



在普通力学课程中开展研究性学习的探索¹⁾

刘海顺 殷春浩 缪协兴

(中国矿业大学理工学院, 徐州 221008)

摘要 讨论了研究性学习的内涵, 给出了力学研究性学习的部分参考课题, 通过教学案例归纳了研究性学习中的师生互动的6个步骤, 并对教师的角色转变进行了分析. 通过研究性学习的实施, 学生学习力学的积极性得到了提高, 创新意识和能力得到了增强. 为在力学课程中开展研究性学习提供了重要的参考和借鉴.

关键词 研究性学习, 力学教学, 课题研究, 创新

研究性学习是随着教育改革的推进而出现的一种以课题为中心、以学生为主体的新型学习方式. 它有别于以往的接受式学习, 能创设类似于科学研究的情境, 充分发挥学生的主体作用, 让学生主动探索、实践和体验, 重视学生在学习过程中的参与和体验, 重视学生在学习中的“研究”, 从而促使他们知情意行^[1,2]的协调发展, 对教学改革和研究型大学的创建能起到重要的推动作用.

普通力学是理工类学生的第一门专业基础课, 对它学习的好坏, 特别是在力学学习中培养的良好学习习惯、创新精神, 对于后续课程乃至整个大学阶段的学习意义重大. 为此, 我们认为将研究性学习引入力学课程意义重大.

1 研究性学习的目标

将研究性学习的目标定位为3个层次:

1.1 获取知识技能

任何学习的目标都是为了获取知识和技能. 研究性学习作为一种学习活动也不例外. 用传统的评价方式去衡量, 研究性学习在此方面并不一定有什么优势, 但由于研究性学习方式注重知识的产生、发展与形成的全过程, 注重知识与相关知识的联系, 注重知识的应用, 注重学生的参与和体验, 对优化学生的知识结构, 提高学生素质有非常重要的作用.

1.2 了解研究过程

研究性学习给学生提供了一个自主制定研究计划、自主查阅文献、自主研究探索、自主总结研究成果的机会. 能使了解科学研究的基本方法和过程. 研究性学习中应注意培养学生的研究兴趣、研究意识、研究习惯、研究方法以及研究态度.

1.3 培养创新素质

一个人要对某一问题有所创新, 一定要对这个问题有大量的充分的研究, 研究性学习与创新密切相关, 学生在探索和发现过程中, 不但可能得出具有创新价值的成果, 体验创

新的过程和成功的喜悦, 形成积极的创新意识, 还可以开阔学生的思路, 培养不拘泥于书本、不迷信权威、不墨守成规的创新人格和善于探索、勇于实践、勇于发现、克服困难、顽强探究的创新精神.

2 研究性学习的部分课题

研究性学习中首先要解决的便是研究课题的确立. 力学与工程实践、日常生活紧密相关, 只要稍加留意就会发现很多可供研究的小课题, 应注意引导学生从力学学科内部、与其它学科、工程技术、社会及学生生活的交汇点等多个方面产生一级课题, 而后将一级课题辐射、递进或分解, 予以扩展^[3], 得到内容更广泛、层次更丰富的次级课题, 以适应不同学生的要求. 以下是学生提出的一些一级课题, 涉及力学问题、力学与各门学科之间、与工程技术及日常生活等各个方面, 可供参考.

摩擦力做功的研究、圆柱体做无滑滚动的条件、弹簧振子固有频率的研究;

多普勒效应的应用研究、利萨如图形在工程中的应用、从动力学观点分析人造卫星的姿态稳定、船舶稳定性与其形状关系的分析;

穿衣服中动摩擦因素的研究、杂技中的力学、自行车刹车的研究、人走路的研究、生活中的应力集中现象、涡旋与抽水马桶的效率问题等;

用分形理论解释摩擦和正压力及接触面积的关系;

康普顿效应与弹性碰撞、孤子现象在物理中的应用;

