

统一的物理实验教学模式如何“提优补差”*

李冬萍 姜永清 赵培刚

(中国海洋大学物理实验教学中心 山东 青岛 266003)

(收稿日期:2020-12-24)

摘要:由于各省高考模式、中学物理课程改革和高校专业设置要求等诸多因素,使本科新生物理知识结构不再整齐统一;各地区中学实验条件差异,重理论轻实践导致新生的实验基础千差万别,使得大学物理实验无法顺利进行.为满足不同层次学生的学习要求,对于面向全校开设的基础物理实验,分级设计教学内容,同课异构,力求在统一的教学模式中实现“提优补差”.

关键词:物理实验 教学模式 分级设计

大学物理实验是理工科大学生进行科学基本训练的必修课,开设课程的目的是让学生受到严格的、系统的实验技能训练,掌握实验的基本知识、方法和技术,更重要的是通过实验学习启发学生科学思维和科学探索精神.2000年随着高校招生规模扩大,我校实验中心对物理实验教学模式进行了改革,不再将力、热、电磁、光和近代物理分割单独设课,而是针对全校本科生构建了大学物理实验、综合设计实验、自主创新实验和科研训练实验等多层次课程体系.按照学校的物理实验教学要求,保证每学期近2500名本科生必修大学物理实验,基础实验室全部开放,采取统一教学模式组班实验,每学期开设12个实验项目,学生循环上课,最大限度利用实验教学条件.对于如何提高实验教学质量,提高实验教学效率,一直是实验教学工作者积极探索的问题.

1 问题的提出

2014年教育部对各省中学教学进行了规模和力度很大的课程改革及高考模式改革,导致中学阶段选修物理课程的人数大幅度下滑^[1];学校设置的理科专业(物理类、大气类、地球物理类)招生时对高考物理有硬性要求,而生物类、医药、水产及部分工科专业对物理没有硬性规定,导致近几年录取的新生基础物理知识结构完全不同,再有不同中学物理实验条件的差异,更是造成本科生实验基本技能的

千差万别,甚至部分学生根本没有经历过实验训练,使得原来统一的实验教学活动无法顺利开展下去.

在保证绝大多数学生顺利完成学习任务的前提下,如何在现有的实验条件下有效帮助物理基础差的学生提高自己的基本能力,使他们尽快达到实验课程要求,如何在统一的实验教学过程中满足物理基础好的学生进一步的求知需求^[2],如何更好地调动学生对物理实验学习的积极性,充分发挥学生主动性和创造性,都成了统一的实验教学过程中急需解决的问题.

为了在统一的实验教学过程中实现“提优补差”,教学中针对每个实验项目设计多个物理量测量的教学思路,通过实验知识点积木式的组装,形成分级实验教学内容.即同一物理实验仪器,按不同学生的基础、不同专业要求、专业不同层次要求,设计预备级、基础级和拓展级实验内容并付诸实践,全面提升学生实验素质和提高学生思维能力.

2 大学物理实验分级设计

目前实验室教学现状,是将来自不同省份不同专业的学生组织到一个教学班统一实验,由于物理基础知识的不统一,导致教学进度很难把控.建议将大学物理实验再细分为预备级、基础级和拓展级^[3,4].

* 中央高校基本科研业务费专项;中国海洋大学实验室教研项目,项目编号:202051014

作者简介:李冬萍(1968-),女,硕士,高级实验师,主要从事物理实验教学和实验室管理工作.

2.1 预备级

理工农医类新生入校必修的第一门基础实验课是大学物理实验,学生实验基础差距悬殊,特别是边远地区生源和中学未选修物理课程的学生,物理实验的认知水平极低,若不采取措施补救,很难顺利完成大学物理实验的学习.为此需要设计预备级实验内容,以帮助这类学生尽快掌握最基本的实验知识和技能.

预备级实验占用1个实验室,摆放一些基本的实验仪器、测量用具,有些仪器整套摆放,有些则是仪器的零部件,在每个器件旁均配有相应的使用说明和用途^[5],实验室开放3周且全天开放,室内安排实验员轮流值守,随时帮助学生答疑解惑.

2.2 基础级

为了最大限度地利用实验室和实验仪器,高效率完成众多本科生的物理实验教学任务,基础级实验仍按传统的统一教学模式:学生按照实验室预先安排的课表进行实验,实验项目和实验时间均没有选择余地.

基础级实验项目设置侧重实验技巧、实验方法和实验素质的培养,掌握经典的、常用的、重要的仪器设备的使用,实验数据处理方法以及误差结果分析等方面的训练.基础实验教学共设12个实验项目,面向全校所有理工类、生命类和农医药类等专业的本科生必修开放,要求所有选课学生完成实验项目和掌握实验知识点.

