

军医大学医工专业大学物理课程教学中相关数学问题的探索与思考

白瑞萍¹ 刘淑晶² 吴克坚¹ 曾召利¹

(空军军医大学¹基础医学院数学物理教研室, 陕西 西安 710032;

²基础部物理与军用材料教研室, 陕西 西安 710051)

摘 要 大学物理与高等数学是我校为非临床专业——生物医学工程专业开设的公共基础必修课, 课程以数学物理理论为基础, 旨在为医学院培养抽象思维、逻辑思维、空间想象能力等突出的创新型人才。本文以军医大学生物医学工程专业数学物理课程中采用的同济大学版《高等数学》(第六版)与《大学物理》(康颖主编, 第四版)教材为依据, 列举分析了军医大学生物医学工程专业数学物理课程部分内容上的异同, 用数学方法严格推导了高斯定理, 从物理上说明了其内涵, 并对高斯定理与高斯公式的异同进行了对比, 提出了如何让军医大学非临床专业学生学好大学物理课程的思考。

关键词 大学物理; 高等数学; 物理量; 对比思考

EXPLORATION AND REFLECTION ON MATHEMATICAL PROBLEMS RELATED TO THE TEACHING OF UNIVERSITY PHYSICS COURSES FOR MEDICAL ENGINEERING MAJORS IN MILITARY MEDICAL UNIVERSITIES

BAI Ruiping¹ LIU Shujing² WU Kejian¹ ZENG Zhaoli¹

(¹ Department of Mathematical and Physics, School of Basic Medicine, Air Force Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 710032;

² Department of Basic Sciences, Air Force Engineering University, Xian, Shaanxi 710051)

Abstract College Physics and Advanced Mathematics are a public basic compulsory course for non-clinical majors-biomedical engineering. The course is based on the theory of mathematical physics and aims to cultivate innovative talents with outstanding abstract thinking, logical thinking and spatial imagination skills for medical schools. Based on the teaching materials of *Advanced Mathematics* (the sixth edition) of Tongji University Edition and *College Physics* (the fourth edition, edited by Kang Ying), which are used in the course of mathematical physics for biomedical engineering major of the forth military medical university, this paper

收稿日期: 2023-01-29

基金项目: 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会 2022 年高等学校教学研究项目(DWJZW202216xb)。

作者简介: 白瑞萍, 女, 助教, 主要从事物理教学科研工作, 研究方向为物理学与实验教育及非厄米超材料的光学性质, tiancai2@fmmu.edu.cn。

通讯作者: 曾召利, 男, 副教授, 主要从事物理教学科研工作, 研究方向为物理学与实验教育及激光多重回馈微纳测量, 1061631858@qq.com。

引文格式: 白瑞萍, 刘淑晶, 吴克坚, 等. 军医大学医工专业大学物理课程教学中相关数学问题的探索与思考[J]. 物理与工程, 2023, 33(3): 14-20.

Cite this article: BAI R P, LIU S J, WU K J, et al. Exploration and reflection on mathematical problems related to the teaching of university physics courses for medical engineering majors in military medical universities[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(3): 14-20. (in Chinese)

lists and analyzes the similarities and differences in some contents of the course of mathematical physics for biomedical engineering major of the forth military medical university, rigorously deduces the Gauss theorem with mathematical methods, explains its connotation in physics, compares the similarities and differences between Gauss theorem and Gauss formula, and puts forward the thinking on how to let non-clinical students of military medical university learn the course of College Physics well.

Key words college physics; advanced mathematics; physical quantity; comparative thinking

1 大学物理与高等数学的课程地位与现状

大学物理与高等数学作为理工类高校各本科专业生的必修基础课程,对于培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力扮演着至关重要的角色,同时在培养学生的学习方法与思维能力方面也具有其他课程不可替代的作用,而且数学、物理知识也渗透在社会生产的各个领域,与人们的生活息息相关、密不可分,因而对于这两门课程内容的理解与掌握便显得尤为重要。电报之父莫尔斯曾说:“数学是数学,物理是物理,物理可以通过数学的抽象而受益,而数学则可通过物理的见识而受益。”数学和物理是一对孪生兄弟,彼此不分家,对于很多物理问题的解决都需要数学工具的参与,因而正确理解两门课程之间内容的交叉与联系至关重要。在教学的过程中,不难发现“物理课程难”的声音在医工专业学员中依然不断回响,经过调查分析与批改作业发现大部分原因在于学员未掌握好《高等数学》课程的相关内容,因而物理教员如何将数学物理课程中的相关内容进行转换解释便于学员理解与掌握便是笔者思考的问题所在。