潮汐与潮力撕裂、黑洞;

团簇现象、自组织现象、化学波的动力学研究;

DAN 螺旋结构与孤子、葡萄藤结构的研究、小鸟的飞行原理等;

旋转球与弧圈球、秋千运动的力学描述、打击中心在体育运动的运用、跳水中的旋体;

乐器发声与驻波、振动、共鸣的关系;

力学中的对称与不对称现象、科里奥利力与大气运动、站台的形状与力学美学;

常见力学量的测定(速度、加速度、角速度、角加速度、转动惯量等)与方法比较;

汽车模型、起重机模型的制作;

力学史研究, 等等.

3 研究性学习的实施及案例

2004-12-29 收到第1稿, 2005-08-04 收到修改稿.

1) 中国矿业大学科技基金资助.

大学生的生理和心理已逐渐成熟,学习体现更多的独立性和自主性;自我支配时间较多;同时,大学里拥有更多的图书和完善的网络资源,有研究经历丰富的专家教授,这些都利于研究性学习的开展。

我们在实践过程中,通过《大学物理》、《工程力学》等必修课程和《身边的力学》选修课程注意渗透研究性学习的思想,激发学生要探究、要实践的欲望,并创造合适的探究条件,让每位同学自主确定研究课题,深入讨论、研究后,以小论文的形式提交,根据小论文的写作情况,记入课程成绩的 20%。

我们将研究性学习中师生的活动总结为图 1。

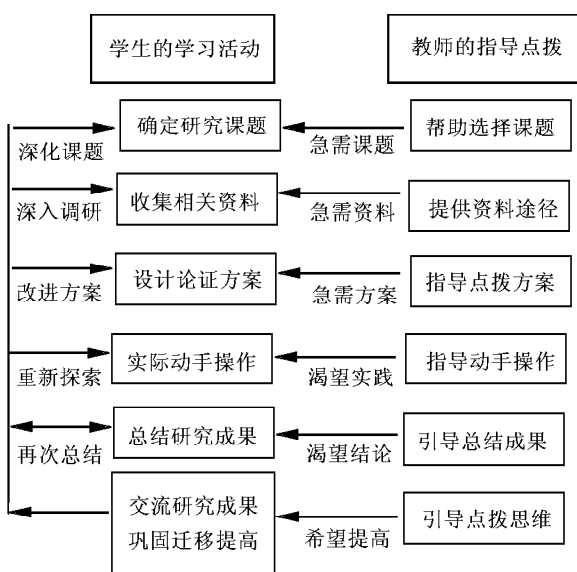


图 1

教师可根据学生在研究性学习中的具体情况,有选择性地指导。

在常规教学中,我们主要强调以下几个方面:

3.1 讲授课中开拓思路

一般授课时总是把问题抽象(理想化)为一定的模型,实际上就是建模的过程,如果进行逆向思维,回到现实世界,会得到丰富多彩而兴趣盎然的问题。如:复习单摆内容时,每去掉一个假定或简化条件,就得到一个比较现实的对象:物理摆、弹性摆、沙漏摆、非线性摆等^[4]。一个例子可以衍生出很多个现实的模型和课题,从而开拓学生思路,激发探索精神。

