



教 改 论 坛

研究性教学的基本特征和传统的教学方法*

刘全慧

(湖南大学理论物理研究所, 湖南 长沙 410082)

(收稿日期: 2006-10-08)

在中国, 研究性教学兼有基于研究的(research-based)和导致研究的(research-led 或者 research-oriented)教学两种含义. 物理学从体系的形成到“物理学”这一名称的产生, 主要都是西方文明的成果. 20 世纪初, 中国大学的物理教授几乎都是从欧美回国的博士, 对于他们来说, 大部分教授的教学本身就是研究性的. 这一点从清华大学^[1]甚至湖南大学物理系^[2]创办期的教师的经历就可以了解到. 一个光辉的顶点就是 20 世纪西南联合大学的教育及教学.

经过文化大革命后, 高等院校恢复招生, 1977—1978 级学生中涌现过一大批杰出人才, 那个时候的学生对知识极度渴望, 教师的教学方法不是本质问题. 后来, 高考升学率逐渐成为中小学教学的指挥棒, 应试教育一度成为中等教育的主流, 少数大学甚至也游离于应试教育的边缘. 我们面对的学生和 1977—1978 级学生有了根本的变化. 从教师角度看, 往往认为学生有三类, 用《颜氏家书》的话说: “上智者不教而成; 下智者虽教无益; 中庸之人, 不教不知也”. 在我们湖南大学, 有的教师甚至认为这三种学生各占三分之一, 也就是有三分之一的学生几乎是“朽木不可雕也”. 如果从学生的角度看情况也好不到哪里去. 近几个月来揭发的几例重大学术不端行为也都发生在高校. 湖南大学六月份有一个硕士对导师的评价, 认为导师水平高、较高、一般及其以下的比例分别为 30%、47% 和 23%.

因此在我看来, 在物理课程教学中, 励志教育也是不可缺少的重要一环. 然后是激发学生学习兴趣, 让中庸以上的人能主动学习起来, 积极探索

适合个人的学习方法. 同时, 也要促使“下智者”能考试过关. 而如何利用好的教学方法激发学生学习兴趣, 现在有一个共同的认识就是研究性教学. 尽管研究性教学还没有得到高校中绝大部分教师的普遍呼应, 但它也的确成为了许多高校教师的自觉行为, 出现了一些好的教材和优秀的教师代表. 在许多高校(例如湖南大学)中, 研究性教学已经成为学校“十一五”建设的主要的教学改革内容之一.

1 研究性教学的基本特征

如果说起研究性教学方法, 大家的看法基本类似, 大同小异. 如果探究它们之间的共同之处, 我看都包括如下几个部分.

1.1 教师最好有一些研究经验, 至少应该对科技进展有兴趣

如果任课教师没有主流研究领域中的工作经验, 很难切身领会人才成长的规律, 是不容易对学生进行教化的. 有一些教师, 给他一本具有开放性的教材, 他们只会按名词解释的方式进行教学. 相反, 如果研究经验丰富, 一本“死”的教材也能进行研究性教学. 这里有一个费曼进行研究性教学的故事值得介绍. 当时费曼在巴西一所大学里教大学一年级的物理, 他认为教材很不好, 学生能学的, 不过是生吞活剥的背诵而已. 对于摩擦发光(triboluminescence), 教科书上写道“当晶体被撞击时所发的光……”. 费曼就这样教他的学生, “当你在黑暗里拿把钳子打在一块糖上, 你会看到一丝蓝色的光. 其他晶体也有如此效应……. 这个现

* 本研究受到湖南省高校教改课题和教育部新世纪优秀人才支持计划资助.

作者简介: 刘全慧, 博士, 教授, 博士生导师, 湖南大学李达教改实验班班主任, 湖南大学理论物理研究所所长.

