



模块化物理实验教学的方式与策略*

丁东 庄云飞 何英秋 李海军 张晓春

(华北科技学院理学院 河北 廊坊 065201)

(收稿日期:2019-06-25)

摘要:结合教学实践,探讨模块化物理实验教学的方式与策略.首先考虑将物理实验项目模块化处理,分阶段依次设置基础性实验模块、综合提高性实验模块和设计研究性实验模块.针对不同阶段的课程模块,应用启发式教学逐步提高学生分析问题和解决问题的能力,培养学生的创新能力.

关键词:大学物理实验 模块化课程 阶段性启发式教学

1 引言

大学物理实验是面向高校理工科学生开设的一门通识性基础课程.该课程覆盖面广,是对学生进行科学实验基本技能训练的开端,在培养学生初步掌握实验科学的思想,掌握实验研究的基本方法,提高学生分析、解决问题能力和创新能力等方面具有其他课程不可替代的地位和作用^[1~3].

当前,在一般普通本科院校大学物理实验课的开设和教学环节中或多或少存在一些不足.在课程的设置上,有的院校一直沿用传统上的按力学、热学、电磁学、光学和近代物理学等顺序排课,还有由于教学资源的匮乏导致被动的随机排课等.自高考制度改革以来,很多省高考大纲和考试内容的侧重点都不一样,这就导致同一专业、同一班级来自不同省份的学生物理基础不尽相同,也使得传统排课方式或者随机排课方式不能照顾到所有的学生.在教学方法上,通常教师采用一贯的“注入式”教学方法,即教师依次讲解实验目的、实验原理、实验方法和实验步骤,然后学生按部就班地重复实验流程、记录实验数据、处理实验结果和误差分析.这种教学模式虽然可以使学生很快掌握实验内容、采集到预期的实验数据,但同时也可能导致学生误认为实验就

是重复书上的实验内容和步骤,从而导致对实验课程渐渐失去学习兴趣,甚至会出现不认真听课、伪造实验数据、抄袭实验报告结果等被动学习状态.

如何在大学物理实验课上激发学生学习兴趣,提高学生学习的积极性和主动性,进而培养学生自主学习能力,是当前高校物理实验教学改革的重点内容^[4~6].本文结合教学实践,对大学物理实验课的课程设置和教学方式进行研究和总结,探讨模块化物理实验教学的方式与策略.

2 大学物理实验模块化课程设计

为了解决学生实验基础的差异性问题和提高教学资源的合理优化,建议大学物理实验课程实施模块化教学.我们这里考虑设置3个实验模块:基础性实验模块、综合提高性实验模块和设计研究性实验模块.

2.1 基础性实验模块

基础性实验模块目的是使学生掌握物理实验中基本的实验方法和正确处理实验数据的初步能力.掌握常用物理量的一般测量方法,比如长度、时间、质量、加速度、力、角度、热量、温度、电阻、电流强度、电压、电动势、频率或周期等物理量的测量.了解常用仪器的性能,并掌握使用方法,比如游标卡尺、螺

* 华北科技学院高等教育科学研究课题,批准号:HKJYZD201568, HKJYZD201562;中央高校基本科研业务费专项资金,批准号:3142017069

作者简介:丁东(1980-),男,博士,教授,从事物理学教学和科研工作.

旋测微计、天平、秒表、温度计、直流电表、检流计、电位差计、数字万用表、信号发生器、通用示波器、读数显微镜、直流稳压电源等。能够利用测量仪器对基本物理量进行测量和结果表示,包括直接与间接测量结果的表示、测量误差的估计(平均绝对误差、仪器误差、标准偏差等)。可参考的具体实验项目,如基本测量、示波器的使用、牛顿环测透镜曲率半径、电表改装与校准、光学基础实验等。

2.2 综合提高性实验模块

综合提高性实验是在学生初步掌握了基本物理实验方法的前提下,综合考虑多领域知识点的交叉融合,尤其是应用两种以上实验方法或技术的实验项目。包括扭摆法测量物体转动惯量、液体粘滞系数的测定、气体比热容比的测定、密立根油滴法测定电子电荷、迈克尔孙干涉仪的调节和使用、声速的测量等。例如,在声速的测量实验中,综合应用转换法、共振干涉法和相位比较法等测量方法;在密立根油滴法测定电子电荷实验中,需要综合应用力学平衡法控制油滴、图像法或最小二乘法处理实验数据。综合提高性实验模块旨在启发学生综合运用物理实验方法,培养学生分析和解决实际问题的能力,进而提高学生科学实验能力。

2.3 设计研究性实验模块

设计研究性实验模块是由教师提出实验方向和实验要求,学生根据具体的实验条件构思实验目的、设计实验方法和实验步骤,在教师的指导下通过独立操作最终完成具体的实验过程。要求学生掌握基本的实验技能并能够综合运用多种实验方法完成一定量的综合提高性实验项目,这是对学生科学实验素养、自主创新意识、分析问题和解决问题能力的进一步锻炼和提高。比如,动力学综合设计性实验、多普勒效应综合实验、自组微波光学实验等。