3.2 习题课中引导思考

习题课中,对典型例题深入讨论,引导学生多角度思考问题,做到举一反三。

3.3 答疑中注意指导

注意与学生的沟通,每周安排 2 次答疑,答疑时,既可以对课本内容进行辅导,同时还特别与学生讨论他们感兴趣的问题,并对研究性学习中遇到的问题进行指导。

在学习刚体的运动时,遇到这样一个经典的题目:一个

半径为 R 的圆柱体从高度为 h , 倾角为 θ 的斜面上做初始速度为零的纯滚动(见图 2)。课堂中注意引导学生进行深入思考:摩擦力是否做功?对此,同学们有两种截然不同的观点,百思不得其解。针对这种情况,我们注意引导学生进行进一步的探索,进行研究性学习:有的同学从功的定义($dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$)和纯滚动条件出发,认为接触点瞬间无位移(瞬时速度为零),摩擦力不做功。但是,还有的同学认为,由于圆柱体滚下过程中要加速旋转,因此,摩擦力对圆柱体中心的力矩要做功($dW = \mathbf{M} \cdot d\boldsymbol{\theta}$),因而摩擦力做功。似乎也有道理,如何加以合理的解释?我们把这问题交给同学们自行解决,要求他们自己查找相关的资料进行学习、讨论(也给定一些查找的途径),用两周的时间进行课外研究,而后自己得出结论。

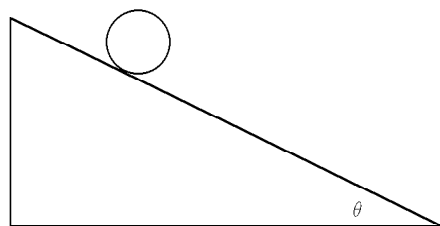


图 2

同学们经过深入的调研,通过文献[5]了解到如果把摩擦力分解为通过圆柱心的力和力偶,则很容易理解此摩擦力不做功。

有的同学将圆柱体简化为质点,详细地讨论了摩擦力存在与摩擦因数的关系及摩擦力做功的条件以及刚体和质点可以相互转化的条件;

还有的同学对这个问题的研究更深入一步:认为若选择与斜面相对静止的参照系,在与斜面相对静止的参照系中,摩擦力确实不做功;但是没有摩擦圆柱体便不会转动,摩擦力的存在使得平动动能有一部分通过做功转化为转动动能,而这里的做功只能来自摩擦(做功);若选择与圆柱体质心平动相对静止的参照系(非惯性系),则摩擦力在质心平动系中所做功不为零,且产生的作用是使圆柱体获得转动动能。同学们进一步认识到^[6]:

(1) 摩擦力是否做功,还要看相对于什么参照系,只有在质心系中才做功;斜面参照系中并不做功。

(2) 摩擦力做功的实质只有在斜面系中(惯性系)才能看出真正的实质内容。

(3) 该问题中的摩擦力做功并非是耗散力做功,它只起机械能转化的桥梁作用。这与滑动摩擦力做功不同。

通过这样的研究性学习,同学们不仅对摩擦力做功的实质有了深刻的认识,同时也感受到探究过程中的无穷乐趣,培养了对学习的兴趣,也了解了研究的方法,逐步培养研究性学习的态度和习惯。

4 教师思想的转变

(1) 改革评价方式,不简单以成败论英雄,更注重形成性、开放式评价,注意学生在学习中是否有提高,学习积极

性是否增强;

(2) 理解学生在学习过程中出现的错误、幼稚, 引导他们从错误中学习, 有时教师本身勇于改正错误、承认自身在某些方面的无知对学生也是有效的教育形式;

(3) 引导学生对课本上一些结论讨论、质疑, 提出新的方案或新的观点, 培养他们的批判精神;

(4) 课堂上注意通报科研前沿与新闻, 教会学生会用互联网, 培养现代化获取信息的能力;

(5) 引导学生阅读学术期刊和科普读物, 使他们善于发现问题, 热爱提问^[7,8];

(6) 不只以课程重点、难点为核心, 可以从学科出发, 遴选热点或学生感兴趣的问题着力进行讨论。

通过研究性学习的实施, 绝大多数学生能够非常自觉地探索自己感兴趣的课题, 能写出高水平的论文, 学习力学的积极性也得到了极大的提高, 近三年来, 已有 20 多名学生分别在国内外建模比赛、周培源力学竞赛、江苏省力学创新制作大赛中获奖, 10 多名学生的论文发表在《力学与实践》、《实验力学》、《矿山压力与顶板管理》等国内核心期刊上; 同时, 我们设想如果能在力学系的系列课程如《理

