

“以学生为中心”的数学物理方程课程教学方法探索*

胡赵胜 林珍华 常晶晶

(西安电子科技大学微电子学院 陕西 西安 710071)

(收稿日期:2023-04-13)

摘要:数学物理方程作为数学与物理的桥梁在理工科本科教育中极为重要,结合实践教学经历,通过分章节式背景知识补充及多平台资源自主学习、引导学生知识体系重构式教学、学生自主讨论式知识运用,以充分调动学生主观能动性,引导学生拓展、重构自身知识体系,提升知识灵活运用能力,以实现“学生为中心”的教学理念,提高教学成效.

关键词:数学物理方程;以学生为中心;主观能动性;教学改革

1 课程定位和特点 教学中遇到的问题

数学物理学作为数学和物理学的交叉学科,发展和利用数学方法解决物理问题并诠释物理现象,总结、归纳物理规律,是微电子科学、材料科学与工程学科基础.数学物理方程课程作为一门面向理论物理、应用物理、材料科学、电子信息科学等专业本科生,以物理问题、现象为对象,抽象成准确的数学表达,并探索其数学方法的课程^[1],具备基础性、理论性和专业性,能促进大学生了解物理规律数学表达及其内涵,并树立、构建基本的数学物理思维,直至获得独立探索、解决物理问题的能力,为基础物理、材料科学等相关专业奠定坚实基础.同时为了适应新时代对高等教育人才培养的要求,进行教学模式的改革探索是很有必要的.对此,已有许多教师针对教学内容、方法、评价模式提出了很多新的改革措施^[2-4],为我们开展数学物理方程课程教学改革提供了有益的借鉴.目前数学物理方程课程教学主要问题归纳如下:

(1) 课程基础要求高,掌握不扎实,难以教与学.课程内容涉及大量的物理、数学等方面的专业知识,要求学生具备相关的知识储备,这意味着如果学生没有一定的知识积累,很难掌握课程内容,给实践教学带来了诸多困难,难以取得预想的教学效果.

(2) 课程知识孤立式教学.当前课程教学未突出与其他课程之间的内在关联,自成体系,这对学生知识内涵深入理解造成困扰,学生常产生“为什么学,有什么用”的疑惑.

(3) 在教学手段上,常以讲授为主的模式不适合当前“以学生为中心”的教学理念,抑制了学生的主观能动性.

因此,解决课程背景知识要求高及学生个体性差异,打破数学物理方程与其他课程之间的知识体系壁垒,引导学生知识体系重构,发挥学生主观能动性,将知识性、趣味性与实用性并重,这在教学成效提升上具有重要意义.

2 教学改革创新的举措

针对目前数学物理方程课程教学模式存在的问题,突破传统教学理念的束缚,坚持以学生为本、教师为主导的创新教学理念,以树立学生数学物理思维,构建知识体系,应用知识并自主探索为目标,开发学生的主观能动性,激发学生的学习兴趣,引导自主学习,加强学生的探索精神.笔者在教学过程中进行了一些教学改革探索,以提升教学成效.

2.1 分章节式背景知识教学及多平台资源自主学习

为了解决课程对背景知识要求门槛高及学生个

* 西安电子科技大学教育教学改革研究项目“《数学物理方程》专业课程教学模式的改革探索”,项目编号:BW2214;西安电子科技大学微电子学院2022年研究生教育教学改革项目“柔性电子材料与器件”,项目编号:JG2204.

作者简介:胡赵胜(1987-),男,博士,讲师,研究方向为钙钛矿光伏器件、光电探测、晶体管器件等研究.

体差异^[5]的问题,笔者将背景知识分为和课程关系密切必要的背景知识和其关知识.为了在有限学时内进行补充,在原本的知识框架上分章节与各自必要的关键背景知识点进行链接,所采取的点而非面是在保证学生有充分背景知识的基础上,降低所需学时,如图1所示,以总共小于2学时完成.并且,切入点为各节相关知识点,如波动方程,在弦振动方程前引入力学分析,在电磁场方程前引入麦克斯

韦方程,在热传导方程引入热力学四大定律等等.一方面,与绪论集中背景知识教学相比,能有效避免因背景知识各自较为独立、分散导致听课效率低,及感觉复杂、难懂等问题.另一方面,分章节式关键背景知识点教学不仅能将课程知识框架与所学知识进行密切关联,而且在教学上能逻辑递进,增强学生对背景知识的运用能力及课程知识的掌握.