2.3 拓展级

大学物理实验教学采用班级授课模式,即一个班的部分学生在同一时间用相同的仪器做同一个实验的统一教学模式,显然不能满足优秀学生的进一步求知需求,着眼于各类学生都能在各自的基础上得到较好的发展,教学中针对不同层次的学生实际,充分体现因材施教的教学指导思想,拓展实验教学内容和提高实验要求,鼓励学有余力的学生继续深入学习,并在实验考核上有所体现.

3 实验分级设计与教学实践

3.1 学生分类

基本原则是按不同专业的培养方案,将修I类、II类和III类大学物理的学生分为A类和B类;讲解绪论时告知学生修I类物理属于A类,修III类物理属于B类,修II类物理专业的工科学生,可以根据自己的专业需要选择A类或B类;授课过程中对A和B类学生提出不同的实验要求,并在实验考核环节上区别对待;要求两类学生都必须通过预备级的考核才能修大学物理实验.

3.2 实验内容分级设计指导思想

B类学生:强基固本,提高实验素质.

A类学生:勤思善悟,提高实验能力.

3.3 实验内容分级设计与教学实践

实验内容分级设计,实验教学实践和不同类别学生的具体实验要求详见表1.

表1 大学物理实验内容分级设计与教学实践

时间	实验项目	实验内容分级设计	学时	人数	实验要求	考核
第一周 第二周 第三周	预备级 实验	1 长度、时间、质量、温度等基本量测量; 2 电表改装和使用,熟识电器元件和使用常用仪表,连接电路测电阻等; 3 熟识光源和光学元件,掌握透镜等成像原理等	12	不限	B类必修 A类选修	考试
第四周	预备级考试 + 绪论	选择题占80分,问答题占20分 + 1 物理实验测量基本方法; 2 实验数据记录和处理方法; 3 不确定度评定和有效数字处理原则等	1 + 3	全体	全体笔试 + B类必修 A类必修	
第五周 至 第十六周	拉伸法测钢 丝杨氏模量	1 掌握光杠杆放大原理和测模量的意义; 2 回答各种仪器精度,用逐差法和图法处理数据并计算不确定度; 3 定量分析被测诸量中物理量对实验结果的影响. 拓展:探讨杨氏模量自动测量的方法	4	单人 单组	B必修 1,2 A必修 1,2,3	考查

续表 1

时间	实验项目	实验内容分级设计	学时	人数	实验要求	考核
第五周 至 第十六周	声速测量	1 用共振法、相位法和时差法测空气中的声速； 2 逐差法处理数据并评定声速不确定度； 3 测水或固体中的声速。 拓展：研究超声波在海水中的声速	4	单人 单组	B 必修 1,2 A 必修 1,2,3	考查
	测水表面 张力	1 拉脱法测液体表面张力并计算不确定度； 2 加热水，研究表面张力和水温的定量关系； 3 水膜宽度应测外宽还是内宽，解释原因。 拓展：研究不同温度下不同盐度的海水表面张力	4	单人 单组	B 必修 1,3 A 必修 1,2,3	考查
	气垫导轨 的应用	1 研究简谐振动，熟悉使用计时仪器； 2 测量重力加速度验证牛顿第二定律。 拓展：分析导轨不平对实验的影响	4	单人 单组	B 必修 1 或 2 A 全做	考查
	霍尔效应 及其应用	1 理解霍尔效应，计算材料迁移率、载流子浓度等参数，控制电流 I_s 。可否用交流电？ 2 如何判定半导体材料导电类型？ 拓展：设计一种测磁感应强度的方法	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2,3	考查
	电位差计 的应用	1 理解电路补偿原理，用电位差计校准电表； 2 用电位差计测电阻，用不确定度表示结果。 拓展：设计用电位差计测量电阻丝长度	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查
	非线性 元件伏安 特性研究	1 测绘电阻、二极管、稳压源伏安特性曲线； 2 解释二极管伏安特性曲线的意义，了解二极管单向导电性，并利用曲线计算电阻。 拓展：利用示波器观察二极管半波整流	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查
	示波器	1 掌握示波器工作原理，观察李萨如图形，熟悉用示波器测量信号幅值和频率； 2 利用李萨如图形测同频率信号的相位差。 拓展：研究 RLC 电路的暂态过程	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查
	分光计使用	1 掌握分光计调节技术，测算三棱镜顶角的不确定度； 2 测算三棱镜折射率 and 不确定度，观察汞灯光谱。 拓展：观察光栅衍射，用分光计测汞原子光谱线波长 ^[5]	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查
	光的衍射 现象研究	1 绘制单缝衍射光强曲线，计算激光波长的不确定度； 2 利用透射光栅测激光波长，角色散率并评定不确定度。 拓展：在光学平台自主搭建光路，观察各种缝元件衍射，学用显微镜测光栅常数，定量研究光栅的分光作用	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查
	迈克尔孙 干涉仪的 使用	1 领悟干涉仪设计思路，观察等厚干涉和等倾干涉，测算激光波长和不确定度，解释干涉条纹随 d 增大变密原因。 拓展：利用干涉仪测钠原子光谱 D 双线的波长差	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1	考查
偏振光的 研究	1 掌握产生和检验偏振光的原理和方法，验证马吕斯定律，了解偏振片、波片的应用； 2 定量研究平面偏振光通过波片后的偏振态。 拓展：用分光计研究光的偏振现象	4	单人 单组	B 必修 1 A 必修 1,2	考查	
第十七周	查缺补漏	满足个别学生补做或重做实验	不计学时，实验室预约开放			