笔者以自己所在的军医大学非临床专业——生物医学工程专业的数学物理课程为研究对象,以该专业数学物理课程中采用的同济大学版《高等数学》(第六版)^[1]与《大学物理》(康颖编,第四版)^[2]教材为依据,列举分析了该专业数学物理课程部分内容上的异同,用数学方法严格推导了高斯定理,用物理方法说明了高斯定理的物理内涵,并从数学与物理角度进行对比,提出了如何让军医大学非临床专业学生学好大学物理课程的思考,使得医工专业学员更快更好的掌握大学物理课程内容,领会学习方法,提高他们分析和解决物理问题的能力。对于生物医学工程专业学员而言,大学物理与高等数学是公共基础必修课,高等

数学开设在第一学期与第二学期,而大学物理开设在第二学期与第三学期,这些课程的开设为后续专业课的学习夯实基础。我们在第二学期开设数学、物理课程时,要求将物理课程排在数学课程开课后的一个月,物理教员如何上好物理课程,更好地让学生掌握大学物理课程的内容,便是我们需要思考的问题所在^[3]。

2 数学物理相关内容对比

在教学中,我们发现实际上学生在学习物理课程的过程中,学生理解物理概念、思想,方法,但主要的困难在于如何利用数学工具去解决物理问题,在物理中,有很多问题都是需要用到数学工具的,比如力学中的力、电场、磁场、转动惯量、动量等都是矢量问题,做功、面和体的转动惯量涉及积分知识;热学中等温等压过程会涉及数学中的统计方法;电通量、磁通量涉及数学中的通量知识等等。而其实,在数学物理领域,有许许多多的“量”是相通的,如表1所示。本文就表中所列进行对比分析。

表1 数学物理相关内容

高等数学	大学物理
通量(流量)	磁通量、电通量
环流量	环路定理
高斯公式	高斯定理
质心 转动惯量	质心 转动惯量
二重三重积分	二重三重积分

2.1 高斯公式与高斯定理

众所周知,高等数学中有一个重要的计算公式:高斯公式,高斯公式在思维上继承了微积分基本公式、格林公式“驭繁于简”的思想,揭示了曲面积分和三重积分的联系,从方法上一定程度地解

决了曲面积分繁杂的计算问题,形式上统一了与上述两个公式具有类似的数学结构形式。大学物理中也有一个重要的定理:高斯定理,高斯定理是静电学及麦克斯韦方程组的重要组成部分,它以简洁、隐性的形式将多个概念如库仑定律、电场、电通量、叠加原理等关联在一起,是解决静电场问题中不可或缺的工具,也是学生应该掌握的重点内容之一,对于高斯定理的掌握理解和应用是学好静电场的关键。但多数大学物理课本在证明高斯定理的时候通常都是以点电荷这个特例着手,采用特例方式方法证明。虽然简单,但是在数学上来说是不严谨的,无法将高斯公式与高斯定理联系起来,学生也意识不到高斯公式和高斯定理之间的关系,也达不到学校设置数学课程在物理课程之前的教学目的,而实际上,高斯定理是可以从高斯公式出发通过严格的数学推导得出^[4,5]。

2.1.1 从高斯公式推导高斯定理

设空间闭区域 Ω 是由分片光滑的闭曲面 Σ 所围成,函数 $P(x, y, z)$ 、 $Q(x, y, z)$ 、 $R(x, y, z)$ 在 Ω 上具有一阶连续偏导数,则有

$$\begin{aligned} & \iiint_{\Omega} \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dv \\ &= \oiint_{\Sigma} P dydz + Q dzdx + R dxdy \end{aligned}$$

