

理论物理课程研究型教学的探索与思考

刘永录

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 理论物理课程是物理专业学生学习的重点和难点。通过对研究型教学实践活动的总结和思考, 讨论了理论物理教学中研究型教学的可行性。实践过程表明, 在理论物理课程教学中, 研究型教学环节的加入是可行的, 但是应该具有特定的形式和内容, 特别在具体实施过程中, 需要在发挥研究型教学的优点的同时强调和优化传统教学形式。

[关键词] 理论物理; 研究型教学; 思考

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)SO-0080-03

Investigation on the Research-oriented Teaching Style in Courses of the Theoretical Physics

LIU Yong-lu

(Department of physics, College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Theoretical physics is fundamental and difficult for students whose major is physics. By summarizing the experience of attending the teaching practice, the possibility of adopting the research-oriented teaching in Theoretical Physics is discussed. The practical process shows that it is possible to adopt the research-oriented teaching method, but there should be much difference in comparison with other courses. The key point is that both traditional teaching style and research teaching should be emphasized.

Key words: Theoretical Physics; research-oriented teaching; practice and reflection

笔者讲授的《经典理论物理导论》课程参加过学校组织的研究型教学比赛, 在教学过程中碰到的很多问题非常值得探讨和思考。经过和同事讨论, 关于此次参赛带来的一个最直接的问题就是: 像这种理论性比较强、本身课时又很长的专业基础课是不是适合进行研究型教学? 如果要进行研究型教学, 应该采用什么形式? 需要注意什么问题? 结合教学实践的经验, 总结教学过程中的一些得与失, 我们进行了初步探索, 并对教学中研究型教学方式与研究型教学比赛的关系进行了一些思考。

一、课程基本情况

《经典理论物理导论》是面向指挥类应用物理专业学生开设的一门专业基础课, 总课时 80 (78+2), 上学期上课人数 25 人。课程内容包括三部分: 分析力学; 经典电动力学; 相对论电动力学。相比较于学生以前学习过的课程, 本门课程有几个特点: 一是涉及内容多, 包括的知识点和对新方法、新思维方式的

应用超过了以往课程; 二是理论性强, 需要较强的数学基础; 三是逻辑性强, 但物理内容比较抽象, 因而传统的教学过程主要是依赖于公式推导。另外, 虽然是面向指挥类学员的专业课程, 但是此前该课程的主要课程体系和教学内容仍然是以技术类学员的特点进行编排。

与此同时, 相比较于技术类学员, 指挥类学员有以下特点: 首先, 本课程的准备课程他们学习的是大学物理, 而没有学习基础物理学, 因此在专业基础、特别是物理基础方面较为薄弱; 其次, 这部分学员将来面向部队进行分配, 在以后工作中从事科学研究的机会远小于技术类, 因此很大一部分同学认为本课程的学习对以后没有用, 教学过程中学习热情不高; 最后, 相比较于其他课程, 本课程数学推导多, 所需的储备知识多, 因此难度较大, 而学员课后学习时间普遍偏少, 因此课堂复习是巩固所学知识的重要环节。

基于以上分析, 在讲课的过程中我们特别注意以下几点: 首先是教学的侧重点放在对课程体系的构建

上,同时弱化对具体细节的要求,简要的说,就是将以前学习中注重解题技巧的培训转移到注重物理思想、思维方式的培养。其次,针对学生数学基础薄弱而本课程所需要的数学工具又较多的特点,在讲授过程中注意将物理和数学进行有意识的区分,尽量让学生明白哪些东西是物理上关心的,而哪些是数学的、技巧性的,这样就能让学生尽可能地将精力放在对核心内容的学习上来。最后,在教学中加深对具体问题的剖析,不要求做很多题,但是对于要求学生完成的作业,通过习题课、课堂讨论等,深入分析,增强学生对具体问题的感性认识,从而达到深化基本概念、构建知识体系的目的。

尽管如此,在上课过程中我们仍然碰到了一些问题。笔者曾经做过两届学生的习题讲授和课后辅导,独立讲授了两次导论课程,通过对这四届、约100名同学的了解和调查,发现存在以下几个普遍问题:一是主动学习的现象比较少;二是对细节把握能力不足;三是课程越进行到后面学习的氛围越差。因此为了有效进行教学实践,同时配合研究型教学比赛,我们进行了一些初步尝试。

二、研究型教学实践探索

针对上面分析的问题,在授课过程中我们加入了研究型教学环节。我们的主要目的:一是通过具体问题的引入引导学生进行自主学习,从而增强学习的兴趣和主动性;二是提倡分组合作,几个人针对同一个目标问题进行分工,锻炼学生的团队协作能力;三是希望经过每个小的研讨环节的完整进行,在课程结束后能让学生初步掌握理论物理研究问题的基本思路和基本思想。基于以上目的我们将研究型教学环节以分组比赛的形式设计如下:

赛制:将25名学员分成五组,每5人一组,分组研究,集中汇报。每个小组内部成员自己进行分工合作,共同完成一个题目。一个小组现场汇报,另外一个小组进行提问、诘难。其他小组、老师进行现场提问,并分别打分。两个小组的分数从本次比赛总的分值中产生。

赛程:汇报时间25分钟,问题提问5分钟,自由讨论10分钟,教员总结10分钟。

目的:提高学员运用物理知识研究具体问题的能力与语言表达能力,从而对物理问题认识进一步深化。

评分标准:内容的正确性(40%);问题挖掘的深刻性(30%);表述效果(20%);回答问题(10%)。

评分细则:

(1) 内容的正确性:物理内容正确,公式推导

严密,无明显概念性错误(80分以上);物理内容基本正确,公式推导不严密,有些许概念不清楚(60-80分);无公式推导,内容不完整,有明显错误(60分以下)。

(2) 问题挖掘的深刻性:除了题目本身做出正确的理解,还清楚地阐述该题目的物理内涵和数学形式的关系(80分以上);正确理解题目,在物理上或数学上有一定的理解(60-80分);物理内涵不清楚,仅有形式上的数学推导(60分以下)。

(3) 表述效果:内容表述清楚,思维连贯,论述的逻辑性强(80分以上);内容表述基本清楚,思维基本连贯,但逻辑性不是很强(60-80分);内容表述不清楚(60分以下)。

(4) 回答问题:对所有问题都能够正确、流畅地回答,没有明显错误(80分以上);问题回答基本正确,但有些许概念错误或概念模糊(60-80分);回答不出问题或回答错误(60分以下)。

本次研究型教学,共集中进行了三次,完成了六个题目:

(1) 球极坐标系中的加速度公式;

(2) 中心力场问题;

(3) 卢瑟福散射公式;

(4) 卫星发射中变轨问题研究;

(5) 稳恒电流磁场相互作用中电流元之间相互作用违反牛顿第三定律问题;

(6) 磁单极问题。

讨论课进行过程中,相比较于讲授课时,课堂气氛明显活跃。由于学生事先都经过了思考和探索,因此对所讨论问题有一定程度的认识。此外,由于过程采用了对抗形式,在讨论过程中,许多同学能够就报告中的一些细节进行深入思考,有些问题涉及到了真实科学研究的情况。比如在题目(1)中,在讨论用拉格朗日方程求解加速度公式的优点时,我就问同学为什么不用传统方法(即直接对球坐标系下位置矢量求两阶时间导数)。有同学就在争论了一段时间后说出了问题的关键:球坐标系下三个基矢量都不是常量,而是随着空间点的变化不断变化。比如在题目(3)中,当讲的同学说出他们的结论并将单粒子情况推广到多粒子,从而给出截面的几率意义后,有同学就提问:在做实验的过程中,由于粒子束中带相同电荷的粒子有库伦斥力,这时候由单粒子进行的推广是否可行。这个问题实际上正是我们在科研过程和科学实验中需要考虑的真实问题。

另外,在知识的运用方面也有一些收获。如题目(2),同学经过理论推导,给出了力学体系能够形成稳定轨道的条件:相互作用力为平方反比引力。但是他们还得到了另一个结论:如果所受有心力为斥力,

而大小与距离成反比(1次反比),则也能形成稳定轨道。这实际上就是我们希望学生能够通过学习掌握的重要技术:利用理论推导和分析的方法给出物理规律的预言。

当然也有一些不足。比如对题目(4)和(6),讨论和准备都不充分。对于题目(4),由于物理上可以挖掘的内涵比较少,该问题主要是工程问题占据主导,因此没能形成热烈的讨论气氛。而对于题目(6),学员在准备过程中只做了一些调研性活动,因此尽管讨论中对于磁单极的基本情况和研究现状都给出了展示,但是就本课程内容的学习来讲,没能给出更为深刻的讨论。另外,对于问题(5),同学按照经典教材中的讨论给出了答案,但是没能就场与粒子的相互作用给出更为深刻的讨论。