3 教学方式与策略

在大学物理实验课程的教学过程中,结合模块化课程设计,我们提出阶段性启发式教学方法。启发式教学在激发学生自主学习热情、提高学生兴趣等方面是一种有效的教学方法。早在我国古代,思想家、教育家孔子就十分重视启发式教学,提出了

“不愤不启,不悱不发”的教学思想,意思就是说:“不到他努力想弄明白而得不到的程度不要去开导他,不到他心里明白却不能完善表达出来的程度不要去启发他。”对教师来讲,在把已有知识传授给学生并且鼓励学生运用所学知识去解决实际问题时,首要任务就是调动学生学习的主动性,通过积极引导激发学生求知欲(或学习需求),使学生在过程中意识到对某方面知识的欠缺,达到力求获得提高的一种心理状态。

针对不同的模块化课程以及学生在不同模块化教学过程中的知识储备,采用由浅入深的方式不断启发学生思考,使学生既能体会到通过自身努力学会了一些物理实验知识和方法的成就感,又有对更为复杂问题求解的困惑,对大学物理实验课程的学习时刻保持“饥渴”状态。启发式教学需要教师了解学生学习基础,实验过程中要恰当地设问、积极地引导并掌控好课程的进度。这就要求教师不断学习,只有具备了深厚的理论知识和丰富的实践经验,才能更好地组织课堂发挥启发式教学方法的优势。

3.1 基础性实验模块的启发策略

基础性实验模块的教学注重学生基本实验能力的培养,包括学生观察能力和动手能力、学习基本的实验方法和技能等。因此,该阶段启发式教学应简单明了,可采用实物演示法和直接提问法。例如,在基本测量实验中,首先让学生观察米尺、千分尺和游标卡尺等长度测量仪器的基本结构和最小分度值,讨论和学习直接测量结果的误差和测量结果的表示方法。在学生掌握了直接测量结果的表示后,启发学生如何测量间接测量量,比如形状规则物体的体积。以测量圆柱体体积为例,要求学生用千分尺测量圆柱体的直径、用游标卡尺测量圆柱体的高,在学生写出体积公式后,启发学生思考以下问题:

- (1) 为什么需要多次测量圆柱体的直径和高;
- (2) 间接测量结果应该如何表示;
- (3) 测量结果平均值的有效数字该如何取舍;
- (4) 测量值的标准偏差该如何计算。

通过启发式教学指导学生类比前面已经学过的直接测量量的测量方法、误差分析和结果表示,学会间接测量量的实验处理方法。

3.2 综合提高性实验模块的启发策略

综合提高性实验模块的教学重点是对学生分析问题和解决问题能力的培养. 该阶段采用问题教学方式启发学生独立思考, 在学生已经掌握了一定的基础知识和基本实验方法的基础上, 引导学生积极主动地探索实验过程中遇到的问题并进一步给出具体解决思路, 从而激发学生的学习主动性, 提高学生学习效果.

例如, 在扭摆法测量物体转动惯量实验中, 通过学习塑料圆柱体和金属圆筒转动惯量的测量, 启发学生思考如何测量金属细杆的转动惯量. 有的学生可能会用夹具固定好金属细杆, 并思考如何调整光电传感器和金属细杆的位置进而重组实验装置. 甚至可能会有学生直接把金属细杆放到载物圆盘上, 在发现金属细杆无法固定时自然就会修正错误并寻找正确的实验方法. 学生通过自己动手安装好金属细杆后, 实验装置可能会存在一些问题, 比如光电传感器高度不合适、夹具未夹在金属细杆中心等, 出现这些问题都很正常, 这个时候, 教师不要急着给学生纠正错误, 可以采用问题教学启发学生思考:

(1) 当摆动金属细杆开始测量时, 如果计时灯一直不亮, 问题可能出现在哪里并且该如何解决;

(2) 如果实验值和理论值存在较大偏差, 可能的原因是什么?

这样, 学生在实验过程中, 遇到类似的问题就会主动地寻找问题的原因, 通过进一步调整实验装置或纠正操作上的错误而解决实验中出现的各种具体问题. 最后, 教师总结实验过程中学生可能遇到的各种问题及问题的解决方法. 这样, 既培养了学生分析和解决问题的能力, 又锻炼了学生的动手能力.