或

$$\begin{aligned} & \iiint_{\Omega} \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dv \\ &= \oiint_{\Sigma} (P \cos \alpha + Q \cos \beta + R \cos \gamma) dS \end{aligned}$$

其中, Σ 是 Ω 的整个边界曲面的外侧, $\cos \alpha$ 、 $\cos \beta$ 、 $\cos \gamma$ 是 Σ 在点 (x, y, z) 处的法向量的方向余弦。以上便是高斯公式,表达了空间闭区域上的三重积分与其边界曲面上的曲面积分之间的关系。

而在物理中,静电场中的高斯定理指的是在真空中的静电场中,通过任意闭合曲面的电通量等于该曲面内所包围电荷的代数和除以 ϵ_0 。数学表达式可以写为: $\oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i \in V} q_i$, 其中, $\mathbf{E}$ 是电场强度, q 为点电荷的电荷量。

下面我们来进行数学推导。设闭合球面 S 的方程为 $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$, 在其球心处有一个点电荷, 所带电荷量为 q , 则在该球面表面任意处的电

场强度 $\mathbf{E}$ 可以写为: $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \mathbf{r}^0$, 其中, $\mathbf{r}^0$ 为点

电荷指向球面的单位矢量, 可以写为 $\mathbf{r}^0 = \frac{\mathbf{r}}{r} =$

$\frac{r(x, y, z)}{r}$, 因而电场强度可以写为 $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \mathbf{r}^0 =$

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} r(x, y, z)$, 又因为 $d\mathbf{S} = (dydz, dzdx, dx dy)$, 所以通过闭合球面的电通量可以写为:

$$\phi = \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} \oiint_S r(x, y, z) \cdot (dydz, dzdx, dx dy) =$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} \oiint_S x dydz + y dzdx + z dxdy, \text{ 根}$$

据高斯公式 $\oiint_S x dydz + y dzdx + z dxdy = \iiint_V \left(\frac{\partial x}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial y} + \frac{\partial z}{\partial z} \right) dx dy dz = \iiint_V (1+1+1) dx dy dz = 3 \iiint_V dV =$

$$3 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = 4\pi r^3, \text{ 所以通过闭合球面的电通量就变}$$

成了 $\phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} \times 4\pi r^3 = \frac{q}{\epsilon_0}$ 。

若非球面, 而是任意闭合曲面, 由于电场线不

闭合且在没有电荷的地方不中断, 因而通过任意曲面的电通量就与上式相同; 若闭合曲面内包含多个点电荷, 根据场强的矢量叠加原理, 上式就可以推广到多个点电荷的情况: $\phi = \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} =$

$$\sum_{i=1}^n q_i \frac{1}{\epsilon_0}, \text{ 便得出了高斯定理}^{[6,7]}。$$

2.1.2 高斯定理的物理意义

截至目前, 从高斯公式出发, 我们已经从数学上严格推导得出了物理中的高斯定理。高斯定理反映了静电场是有源的、发散的。根据高斯定理,

$$\phi = \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\epsilon_0}, \text{ 若高斯面内存在净的正电}$$

荷 q , 则说明通过高斯面的 $\mathbf{E}$ 通量为正, 即有电场线从高斯面内穿出, 正电荷发射电场线, 电场线的数目为 $\frac{q}{\epsilon_0}$; 若高斯面内存在净的负电荷 q , 则说明

通过高斯面的 $\mathbf{E}$ 通量为负, 即有电场线从高斯面内穿入, 负电荷吸收电场线, 电场线的数目为 $\frac{q}{\epsilon_0}$;

若高斯面内的净电荷为零,则 $\oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = 0$,电通量为零则意味着有多少电场线穿出就有多少电场线穿入,电场线不会在没有电荷的区域内中断。即发出电场线的地方一定有正电荷,终止电场线的地方一定有负电荷,电荷就是静电场的源^[8,9]。