象被称为摩擦发光。”^[3]

因此,教师如有一些研究经验就会自觉地用近、大、活和前沿性问题代替远、小、呆和偏冷性的问题进行教学。

也有一些教师没有太多相关领域的研究经验,他们对科技进展的理解限于科普读物或媒体报道。经验证明,将这些东西在课堂上适当介绍一下,也很受学生欢迎。从这个角度上讲,研究性教学是人人可为的。

1.2 教学中讲透一个个问题而不是面面俱到

指望学生在一个学期将一本教科书念透是不可能的。老师应该将其中某些知识讲透,知识点和知识点之间的联系往往就是一些基本规律,是该课程的核心部分。教材应该留一点内容让学生自己深入消化。反过来,所谓面面俱到,四平八稳的讲法,只是相对于使用的教材而言的,相对于其他教材来说,也许选材就不那么科学。利用准研究的方式讲透一个问题还能激发学生的学习兴趣 and 积极性。只有学生有了主动学习的激情,才能在不久的将来超过老师。

1.3 例题和习题要不断去理想化

每堂课我一般都布置四道左右的习题,但鼓励同学可以只做其中的一道。不过要把题目研究透,弄清楚哪些是真实的近似,即只是定量上有些失真;哪些是不真实的近似,即原则上可能是误导(misleading)的。如果学生自己能进一步研究该习题,给出定量的修正结果,做出一道题比套公式做四道要好。

1.4 重视课堂互动环节和学生论文环节

每堂课结束前五分钟左右,我总会问学生有什么问题或意见,并鼓励学生写小论文,但不勉强。由于我们的学生没有任何科研经验,论文充满错误往往很正常,但老师一定要发掘其中的亮点。曾经有个大二的学生给了我两篇论文,但论文从前提到结论都是错的。尽管原文要旨全非,我看出文中有条虚线:通常的空气分子体系本质上的不可分辨性可能引起的体系内能的微小修正,可以定量地计算一下。而把虚线突现出来正是教师的职责。另外一个故事也能说明问题。有一次彭桓武先生参加了一个学生博士论文答辩,多数认为某一项计算不够完善,结果意义不大,在评语中就不必提及了,不料彭先生却不同意。他说:“这个计算虽然不够完善,但方法是他想出来的,别人还从来

没有这样做过……”^[4]。

因此,对学生不必求全责备,对他们的创造精神要沙里淘金、泥中觅珠。

2 上乘的传统教学方法也可以是研究性的

侧重完美是传统教学的最高境界,其方法其实也是具有研究性的。

彭桓武先生在比较北京大学物理系两位教授讲课时认为其中一位“讲得太好”。意思是讲完后给人的印象是:这个问题已经研究透了,已经有了最终结论,“无从激发学生的创造性了”^[5];彭先生对另一位的评价则是“讲得很好”,意思是,不仅将成果讲得很到位,而且将不足之处讲得很明白。

复旦大学物理系的倪光炯教授是物理学界著名的学者,他退休后反思自己的教学经验,有一段话值得我们细读:“我自己挣扎了50年,才真正懂得了封闭的教学只能培养出书呆子……。假如(现在)有同学深入地与我讨论,在不少情况下,我会回答说‘我不懂’或‘我不知道’。现在我知道,这样的回答比那种把现有理论讲得天衣无缝,无懈可击的说法要正确得多。”^[6]

我完整地进修过那位“讲得太好”的北京大学物理系教授的课,他的讲课具有上面所讲的研究性教学的核心部分。我也不相信倪教授的教学是那么“封闭”,否则不可能写出优秀的研究性的教材《文科物理》等。

许多教师在教学中能够达到一种纵横捭阖、挥洒自如的境界。他们对基本概念拿捏准确,对教材内容心领神会,对教材中的问题几乎无所不精。能将一门课讲得滴水不漏,这本身就是精深研究后的结果。有许多学生对这种行云流水的教学方法甘之如饴。在湖南大学的学生评教活动中,这类教师的评教分往往很高。

3 结语

如果一定要分类的话,上乘的传统教学方法,其研究性的内容可能比较集中于学科中的基础性问题;而现在经常讨论的研究性教学,研究性的内容可能比较集中于学科中的前沿性问题。对于教学而言,二者不可偏废,它们都是研究性教学。