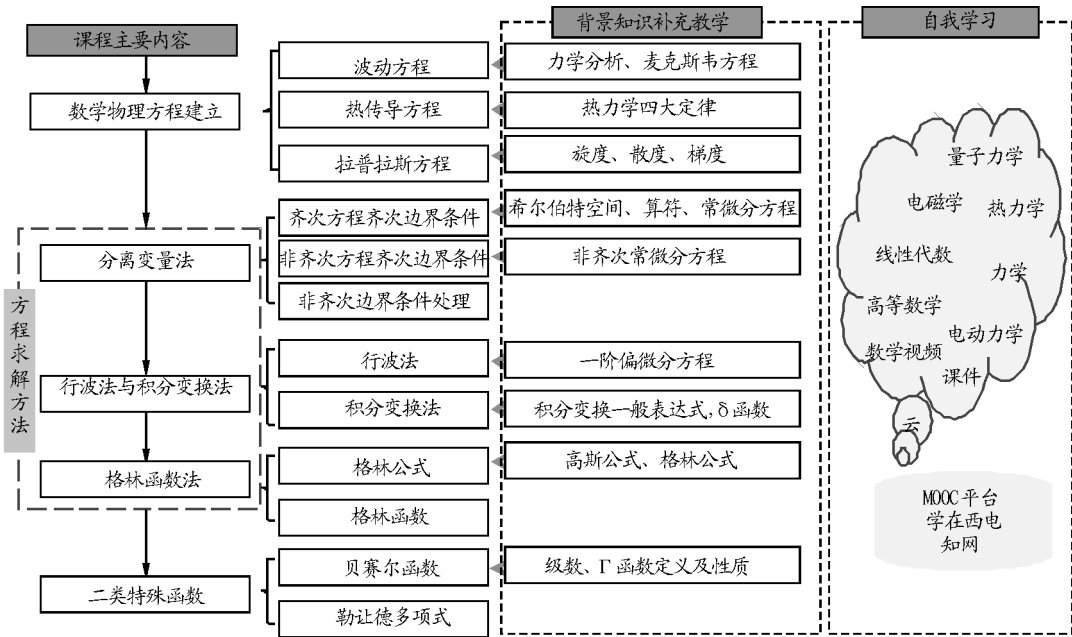


图1 数学物理方程课程知识体系及链接的核心背景知识点

针对学生在知识积累中的个体性差异问题,笔者以多平台方式,如MOOC平台、学在西电、知网等平台,在云端提供大量参考资料,以供学生解决各自背景知识薄弱面.并融合各自平台特性,如学在西电具有班内及班级间共享特性,可将课程大纲、章节内容、课后作业、课程教学视频、课件等进行共享,此外,利用知网丰富的书籍、文章等资源,引导学生进行检索、鉴别及自主学习.在巩固自身知识的同时加强学生自主学习能力.

2.2 引导学生知识体系重构式教学

当前一般将教学控制在既定大纲内,而对与其他课程间的关联只在绪论中简单提及,使得课程较为孤立,自成体系.学生在知识积累中,各课程知识相互之间的关联薄弱,过于碎片化,不仅不利于学生理解和掌握本课程知识,也容易遗忘已学的其他课程,造成只以获取成绩为目的,学过既忘的局面.为了让学生认知学习以掌握课程知识,深入理解已积

累知识与本课程知识的内在关联,并灵活运用为目的,笔者在教学中不仅深入本课程章节间的关联,引导学生对课程整体知识框架的理解,更重要的是通过建立本课程各核心知识点与相关课程知识点之间的连接,引导学生扩充、夯实、重构自身知识体系,以达到融会贯通的目的,奠定知识灵活运用的基础.

(1) 在三大类方程建立中,即从物理→数学方程的过程包括物理问题提出、模型构建、数学分析及方程建立的过程,扩展为“物理→数学方程→物理”的结构,以将方程建立这一核心知识点与其他课程知识点互联,充分体现方程深刻物理内涵,针对方程→物理这一阶段,如波动方程,将系数表达式链接到电磁学中真空与介质里光速的计算与折射率,电路中交流电传播速率与场速,大学物理中机械波等.此外,扩散方程与半导体物理中载流子扩散、拉普拉斯方程涉及的稳态与量子力学定态、热力学中的准态进行关联.从而将三大类方程与其他课程

知识点建立点与点关联,以在不影响学时的基础上,深入方程物理内涵.