2.1.3 高斯定理与高斯公式的异同

实际上高斯公式和高斯定理也是有区别的,从高斯公式出发可以推导得出高斯定理,同时也能在一定的限制条件下,从高斯定理出发推导出高斯公式,所以两者是有着密切联系的。但是在理解高斯定理时不能只从数学的角度去理解。

根据高斯公式 $\phi = \oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \oiint_S (\mathbf{E}_{\text{内}} + \mathbf{E}_{\text{外}}) \cdot d\mathbf{S}$

$$d\mathbf{S} = \oiint_S \mathbf{E}_{\text{内}} \cdot d\mathbf{S} + \oiint_S \mathbf{E}_{\text{外}} \cdot d\mathbf{S} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\epsilon_0},$$

当闭合曲面上电场强度 $\mathbf{E}$ 为零时,必有 $\oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = 0$,即穿过高斯面的电通量为零,而高斯面外电荷对高斯面上的通量没有影响,所以有 $\oiint_S \mathbf{E}_{\text{外}} \cdot d\mathbf{S} = 0$,那必然也会有 $\oiint_S \mathbf{E}_{\text{内}} \cdot d\mathbf{S} = 0$,即高斯面内电荷的电通量为零。显然, $\sum_{i=1}^n q_i$ 为零。但这里 $\oiint_S \mathbf{E}_{\text{内}} \cdot d\mathbf{S} = 0$ 时会有两种情况存在,第一, $\mathbf{E}_{\text{内}}$ 为零;第二, $\mathbf{E}_{\text{内}} \neq 0$,但 $\mathbf{E}_{\text{内}} \perp d\mathbf{S}$,依旧会满足 $\mathbf{E}_{\text{内}} \cdot d\mathbf{S} = 0$;即电场线沿着 $d\mathbf{S}$ 切向,不穿过 $d\mathbf{S}$ 。但无论是哪种情况,必然会满足 $\sum_{i=1}^n q_i$ 为零。

但很多学生会出现数学负迁移的问题,他们认为,当闭合曲面上的电场强度 $\mathbf{E}$ 为零时, $\mathbf{E}_{\text{内}}$ 和 $\mathbf{E}_{\text{外}}$ 不一定同时为零。因为 $\oiint_S \mathbf{E}_{\text{外}} \cdot d\mathbf{S} = 0$ 是永远成立的,但 $\mathbf{E}_{\text{内}}$ 不一定为零,所以 $\oiint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \oiint_S \mathbf{E}_{\text{内}} \cdot d\mathbf{S}$

$d\mathbf{S} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\epsilon_0}$ 不一定为零。即当闭合曲面上的电场

强度 $\mathbf{E}$ 为零时, $\sum_{i=1}^n q_i$ 不一定为零。显然这与高斯定理相悖。也就是说,数学上强调的是 $\mathbf{E}$ 通量而不是 $\mathbf{E}$,而通量是完全由所选取的高斯面内所

包围的电荷的代数和 $\sum_{i=1}^n q_i$ 确定的,而在物理上,高斯面上各点的电场强度 $\mathbf{E}$ 是空间全部电荷激发的,高斯面是数学上的几何面,没有厚薄之分,只有内外之分。面外电荷对通量没有贡献,但对高斯面上各点的电场强度是有贡献的。高斯面内以及面外的电荷位置的改变对高斯面上的通量没有影响,但是对高斯面上的电场强度有影响^[10]。

在推导的过程中,我们之所以会得到高斯定理,完全是因为我们从点电荷间相互作用的平方反比定律(库仑定律 $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \mathbf{r}^0$)出发得出的,所以高斯定理是点电荷作用力的平方反比定律的必然结果。否则高斯定理就不会成立。但是满足高斯公式的力的定律不一定遵从平方反比定律,例如:流体力学中从通过流体曲面的流量出发也可以推导得出高斯公式,但此时的力并不满足平方反比的关系^[11,12],所以数学和物理中的这些公式存在着一定的关联,但是又有着自己学科的特点。