(下转第58页)

$$a_m = \frac{f}{m}, \quad a_M = \frac{f'}{M}$$

其中 $f = -f'$ 为一对摩擦力。

以 M 为参考系, 由伽利略变换, m 的加速度则为

$$a'_m = a_m - a_M$$

因此在 M 参考系中, m 所受合力

$\sum \mathbf{F} = f \neq ma'_m$, 牛顿第二定律在非惯性系中不成立。

引入惯性力: $\mathbf{F}_i = -ma_M$, 则 $\sum \mathbf{F} = f + \mathbf{F}_i = ma'_m$, 牛顿第二定律形式上成立。假设惯性力与真实力一样做功, 则从开始到两物块相对静止时合力做功为

$$\int \sum \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = \int \left(f + \frac{m}{M}f \right) \cdot d\mathbf{r} = - \left(\frac{m+M}{M} \right) fs$$

由式(2) $fs = \frac{mM}{2(m+M)}v_0^2$, 得

$$\int \sum \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = - \frac{m}{2}v_0^2 = \Delta E'_k$$

动能定理成立。推广至一般情况

$$\Delta E_k = \frac{m}{2}v_b^2 - \frac{m}{2}v_a^2 = \int_{a(b)}^b (\mathbf{F}_k + \mathbf{F}_i) \cdot d\mathbf{r}$$

即在平移非惯性系中, 真实力做功与惯性力“做功”之和等于系统动能的改变量。通过惯性力的引入, 动能定理在形式上也成立。

3 讨论

动能定理是建立在绝对的时空观上的, 是通

过牛顿第二定律推导出来的, 只要牛顿第二定律成立, 则其必然成立。牛顿运动定律只在惯性参考系中成立, 但在非惯性参考系中, 可通过引入惯性力, 使牛顿第二定律在形式上也成立。由上述推导过程可见, 如进一步假设惯性力做功具有与真实力做功同样的性质, 则在考虑了惯性力做功的情况下, 动能定理在平移非惯性系中也成立。与在惯性系中相比多了一部分“惯性力”做功。在非惯性系中看这一部分力做的功并不是“虚无”的。从这方面来讲, 强调“惯性力”是“假象力”并不科学, 惯性力所产生的物理后果是真实的, 具有一定的现实意义。惯性力与所谓真实力的区别源于经典力学的框架中, 人们对惯性系与非惯性系在观念上认识并不平等。在爱因斯坦的广义相对论中则认为引力和惯性力实际上是等效的。

4 结论

通过惯性力的引入并假设惯性力可以做功, 导出了在平移非惯性系中的动能定理, 该定理与惯性系中的动能定理具有相同的形式。

参 考 文 献

- [1] 钟锡华, 周岳明. 大学物理通用教材 力学. 北京: 北京大学出版社, 2001. 69
- [2] 湖南大学校史编审委员会. 湖南大学校史(上册), 长沙: 湖南大学出版社, 1996
- [3] R. P. Feynman and R. Leighton. Surely you're joking. Mr. Feynman, N. Y.: Norton & Company, 1985
- [4] 刘寄星. 山高海阔赞彭公. 物理, 2005, (5): 324~331
- [5] 彭桓武. 物理天工总是鲜——彭桓武诗文集. 北京: 北京大学出版社, 2001
- [6] 倪光炯. 大学物理课程报告论坛集 2005(大学物理课程报告论坛组委会编). 北京: 高等教育出版社, 2005

(上接第 45 页)

我们反对那种照本(屏)宣科, 教而不化的教学方式, 它们从任何意义上都不是研究性教学。

我在湖南大学物理系任教 17 年, 在系教学主任岗位上工作了 11 余年。在我的教学和管理经历中, 我一直坚持励志作为育人的重要一环, 激励学生积极寻找适合自己的学习方法; 积极进行双语教学和研究性教学。部分学生在我们直接指导和帮助下, 正在成长为同行中的佼佼者, 部分已成为国家的栋梁之才, 这是我作为教师的欣慰所在。

参 考 文 献

- [1] 朱邦芬编. 清华物理八十年. 北京: 清华大学出版社, 2006