综合来看,几次讨论过程显示,以往形成的一些观念,即对于理论物理课程学习兴趣不高,并不能单纯归咎于学员基础差、学习无用处或者课后复习时间少。如果能够采取一些形式和方法,使得学生能够主动参与到教学活动中来,那么即使对于一些理论性强的课程,研究型教学也是可行的。但是我们也应该看到,这种形式上的改革总体来看面临很大困难,原因在于两点:首先,这门课程是学生首次接触纯理论物理的课程,此前的学习并不能给学生通过使用理论物理方法把握物理本质以足够的支持,因此对于理论物理思想、方法的讲授和灌输仍然应该是该课程教学中的主要手段;其次,这种形式的教学活动虽然都能够让学生积极参与,但是相比较于教学任务,这种形式所需要的课时和课后准备时间太多,因此课程所要传递的信息仍然是以学生被动接受为主。此外,对这次教学比赛来说,我们的教学环节中只有两个评委老师部分参与到其中,其他评委则仅仅参与了传统讲授课时的环节。

三、总结与思考

本次对研究型教学的实践和探索,无论是对学员学习积极性的启发还是对我本身教学经验的积累和总结都有比较大的意义。纵观本次活动,每个研讨题目学生都准备了差不多两个星期,期间查阅了大量资料,进行了详尽的理论推导。每组学员都在课堂上进行了汇报交流,并对部分题目进行了较为深入的讨论和研究。课程最后以小组形式提供了六个PPT演示文稿,写了六篇研究学习报告,充分展示了学员自主学习过程中的成绩和收获。但是就教学实践活动而言,还有一些需要我们进一步思考和探索的内容。

首先,研究型教学环节在《经典理论物理导论》这种课程讲授中是可行的,但是需要探索适合本课程的形式和内容,尤其选题应该具有典型性、开放性和前沿性。典型性是说一个题目能尽可能多的涉及本课程的内容,或者尽可能深入地与本课程的某些重要知识点紧密联系。开放性是指除了规定套路之外学生能够有发挥的余地,可以在讨论过程中带来一些事先不曾想过的新知识。前沿性是根据教员本身的研究经历,使得题目应该跟科学研究的前沿有一定程度的关联性,能够使得学生在探索的过程中对科研活动有一定程度的感性认识,这样才能有效地激发学生学习的积极性并产生足够的自信心。

其次,教学改革应该改什么,改变是否就等于改革?教学改革在目前教学手段、教学内容都出现了很大发展的大背景下是一个时代性的潮流。但是在一味跟随世界潮流的情形下我们需要一些冷静、一些思考。总体来说,无论什么样的改革,其目的是事情的发展更符合物质的运动规律,使最终效果更好。因此,不能为了改革而改革。结合本课程的特点,如果一味地要求和其他一些工科类课程甚至文科类课程形式上相同,那么只能是越改越坏。理论物理课程是物理专业一门有着优良传统的经典课程,从笔者做学生开始,就接受了好几名老师的教授和指导,结合自己以后的学习和教学经验,发现理论物理课程体系的严格性和逻辑的严密性使得传统教学手段有着自己不可替代的地位。比如在讲授中板书的应用、公式的推导,都是展现本课程魅力的重要手段。相反,如果仅仅依靠多媒体课件,那么理论物理课程的许多味道将不复存在。因此,对理论物理教学而言,研究型教学只能是辅助手段,而不能喧宾夺主。

再次,理论物理研究型教学中教学和科研的关系。科研并不是单纯的做项目或者解决具体问题。理论物理课程和物理学研究的关系具有其自身的特点。在讲授理论物理的过程中,我们需要做一些并不那么前沿但是对以后的研究却影响甚大的基础问题。在进行选题的过程中,我们要意识到基础积累的重要性,尽量避免为了接近前沿而找一些难的、偏的、技巧性强但物理概念并不那么清晰的问题。

最后,虽然理论物理课程可以进行研究型教学,但是并不适合参加评委随机评分的比赛形式。这也要求我们在进行教学实践过程中抛却功利心,以追求学生学习效果的最优化为唯一标准,而不是为了迎合比赛做一些表面工作,上好一门课,不是上好一堂课。

(责任编辑 卢绍华)