其实高等数学中的高斯公式是分析大学物理中矢量问题的重要工具,为了学员能够更好地理解矢量问题相关内容,高斯公式的掌握必不可少。但学生普遍反映高斯公式抽象难以理解,究其原因就在于在推导的过程中数理逻辑强,数学推演复杂,为了学员能够更好地掌握夏宫物理内容,这就要求物理教员在讲解高斯定理这一章节的内容时与高斯公式部分相联系,锻炼学生发现问题、分析问题、解决问题的能力,从而达到理想的教学效果。同时学员也可以深刻理解高斯公式与高斯定理之间的联系,减弱学生对于数学只是计算而无实际应用的偏见。

2.2 通量的概念与应用

同济大学版《高等数学》教材在解释高斯公式的物理意义时,使用了流体的速度场的通量,而在康颖编著的《大学物理》教材中电通量(磁通量)指的是在电场(磁场)中穿过任一曲面的电场线(磁场线)的总数,实际上,通量在数学和物理中的概念是一样的,但是由于数学教材内容的设置与限制,数学教员依据教材内容讲解流体速度场的通量,当学员学习电磁场部分内容时便需要物理教员做好解释转换,以便于学生联系之前所学加深理解,更好地掌握物理知识。又例如:在静电场中电场是有源场,这个源来自于静电荷,因为静电场

的电场是由静电荷来激发的。电场线起始于正电荷终止于负电荷,对于闭合曲面,穿入多少电场线必然就穿出多少电场线,因为电场线不闭合,在没有电荷的地方不中断。而在数学上利用的是水源,流体离开闭合区域的同时,闭合区域内部必须有产生流体的“源头”产生出同样多的流体来进行补充。实际上本质都是一样的,但是举例不同就使得学员在理解时产生困难,因而也需要数学教员在授课中更倾向于使用物理概念去进行解释。利用电场与磁场中的相关概念来解释通量,给学生一个基础的概念,学生学完数学后,再学习物理时才能更好的将两者联系,加深理解和掌握。

2.3 从环流量到环路定理

对于环流量,同济大学版《高等数学》教材上将 $\oint_{\Gamma} \mathbf{A} \cdot \boldsymbol{\tau} ds = \oint_{\Gamma} \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ 称为向量场 $\mathbf{A}$ 沿有向闭合曲线 Γ 的环流量。而在《大学物理》中,静电场的环路定理为 $\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$, 也就是电场强度 $\mathbf{E}$ 沿任意闭合路径的线积分(称为 $\mathbf{E}$ 的环流)为 $\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$; 磁场中的安培环路定理为 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum_{L \text{ 内}} I_i$, 也就是说磁场强度 $\mathbf{B}$ 沿任意闭合路径的线积分(称为 $\mathbf{B}$ 的环流)为 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$, 可以发现描述环流时数学和物理是一致的,只是用了不同的英文字母。在《大学物理》中元位移更多的是用 $d\mathbf{l}$ 来表示,数学上更多的是用 $d\mathbf{r}$ 来表示。物理教员在讲解环路定理这部分内容时可以联系数学中的环流量进行比较,让学生查找异同,让学生明白数学作为一种工具它的应用所在,让学生能够学以致用,增加学生的好奇心与兴趣。

2.4 其余量的对比

此外,数学和物理对于一些量的描述略有差异^[4,5]。例如:数学上一直说的是向量,而物理强调的是矢量;数学上二重积分三重积分在书写的时候会写二重积分符号和三重积分符号,而在物理上求曲面积分时在书写上只写一重积分符号,

但是所表达的意义是一致的(例在《大学物理》课

本中高斯定理虽然是面积分是二重积分但写为

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\epsilon_0}$$

数学教员与物理教员在讲解

这些内容的时候,应针对本校所使用的教材,在备课时提前对高等数学与大学物理课本进行了解,在讲解相关知识点的时候进行说明,学生在后面学习的过程中就不会出现疑惑与困惑。

