

与工程相结合的大学物理拓展提高型教学模式探索*

杜永胜 陈华 慕利娟 韩向刚

(内蒙古科技大学理学院应用物理系 内蒙古包头 014010)

(收稿日期:2018-01-04)

摘要:为了开展大学物理课程的生动形象化教学,增强大学物理与实际问题的结合度,选取与大学物理各分支章节内容相关的实际工程问题并应用大学物理相关理论进行现象分析和讨论.例如电磁学中的电磁搅拌、电磁净化、热力学中的斯特林热机、机械波中的驻波以及刚体中的进动等,工程应用实例的给出促使学生明确了大学物理知识点的具体应用,提高了学生对理论知识理解的深度和广度,必然会促进教学效果与质量的提升.

关键词:大学物理 电磁学 热学 机械波 刚体 工程应用

1 引言

以物理学基础为内容的大学物理课程,是高等学校理工科各专业学生一门重要的通识性必修基础课,物理学的基本概念、基本理论是学习后续专业基础课和专业课必须的基本知识;物理学分析问题、处理问题的方法,对解决工程实际问题也具有指导意义.

物理世界是一个充满神奇的世界,大量的物理实验能显现各种奇异的物理现象,能激发学生学习物理的兴趣^[1].物理教师应根据物理学科的特点和规律,激发学生的学习和探究兴趣.因此,在大学物理教学中,除了基本的课堂理论教学,教师还应充分利用演示实验和多媒体手段,采用直观形象的教学方法、生动的语言,选取实际工程问题不断创设物理问题情境,引导学生探索解决物理问题的途径,使学生对学习内容有浓厚的兴趣^[2].

教师在进行实际工程问题讲解时,并不是简单地讲原理,也不是进行复杂的理论推导,过于泛泛的讲解对学生的促动不大,而繁琐的公式推导使学生难于理解.二者效果都不够理想.教师必须能利用相关手段(理论求解、计算机仿真等)首先得到结果,而后指导学生应用大学物理相关知识进行工程问题的结果分析和讨论,才能起到比较好的教学效果.下面结合几点教学体会,谈谈教学过程中如何引入实

际问题促进学生对所学理论的理解和掌握,以及对后续专业课学习的促进.

2 电磁学内容

以电磁学为例,大学物理电磁学部分是大学物理一中重要内容,是研究电磁场的基本性质、运动规律及其与带电物质之间相互作用的一门课程.是以麦克斯韦方程组、洛伦兹力公式和物质的电磁性能方程为出发点,由于电磁学是在微积分方程基础上描述电磁场的演化规律,学好电磁学不仅要有良好的物理思想,还要有扎实的数学基础.抽象的电磁场理论和复杂的数学推导,使部分学生感到电磁学枯燥无味、难以入门.同时,大学物理二中简谐振动、简谐波、光学相关内容等也与电磁学中的电磁波的传播有很大关联,学好电磁学对理解掌握大学物理课程有极大关系.

在课堂教学中,首先可结合授课内容进行启发式教学.例如,介绍电介质的极化后,问学生:微波炉的工作原理是什么?为什么微波可以使水分子产生共振,从而使电磁能转化为热能?在谈到光在各向同性介质表面产生反射和折射时,质疑是否会发生折射光线与入射光线在法线同侧的现象,即“左手现象”.再例如课堂中学生经常翻看手机,在讲授电容相关内容后,可让学生了解手机电容屏的工作原理,课堂提问戴上手套后能否继续操作手机等问题.其

* 2016年度校级重点教改项目,项目编号:JY2016012

作者简介:杜永胜(1977-),男,副教授,主要从事大学物理教学工作.

次,电磁学内容同时也在实际工程中得到了极大的应用,例如信息传输、冶金中电磁搅拌等^[3].选择电磁场在工程技术中的应用例题,应尽量选取那些包含大量物理知识点的工程问题,例如静电除尘、避雷针设计、电磁净化、手机触摸屏等,只有选取实际的工程问题才能使体会到物理的真正应用所在,并且工程问题通常涉及多知识点耦合,非常有利于学生逻辑思维的锻炼.最后,电磁学的学习方法与材料学院的冶金传输原理、能环学院的流体力学、传热学等课程均采用场论的方法研究问题、电磁学的内容是信息学院后续专业课:电磁场与波、电路等课程的前期基础课,因而对学生学习后续专业课起到很好的促进作用.

3 热力学内容

大学物理热力学是从能量的观点来研究与热运动有关的各种自然现象的宏观规律的理论,不涉及物质的微观结构,而将物质视为连续体,从大量实验事实出发,找出物质各种宏观性质的关系,得出宏观过程进行的方向及性质.其中循环过程作为热机和制冷机的理论基础,在实际工程中具有重要的指导意义.教学过程中的讲解主要以内燃热机为主,而在课堂教学中引入典型的外燃热机——斯特林热机的内容,如图1所示,则可能更加激发学生学习的兴趣,提高教学效果^[4].

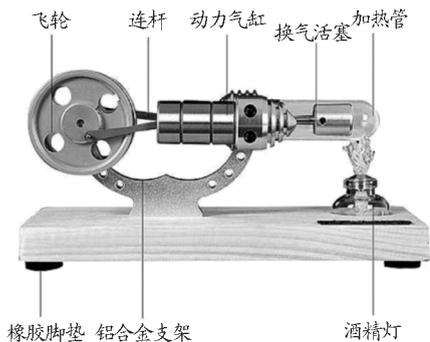


图1 斯特林热机模型图

这是由于斯特林热机理论上的效率几乎等于理论最大效率,称为卡诺循环效率,这非常有助于学生更深刻地理解卡诺循环.其次,斯特林热机采用外部热源,动手能力强的学生完全可以自制,进而让学生感悟理论离实际并不遥远.最后,针对斯特林热机,

让学生在 $p-V$ 曲线图中给出循环曲线图并计算效率,可加深对循环过程的理解.