(2) 在分离变量法中,以常微分方程为基础,即高数 $\rightarrow$ 分离变量法,但缺乏分离变量法 $\rightarrow$ 其他课程的关联,这不利于学生对该方法深入意义的理解,对此笔者拓展为高数 $\rightarrow$ 分离变量法 $\rightarrow$ 物理、线性代数,将其中特征值问题这一核心知识点,与量子力学算符本征值、线性代数矩阵特征值进行关联,不仅将具有待定系数的线性常微分方程赋予更强的物理内涵,而且将矩阵与算符本征值间接联系上,让学生对矩阵力学具有更深入的理解.此外,在二阶非齐次偏微分方程的求解过程与高数非齐次常微分方程求解进行关联与类比,突出其特征函数法的起源.

(3) 在其他方程求解方法章节中,如行波法与积分变换法,将行波方程与电磁学中平面波进行关联,表明方程中参数与波速、相位的物理内涵,此外将积分变换与线性变换或算符进行关联,阐明积分变换普遍具有的线性性质来源所在,在格林函数法中,将格林函数与电磁学点电荷在接地等电势腔中电场进行关联,能进一步阐明格林函数存在的物理

内涵.

以上,通过数学物理方程核心知识点与相关课程知识点之间建立连接,打破课程间知识框架壁垒,引导学生拓宽、重构所掌握的知识体系,有利于学生融会贯通所积累的知识.

2.3 学生自主讨论式知识运用

课堂知识巩固一般以课后习题为主,虽然在一定程度上加强了学生对课程知识的理解,但在知识运用方面较为薄弱.现代教学理念中,知识掌握是基础,而灵活运用能力才是关键^[6],特别是大学阶段,为学生在未来研究、工作中进行知识运用、创造奠定基础.因此教学不仅要考虑学生知识掌握,也要加强学生运用、创造能力,充分体现以实际问题为导向,解决分析问题为目的.此外,数学物理方程课程本身是为了解决实际物理问题,阐释物理问题,预测物理现象.由此,课程的目的不仅仅是掌握方程建立及解决的方法,而是在这基础上能运用所学知识,解决实际物理问题.为此,笔者在降低重复性习题量的基础上,增加主题讨论.图2为主题讨论流程、评价方法及讨论的目的和意义.

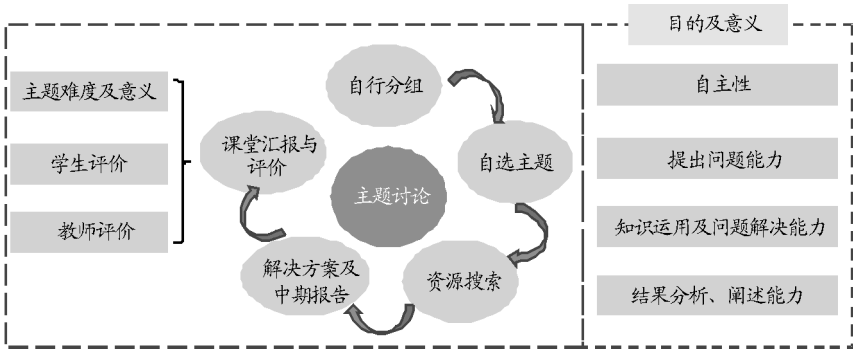


图2 主题讨论流程、评价方法及讨论的目的和意义

(1) 一般的主题讨论采用主题由教师自行拟定、学生选择的模式,这种选题方式与课后习题基本一致,都属于既定题目,忽略了学生提出问题的能力,为了培养学生不仅能提出物理问题,而且能提出具有一定新颖性、创造性的问题,笔者采用教师引导学生自主选题、教师评价通过模式,在教师给定选题范围、难易、新颖性要求下,学生自主制定主题,并在教师审核通过后开始后面的步骤.如指定波动、扩散及其稳态相关的实际物理问题,问题新颖性要求可参考类似“基于金刚石薄膜衬底器件热扩散问题”,不仅具备在课程范围内的可行性,并有一定的创新性和实际意义.