3 关于提升学员大学物理课程成绩的思考

3.1 物理教员讲解相关内容时做好解释转换至关重要

由于《高等数学》教材内容的限制,数学教员在讲解相关内容时依据教材进行讲解,但是实际上《高等数学》教材内容没有更好地体现与物理内容的衔接,只是单纯的解释数学定理与概念,这就造成了学员在学习大学物理课程时无法与之前所学进行联系,从而在理解上产生困难,而数学作为一门工具,不仅仅要求学生掌握基本的数学知识,更重要的是要拓宽学生的视野与境界。正所谓理论的价值在于应用,对学生而言,学习的目的也在于应用。通过上面的数学物理内容对比可以发现,数学物理课程具有相通的之处,在授课的过程中,物理教员授课中应该将数学中的定理内容做适当的解释转换,与物理概念、定理相联系,便于学生理解。当然,这不是在建议物理教员在讲解物理课程时加入大量繁琐、复杂的数学推演,讲物理的本质还是思想和方法。

此外也建议数学教员在授课中更应倾向于使用物理概念进行解释。若数学教员讲解以上这些内容时加入物理课程相关内容而并非单纯地使用数学推导,学生在后续学习其他相关课程时便可以学以致用,而并非遇到物理问题需要数学方法进行处理时无从下手。特别是多元函数积分学部分的内容,它是大学物理课程学习的基础,学生在学习的过程中对于各种积分很容易混淆,从而产生畏难情绪,导致后续学习大学物理课程时产生困难。所以也需要数学教员更应倾向于使用物理概念进行解释。这便能体现出来了数学作为一门工具的重要性。结合数学在物理中的应用讲解理论和基本概念原理,这样不仅可以体现科学原理的价值,而且更有利于学生知晓其适用范围,促进相关内容的理解和掌握。

3.2 大学物理课程融入课程思政必不可少

课程思政是党的十八大以来我国高校教育的重要指导方针,主张将思想政治教育融入各类课

程教学,坚持立德树人作为课程教学的根本。2020年6月,教育部也特别印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知,要求国内各高校要将课程思政建设在所有学科专业中全面推进。而数学与物理学发展史上有许多的优秀案例,讲好这些思政故事对物理课程的联合学习以及提升学员学习兴趣、提高学员学习成绩都有着极大的帮助。例如,在讲解圆孔衍射相关内容时引入中国天眼之父南仁东的故事,他孜孜不倦、爱岗敬业的科研精神为当代大学生树立了良好榜样。其实在物理课程中有许多类似于这样的例子,物理教员需要多去发掘这些案例,这些案例的曲折性、趣味性便可以帮助学生进行记忆和理解;另外,讲故事不仅仅是讲故事,需要引导学生去体会方法和思想。最后,从科学家的故事中让学生体会到这些科学原理其实就是来源于日常生活,来源于凡人的研究和探索,这样有利于破除学生对科研事业理解的偏差与恐惧,坚定他们投身科学事业探索未知的信心^[13]。

3.3 物理教员需要引导学生的辩证思维

一个人要跻身人才行列,就要有完整的知识结构,学会用辩证思维思考问题,并应用于实践中。唯物辩证法用普遍联系的观点看待世界和事物。认为世界是一个有机的整体,一切事物都相互影响、相互作用和相互制约。这种联系具有客观性、普遍性和多样性。物理课程的复杂性众所周知,这就要求物理教员在教学的过程中不断地去启发学生发现问题,让学生从联系的角度去探究和分析问题,最后去解决问题。联系的客观性、普遍性和多样性便为学生分析问题和解决问题提供了方法和途径,学生便能联系数学这门工具去解决物理问题,因而需要物理教员去引导学生的辩证思维和哲学思想^[14]。

物理学的发展一直以来都与哲学息息相关,物理即哲学,科学本身就是世界观和方法论的一种自然表述。物理体系充满着哲学理论,并且在一定程度上推动着哲学的发展。物理学中许许多多理论和实验都蕴含着唯物辩证法原理和方法论原理。例如:可以通过麦克斯韦实验讲授现象于本质的关系、通过铁磁材料磁化曲线讲授量变质变规律等^[15]。在物理课程中讲授哲学观点与原理有助于学生树立正确的世界观,增加学习兴趣,从而提高学习成绩。