4 机械波应用举例

波动是常见的物质运动形式,波动不只局限于机械波,无线电波、光波等电磁波也属于波动,它们具有波动的共同特征,以一定速度向外传递,且伴随着能量的传播,都能产生反射、折射、干涉和衍射等现象,而且有相似的数学表达式.机械波中的驻波内容由于在实际工程中有着广泛应用,课堂教学中可结合实际应用进行有针对性的讲授,提高学生对该知识点的理解深度.首先可通过介绍古代发明鱼洗引入驻波,如图2所示.由于双手摩擦对称安置于铜盆两侧的铜耳,铜盆受摩擦而振动,其强迫力的作用引起水的共振,进而使水面产生驻波^[5].处于波腹位置的水珠获得较大能量可跳出水面.相类似的,海啸与鱼洗在形成机理上有一定的相似之处.均为水体载体的本征振动,引发水体产生驻波.



图2 鱼洗实物图

5 刚体应用拓展

作为力学的一个重要分支,主要研究刚体在外力作用下的运动规律.而其中刚体进动部分具有重要的理论和实际应用研究价值.一个自转的物体受外力作用导致其自转轴绕某一中心旋转,这种现象称为进动.由于进动在现代科技及日常生活的重要性,对该问题的研究必然能提高学生学习理论知识的兴趣.课堂教学中可首先结合车轮进动介绍进动机理.车轮由于自身重力产生力矩,其与车轮自转产生的角动量垂直,所以重力矩只改变角动量的方向而不改变大小.在重力矩作用下 dt 时间内车轮角动量产生增量,车轮同时转过一个角度,而重力矩方向相应变化为与下一时刻角动量垂直.因而车轮高速地绕自身对称轴旋转时,在重力矩作用下车轮不会倾覆.三维陀螺仪的定轴性在惯性导航技术中得到

了广泛应用,飞机上用的导航仪就是一个高速旋转的陀螺,由于角动量守恒,陀螺旋转的轴线始终朝着一个方向,飞行员就可以以此来判断飞机的姿态和陀螺自身的飞行方向,如图3所示。

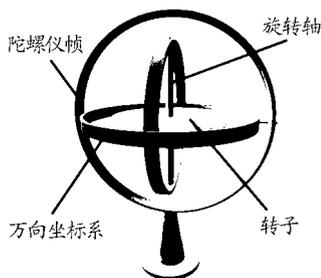


图3 三维陀螺仪示意图

三维陀螺仪装在常平架上,由固定圆环中的两个可动圆环支持,由于重力通过中心,重力矩为零,它的转轴在空间可取任何方位.当陀螺转子以高速旋转时,在没有任何外力矩作用在陀螺仪上时,陀螺仪的自转轴在惯性空间中的指向保持稳定不变,即指向一个固定的方向;同时反抗任何改变转子轴向的力量,这种物理现象称为陀螺仪的定轴性或稳定性.高速转动的陀螺若受到外力矩(如重力力矩)的作用时,它并不是立即倒下,将在外力矩的作用下进动.枪膛和炮膛里面都有来复线,使得枪弹和炮弹射出时做高速旋转,在空中飞行时不翻跟头,沿弹道曲

线飞行^[6].

6 结束语

基础课教学中,大学物理课程的明显特点在于大量的物理实验能显现各种奇异的物理现象,能激发学生学习物理的兴趣.通过大学物理相关内容与科研课题或工程实例的有机结合,与流体力学、电磁场与波等工科课程的衔接,将计算机软件引入课题教学,体现了物理的应用所在、开阔了学生眼界、提高了学生学习兴趣,并为学生素质拓展提供了一个平台。

参考文献

- 1 冯中营. 大学物理演示实验的DIY应用与实践. 大学物理实验, 2014, 27(4): 117 ~ 119
- 2 宁长春, 索郎桑姆. 以科研工作介绍的融入促进大学物理教学. 大学物理, 2012, 31(8): 39 ~ 43
- 3 张红霞, 杜永胜, 张雪峰. 工科大学物理实践与素质拓展平台建设. 实验科学与技术, 2011, 9(5): 105 ~ 107
- 4 周雨青. 斯特林循环的理想和实际效率的讨论. 物理通报, 2015(2): 93 ~ 96
- 5 夏峥嵘, 李荣青, 童悦. 关于驻波的直观教学. 大学物理, 2012, 31(12): 42 ~ 44
- 6 宋青, 俄燕, 张磊. 案例教学在大学物理教学中的探索与实践. 2014, 33(5): 160 ~ 162

Exploration on Expansion and Improvement Teaching Model of University Physics in Combination with Engineering

Du Yongsheng Chen Hua Mu Lijuan Han Xianggang

(Inner Mongolia University of Science & Technology, School of Science, Baotou, Neimenggu 014010)

Abstract: In order to carry out vivid visualization of teaching and enhance the integration degree of physics and engineering, the practical engineering problems related to contents of various branches of college physics are selected and the relevant theory of college physics are applied to analyze and discuss the phenomenon. For example, electromagnetic stirring and electromagnetic purification in electromagnetics, stirling engine in thermodynamics, standing waves in mechanical waves and precession in rigid bodies, etc. The application of practical engineering problems can prompt students to make clear the specific application of university physics knowledge points and improve the depth and breadth of students' understanding of theoretical knowledge, so as to improve teaching efficiency and quality.

Key words: university physics; electromagnetics; thermodynamics; mechanical waves; rigid bodies; engineering application