3.3 设计研究性实验模块的启发策略

设计研究性实验模块的教学注重学生创新能力的培养. 鼓励学生通过主动思考善于发现问题, 设计并提出合理可行的科学实验方案. 例如, 在微波光学实验中, 可以尝试仅通过介绍实验装置, 结合学生对光学理论知识的学习和基本实验技能的掌握, 启发学生通过主动思考组装仪器, 设计可行的实验项目: 如反射实验、棱镜折射实验、驻波法测量波长、单缝衍射、双缝干涉、偏振实验、劳埃德镜及观察布儒斯

特角等. 再比如, 在分光计测光栅常数实验中, 当学生提出望远镜中二级光谱线亮度太低而无法读取数据时, 教师可以通过对分光计仪器构造的讲解和光路的分析, 启发学生分别在光源、光路和望远镜这3部分寻找可能的原因. 要充分调动学生主观能动性, 使学生积极主动地探索问题的解决途径, 提出合理可行的解决方案. 为了获得足够清晰的光谱线, 学生通过对仪器反复调解和实践可能找到以下原因及相应的解决办法:

(1) 平行光管狭缝太窄导致光强太弱, 解决办法是适当调节狭缝宽度以增加入射光强度;

(2) 光谱线或分划板模糊不清, 解决办法是调节望远镜镜筒位置和目镜焦距;

(3) 背景光太强, 通过实践学生发现用书或几张纸遮挡住外部光线, 用手指适当遮住一小部分望远镜镜筒可以有效减小背景光的影响进而提高光谱线的清晰度.

问题是思维的起点, 发现问题是创新的前提. 在课堂教学中, 要通过启发学生主动提出问题, 让学生成为课堂教学的积极参与者, 这样不仅能使学生的创新思维得到发展, 而且还能激发学生学习的积极性.

4 结束语

综上所述, 大学物理实验模块化课程设计与阶段性启发式教学不仅有利于促进学生对物理实验知识的理解, 提高学生的学习兴趣, 而且有助于学生发现问题、解决问题和创新能力的培养. 将启发式教学灵活应用于大学物理实验课堂, 只要师生共同努力, 相信一定可以培养出具有良好科学素养和创新能力的高素质人才.

参考文献

- 1 吕斯骅, 段家祗. 全面改革物理实验教学体系与内容, 培养有坚实基础的创新人才[J]. 大学物理, 2003(1): 34 ~ 36
- 2 丁东, 薛永红. 明晰物理观察与物理实验, 落实新课程理念[J]. 中国教师, 2008(14): 56 ~ 57
- 3 冯翠菊, 蔡莉莉. 以研究式实验教学培养创新人才[J]. 实验室研究与探索, 2011(5): 75 ~ 76
- 4 俱海浪. 提高物理实验教学质量的探讨[J]. 大学物理实验, 2006(19): 85 ~ 87

水火箭的制作与发射

——初中物理教学课外活动拓展

李诗琴

(宜宾市翠屏区行知中学校 四川 宜宾 644000)

(收稿日期:2019-08-28)

摘要:物理课外实验能让学生真正动手操作、体验,从而提高学生的物理核心素养.水火箭的制作与发射,蕴含知识面广,发射效果震撼,能让学生对物理与科技的联系有直观深刻的认识.

关键词:初中物理 低成本课外实验 水火箭

素质教育要求教师以学生的长远发展来开展教学活动,开展初中物理教学课外活动,是一种很好的途径.宜宾市翠屏区行知中学校自2018年9月开设了物理科技创新社,每周两个课时.这为我校的物理课外实验拓展提供了时间支持和资金支持,为培养我校学生的动手能力、探索能力、创新意识和创新能力,从而提高学生的物理核心素养,迈出了关键一步.笔者作为该课教师,开发了一系列低成本、易操作、高能效的物理课外实验项目,其中最成功的当数物理的经典项目——水火箭的制作与发射.此课题蕴含知识面广、最终测试效果震撼,能让学生对物理与科技的联系有直观深刻的认识,且本项目的开展

只需购置一套发射装置和成本低廉容易获取的其他辅助材料,因此,笔者认为自制水火箭并发射是一个值得推广的课题.

下面是笔者对自制水火箭这一课题项目的具体设计与实践操作经验分享.

1 认识水火箭

水火箭基本结构如图1所示,它是一种利用质量比和气压作用而设计的玩具,同时是物理教学中经常用到的典型实验案例之一.水火箭又称气压式喷水火箭、水推进火箭,是用废弃的饮料瓶制作而成的一种玩具.它分为动力舱、箭体、箭头、尾翼、降落

5 邓晓冉,杨帅.浅谈大学物理实验教学改革[J].大学物理实验,2009(22):111~113

6 刘增泽,李雪妮,冯杰.浅谈物理教学实验设计中双向思维过程[J].物理通报,2018(1):64~66

The Way and Strategy on Modular Physics Experiment Teaching

Ding Dong Zhuang Yunfei He Yingqiu Li Haijun Zhang Xiaochun

(College of Science, North China Institute of Science and Technology, Langfang, Hebei 065201)

Abstract: With the practical teaching processes of university physics experiment, we discuss the methods and strategies of modular physics experiment teaching. Consider a modular course, which contains the basic experiment module, the hybrid improved experiment module and the investigative experiment module. We here propose a method of staged heuristic teaching so as to improve students' abilities to analyze and solve problems, and cultivate students' innovative ability.

Key words: university physics experiment; modular course; staged heuristic teaching