4 结语

数学家拉克斯说:“数学和物理的关系尤其牢固,其原因在于数学的课题毕竟是一些问题,而许多数学问题是物理中产生出来的,并且不止于此,许多数学理论正是为处理深刻的物理问题而发展出来的。”任何事物都处于相互的联系之中,数学和物理学之间的关系也不例外。数学是物理研究的工具和手段。物理学的一些研究方法有很强的数学思想,所以学习物理的过程也能提高数学认知。本文依据理工科专业中使用的数学物理教材进行对比分析,从数学上严格推导出了高斯定理,对物理教员提出了新要求以提升大学物理课程教学质量。因而正确理解物理课程与数学课程之间的关联,对于学生掌握基础知识,探究深层次的内涵尤为重要,也是广大教师群体需要关注和探索的问题之一。

参 考 文 献

- [1] 康颖,等. 大学物理[M]. 3版. 北京:科学出版社,2015.
- [2] 同济大学数学系. 高等数学[M]. 6版. 北京:高等教育出版社,2007.
- [3] 孙慧,程红萍. 大学数学教学培养学生数学思维能力研究[J]. 科技风, 2021(29):28-30.
SUN H, CHENG H P. Research on cultivating students' mathematical thinking ability in college mathematics teaching[J]. Technology Wind, 2021(29):28-30. (in Chinese)
- [4] 李庆容. 基于物理意义下的高斯公式教学探究[J]. 科教导刊, 2020(2):106-107.
LI Q R. Research on Gauss formula teaching based on physics[J]. The Guide of Science & Education, 2020(2):106-107. (in Chinese)
- [5] 冯金明, 马会芳, 李甜甜. 学生理解高斯定理的困难、成因及应对策略[J]. 物理与工程, 2022, 32(5).
FENG J M, MA H F, LI T T. Difficulties, causes and countermeasures for students to understand Gauss theorem[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(5). (in Chinese)
- [6] 陈修芳. 从高斯公式到高斯定理[J]. 科学之友, 2010(20):12-13.
CHEN X F. From Gauss formula to Gauss theorem[J]. Friend of Science Amateurs, 2010(20):12-13. (in Chinese)
- [7] 李宏. 由高斯公式推导高斯定理[J]. 佳木斯教育学院学报, 2013(4):106.
LI H. Derivation of Gauss theorem from Gauss formula[J]. Journal of Juamjusi Education Institute, 2013(4):106. (in Chinese)