(2) 完全学生自主问题解决和团队合作.从问题提出到问题解决及结果分析整个过程,完全让学生自主进行,加强学生自我学习、研究及团队合作能力,锻炼学生前期资源检索,获取所需信息能力,以及在物理模型构建中辨别影响物理状态的主、次要因素,及运用数学准确描述模型里遵循的物理定律并进行相关分析的能力,并在约束条件下进行方程定解及结果分析,并能阐述、预测物理现象.

(3) 综合性结果评价.相比一般以学生汇报、教师评价的方案,笔者将采用综合性的结果评价,学生团队以代表的形式进行课堂讲述,并对各自主题的开题意义、重要性,解决方案主要步骤,结果分析及

亮点做出汇报,其他学生对汇报做出评价,将其与教师评价、课题难易程度按一定比例计算获得最终结果,并作为学生最终成绩的一个重要组成部分.

在学时上降低重复性习题量,以1~2学时完成主题汇报,从而在不影响课程进度及学生负担的情况下,加强学生自主知识掌握及运用能力.

3 教学实践

基于上述,笔者在西安电子科技大学,在电子科学与技术专业的数学物理方程课程中实施了上述以学生为中心的教学方法.一个学期下来,通过反馈,学生不仅对课程整体框架、各知识点的掌握上有所改善,而且对课程在数学与物理的桥梁作用有着一定的理解,笔者在习题中让学生从特征值方程出发,结合希尔伯特空间,通过基函数构建矩阵,阐述厄密算符所对应满足的条件、特征值性质,及在量子力学中的意义.结果表明学生对“数学—数学物理方程—物理”内在联系有很好的认知,在知识运用方面,学生以小组形式通过自主选题,自主提出解决方案,自主分析结果及阐述物理现象,各个小组都能顺利完成自选主题,如以病毒源在空气中扩散问题为主题,通过物理模型、方程建立及分析,表明病毒在短时间能覆盖很大空间,这在一定程度上表明戴口罩的重要性.即使在卷面成绩上,平均成绩相比之前提升了15%,优秀率提升了70%,而不及格率降低不到4%.此外,在学习兴趣及课程难度方面,90%以上

学生对课程非常感兴趣,80%的学生觉得课程难度适中及以下.由此表明该教学方法能够有效地增强学生课程知识掌握,拓宽、重构自身知识体系,提升学习兴趣及灵活运用知识的能力.

4 结束语

数学物理方程是一门数学与物理桥梁的核心基础理论课程,本文以学生为中心,充分调动学生自主能动性,突出课程承上启下的桥梁作用,引导学生拓展、重构自身知识体系,提升知识灵活运用能力,将课程知识性、趣味性与实用性进行有机结合.通过教学实践取得了很好的教学成效,使学生对知识掌控、运用及逻辑思维获得了提升.

参考文献

[1] 王元明. 数学物理方程与特殊函数[M]. 北京:高等教育出版社,2004.

[2] 廉海荣,雷昕,罗万静,等. 新时代工科“数学物理方程”课程教学改革探索[J]. 中国地质教育,2021(4):71.

[3] 吴建成,吴健康,王平心. 基于问题导向学习的本硕课程衔接教学方法研究——以《数学物理方程》为例[J]. 高教学刊,2019(2):94-96.

[4] 霍学深. 本科生学习“数学物理方程”的阶段性影响因素分析[J]. 教育教学论坛,2022(14):223-225.

[5] 曾继耘. 学生个体差异:研究方法 with 基本结构[J]. 课程·教材·教法,2006(3):27-33.

[6] 张琼. 知识运用与实践能力的培养——兼论以实践能力培养为导向的教学改革[J]. 全球教育展望,2011(3):28-33.

Exploration on “Student-Centered” Teaching Methods for Equations of Mathematical Physics Course

HU Zhaosheng LIN Zhenhua CHANG Jingjing
(School of Microelectronics, Xidian University, Xi'an, Shaanxi 710071)

Abstract:Equations of mathematical physics as a bridge between mathematics and physics,are extremely important in undergraduate education in science and engineering. Based on practical teaching experiences,this article suggests to supplement background knowledge in a chapter by chapter style and self-learning through multiple platform resources,guide students to reconstruct their knowledge systems,and encourage students to engage in independent discussion based knowledge application. This will fully mobilize students' subjective initiative,guide them to expand and reconstruct their own knowledge system,and enhance their ability to flexibly apply knowledge,achieving an effective “student-centered” teaching philosophy.

Key words: equations of mathematical physics;student-centered;subjective initiative; teaching reform