3.4 实践效果

预备级实验设计初衷是帮助实验技能较差的学生补课,出乎预料的是,取得的实验效果远远超过预期.实验技能差的学生为了通过预备级实验考核而获得能修大学物理实验的资格,学习主动性很强,基础好的学生看重预备级实验成绩也会自觉前来必修,实验室里学生结伴学习,传、帮、带使得实验基础夯实和巩固.预备级考核结果表明:绝大多数学生能掌握预备级实验知识点,为后续统一实验教学顺利地进行奠定了基础.

基础级实验是大学物理实验教学的核心.利用课堂引导、启发和实验相结合方式,充分调动学生学习主动性,激发学生科学思维,强化基本实验技能,全面提高学生实验素养.分级设计实验内容,还充分提高了仪器设备和实验室的使用率.

拓展级实验是对必修实验内容的扩展和延伸.内容的设计是将所学知识综合并加以运用,更利于培养学生分析和解决问题的能力.2018年学生将表面张力拓展实验研究、2019年将光的偏振拓展实验研究升级为SRDP项目,加强团队合作,充分发挥学生的个性特长,严谨的科研训练很好地锻炼了学生的创新思维能力.

3.5 实验考核

只对基础级实验项目评分,并制定相应的成绩评定方案:单个实验项目的评定和总成绩的综合评

定.B类学生选修A类学生项目内容的或完成拓展实验内容的,都可酌情加分;A类学生除了必修项目外,还完成了拓展实验内容也可酌情加分.加分细则限于篇幅不再赘述.

4 结束语

同课异构,分级设计教学内容,丰富课堂实践,最大限度地考虑学生的个体差异和专业要求,教学实践中充分激发学生内在潜力,提高各个层次学生的实验积极性,大面积提升教学质量.但也存在一些需要解决的问题,比如:实验方案的多样性与教学仪器的局限性,实验项目设置的合理性和科学性以及是否契合学科发展的需要,分级教学后学生成绩评定的公平性等等,还需要进一步研究和讨论.

参考文献

- 1 武小琴,朱霞,赵平,等.理工科学生高中物理选修情况分析 & 大学物理课程改革建议[J].物理教学探讨,2018,36(5):73~77
- 2 任才贵,艾剑锋.大学物理实验分级开放教学改革与实践[J].大学物理,2007,26(12):36~40
- 3 毋志民,江金,曾毅,等.创新研究型物理实验教学改革初探[J].大学物理实验,2011,24(3):95~97
- 4 尹教建,徐志杰,张亚萍,等.普通物理实验全程式研究性教学模式探索[J].大学物理,2019,38(3):46~48
- 5 赵伟,张权,郑虹,等.分光计上物理实验分级设计与教学实践[J].物理实验,2017,37(1):33~38

How to Achieve Improving Excellence and Compensating Deficiency in the Unified Physical Experiment Teaching Mode

Li Dongping Jiang Yongqing Zhao Peigang

(Physics Experiment Teaching Center, Ocean University of China, Qingdao, Shandong 266000)

Abstract: In recent years, the physical knowledge structure of Freshmen in universities is no longer unified, because the requirements of college entrance examination mode, middle school physics curriculum reform and college specialty setting in each province are different; There are great differences in the physical experiment conditions of middle schools in different regions. The college entrance examination places attach importance to theoretical ability and despise practical operation, which leads to great differences in the experimental basis of students, which makes the class couldn't go on smoothly. In order to meet the learning requirements of different levels of undergraduate students, we design the basic physical experiment contents for the undergraduate students in the whole university in different levels, and strive to achieve the improvement and difference compensation in the unified physical experiment teaching mode.

Key words: physical experiment; the mode of teaching; hierarchical design