论力学》、《材料力学》、《结构力学》、《弹性力学》、《塑性力学》、《断裂力学》、《损伤力学》等中开设研究性学习形式, 将使学生系统地受到研究性学习的训练, 从而有效地提高学习兴趣和科研意识与能力。

参 考 文 献

- 1 邹群. 论知情意行理论在人生价值观教育中的应用. 教育科学, 1995(2): 22~24
- 2 卢献, 郑岩滨. 略论“知情意行”行为辅导模式. 教育探索, 2004(4): 100~103
- 3 刘海顺, 王欣. 研究性学习中课题的产生、扩展与选择. 学科教育, 2002(1): 29~31
- 4 卢德馨. 大学物理研究性教学. 物理与工程, 2004, 14(1): 1~4
- 5 胡辉. 无滑滚动时摩擦力的功. 力学与实践, 2001, 23(4): 64~65
- 6 周雨青, 叶兆宁, 彭毅. 纯滚动运动中的摩擦力做功问题. 物理与工程, 2004 (5): 31~33
- 7 武际可. 从荡秋千说开去——漫话共振. 力学与实践, 2003, 25(2): 75~78
- 8 孟昭曜. 力学教学贴近生活的尝试. 力学与实践, 2001, 23(6): 55

理论力学的主动教学模式探讨

袁 健

(南京航空航天大学力学教学与实验中心, 南京 210016)

摘要 通过对中国和美国 Texas A&M 大学基础力学课程教学模式的调查、对比和分析, 引入了“死知识”和“主动教学”等概念, 分析了“死知识”产生的机制并指出了解决这一问题的对策——采用主动教学模式。最后, 在操作层面上, 提出了 7 项主动教学的具体措施。分析和结果也适用于其他相关课程如物理学等课程的教学实践。

关键词 理论力学, 教学模式, 死知识, 主动教学

众所周知, 课堂教学乃是学生接受高等教育的主要方式, 课堂教学的模式多种多样, 不同的模式产生的教学效果是截然不同的。通常教师把教学研究焦点放在如何让学生一听就懂, 教学管理部门也将教师是否讲得清楚透彻作为考核教师业绩的主要指标。这样的要求和标准在理论力学这门课程的教学出现了问题: 这门课的不及格率远高于其他课程。导致这种现象的原因是什么? 什么样的教学模式适用于理论力学课程? 这是本文要探讨的问题。

1 中国理论力学的教学

从理论力学课堂教学来看, 由于内容多而学时少, 教师通常直截了当地将知识介绍给学生, 而学生则处于一种被动

听课的状态, 他们看着教师在黑板上推导并忙着记笔记, 很少与教师对话或和同学讨论。学生不是通过自己的思考总结出理论力学概念, 课后读书与思考少, 做作业时缺少讨论, 这样学到的只能是“死知识”。所谓“死知识”, 就是仅当指明用什么定理或方法来解某题时学生才能够想起的概念和知识, 它不能为学生在解题时自发地应用。这就是理论力学这门课程不及格率远高于其他课程的主要原因。

2 美国相关课程的教学

作者跟踪了美国 Texas A&M 大学的 Beason 教授主讲的工程力学。该课程的教学是这样进行的: (1) 教师在个人主页上公布教学计划包括内容和进程, 要求学生预习; (2) 课堂上教师首先通过一系列的问题或选择题检查学生对所预习章节内容的理解, 学生也可主动提问, 教师解答并总结这一章节的重要概念、定理和公式, 对推导过程不作介绍; (3) 然后教师把重点放在了例题的分析和解答上, 而学生可随时提问题, 也可提上一次作业中的问题; (4) 对下一次课将要讲的内容、主要概念和定理作简要介绍。这样的教学模式让人感到每堂课都好像是复习课, 学生互动踊跃, 课堂气氛轻松活泼, 另外学生可预约教师个别答疑。