- [8] 张清泽,陶宗明,陈宇. 对高斯定理特性与应用的认知[J]. 高等函授学报(自然科学版), 2011,24(1):29-30.
ZHANG Q Z, TAO Z M, CHEN Y. Cognition of the characteristics and application of Gauss theorem[J]. Journal of Higher Correspondence Education (Natural Science Edition), 2011, 24(1): 29-30. (in Chinese)
- [9] 付静,姜广军. 静电场中高斯定理的证明[J]. 长春工业大学学报(自然科学版), 2013,34(2):127-129.
FU J, JIANG G J. Proof of Gauss theorem in electrostatic field[J]. Journal of Changchun University of Technology (Natural Science Edition), 2013, 34(2): 127-129. (in Chinese)
- [10] 张容. 正确理解高斯定理[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2003,22(2):61-64.
ZHANG R. Correctly understand Gauss theorem [J]. Journal of Chengdu University (Natural Science Edition), 2003, 22(2): 61-64. (in Chinese)
- [11] 曲小钢. 流体的体胀速度、散度及高斯公式的物理意义[J]. 高等数学研究, 2003,6(1):11-14.
QU X G. The expansion velocity, divergence of fluid and the physical meaning of Gauss formula[J]. Studies in College Mathematics, 2003, 6(1): 11-14. (in Chinese)
- [12] 吴静,严峰军. 从流体通过曲面的流量看高斯公式[J]. 高等数学研究, 2016,19(2):32-34.
WU J, YAN F J. Gauss formula from the flow rate of fluid through the surface[J]. Studies in College Mathematics, 2016, 19(2): 32-34. (in Chinese)
- [13] 张映辉. 贯彻“三位一体”要求的思考和建议[J]. 物理与工程, 2021,31(5):68-72.
ZHANG Y H. Reflections and suggestions in implementation of triad teaching requirements[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(5): 68-72. (in Chinese)
- [14] 张丽静,赵鲁涛,李娜. 基于唯物辩证法的概率论与数理统计课程思政建设与实践[J]. 大学数学, 2022,38(2):51-65.
ZHANG L J, ZHAO L T, LI N. Ideological and political construction and practice of probability theory and mathematical statistics based on materialistic dialectics[J]. College Mathematics, 2022, 38(2): 51-65. (in Chinese)
- [15] 张映辉. 结合物理教学传授唯物辩证思想和科学方法初探[J]. 物理与工程, 2021,31(2):54-57.
ZHANG Y H. Study on imparting dialectical materialism and scientific method via combining teaching content[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(2): 54-57. (in Chinese)
- (上接第13页)
- [4] KANE C L, MELE E J. Quantum spin hall effect in graphene[J]. Phys. Rev. Lett., 2005, 95(22): 226801.
- [5] BERNEVIG B A, HUGHES T L, ZHANG S C. Quantum spin Hall effect and topological phase transition in HgTe quantum wells[J]. Science, 2006, 314(5806): 1757-1761.
- [6] BISTRITZER R, MACDONALD A H. Moiré bands in twisted double-layer graphene[J]. PNAS, 2011, 108(30): 12233-12237.
- [7] CAO Y, FATEMI V, DEMIR A, et al. Correlated insulator behaviour at half-filling in magic-angle graphene superlattices[J]. Nature, 2018, 556(7699): 80-84.
- [8] 杨翠红,程国生. 浅谈用一个学科前沿课题贯穿《固体物理》教学[J]. 课程教育研究, 2012, 7: 181.
YANG C H, CHENG G S. Use of a frontier research topic in teaching of solid state physics course[J]. Course Education Research, 2012, 7: 181. (in Chinese)
- [9] 张加永. 固体物理课程教学改革探讨与实践[J]. 教育教学论坛, 2020,10(43):96-98.
ZHANG J Y. Discussion and practice on teaching reform of solid state physics[J]. Education Teaching Forum, 2020, 10(43): 96-98. (in Chinese)
- [10] 杨翠红,王璐,雷勇,等. Bloch定理在单层石墨烯多势阱结构体系中的应用[J]. 大学物理, 2015, 34(1): 6-6.
YANG C H, WANG L, LEI Y, et al. Bloch theorem used in monolayer graphene with multi-barriers structure[J]. College Physics, 2015, 34(1): 6-6. (in Chinese)
- [11] 王晴晴,程荣龙,宫昊. 以石墨烯为例分析二维六角晶格结构及振动模式[J]. 大学物理, 2019, 38(6): 24-28.
WANG Q Q, CHENG R L, GONG H. Analysis of two-dimensional hexagonal lattice structure and vibration mode using graphene as an example[J]. College Physics, 2019, 38(6): 24-28. (in Chinese)
- [12] 黄桂芹. 二维材料的前沿进展在固体物理教学中的渗透[J]. 大学物理, 2021, 40(9):1-4.
HUANG G Q. Permeating frontier progress about two-dimensional materials into the teaching of solid state physics [J]. College Physics, 2021, 40(9): 1-4. (in Chinese)
- [13] MOMMA K, IZUMI F. VESTA: a three-dimensional visualization system for electronic and structural analysis[J]. J. Appl. Cryst., 2008, 41: 653-658.
- [14] 陈明星. 双层转角石墨烯结构的构建方法浅析[J]. 大学物理, 2021, 40(8):8-10.
CHEN M X. A brief analysis of the method for constructing the structures of twisted graphene bilayers[J]. College Physics, 2021, 40(8): 8-10. (in Chinese)
- [15] MANCHON A, KOO H C, NITTA J, FROLOV S M, et al. New perspectives for Rashba spin-orbit coupling[J]. Nat. Mater., 2015, 14: 871-882.
- [16] ZIMAN J M. Electrons and phonons: The theory of transport phenomena in solids[M]. London: Cambridge University Press, 2001.
- [17] 阎守胜. 固体物理基础[M]. 北京:北京大学出版社, 2003.