-189.
- [3] 王青.课程思政背景下面向未来的课程建设[J].物理与工程,2021,31(5):3-6.
- [4] 孙海涛, 胡竹斌, 杨涛, 汪海玲, 尹亚玲. 基于“四个导向”多重视角下的计算物理教学改革初探 [J]. 大学物理, 2025, 44(4): 51
- [5] 江爱华,施大宁,马静,等.“金课”建设的时代背景、核心任务及制度保障[J].中国高等教育,2019(24):53-54.
- [6] 曹树谦.高校专业课教师如何做好课程思政——以《理论力学》为例[J].高教论坛,2021(1):15-17.
- [7] 吕莎莎,聂新明,孟鑫,等.大学物理“动量守恒定律”课程思政的实施[J].物理与工程,2022,32(2):173-176,181.
- [8] 李林,吕秀品,池凌飞,等.大学物理实验实例的思政挖掘[J].物理与工程,2022,32(1):190-192,198.
- [9] 张汉壮.立德树人玉汝于成[J].中国大学教学,2019(1):13-16.
- [10] 张鹏. “材料模拟与计算”教学模式改革实践[J]. 大学物理, 2021, 40(6): 62-.
- [11] <https://baike.baidu.com/item/一万小时定律>
- [12] Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS