

享受物理教学

——首届全国高等学校物理基础课程青年教师讲课比赛旁听有感

蒋 平 马世红

(复旦大学物理学系, 上海 200433)

摘 要 首届“高等教育杯”全国高等学校物理基础课程青年教师讲课比赛已经举行. 许多高校的物理教师专程赴会旁听比赛. 笔者跟踪旁听了在上海复旦大学举行的上海市的初赛、在青岛市青岛大学举行的华东地区的复赛以及在成都四川大学举行的全国决赛的全过程, 本文为旁听的感想和体会.

关键词 物理课堂教学; 基本概念; 物理内涵; 艺术

ENJOY PHYSICS TEACHING

—THE ONLOOKER'S IMPRESSIONS OF THE FIRST NATIONAL LECTURE
COMPETITION OF COLLEGE PHYSICS FOR YOUNG TEACHERS

Jiang Ping Ma Shihong

(Department of Physics, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract The 1st national lecture competition of the “Higher Education Cup” college physics for young teachers was held in 2014. Besides the contestants many physics teachers from different schools attended the competition as onlookers. The authors joined all the preliminary competition of Shanghai region held at Fudan University, the East China intermediary competition held at Qingdao University and the national final held at Sichuan University. The impressions of the authors as onlookers are shown in this paper.

Key words physics class-teaching; fundamental concept; physical connotation; art

2014年7月21日首届全国高等学校物理基础课程青年教师讲课比赛决赛在成都四川大学隆重举行. 来自全国6大行政区的12名选手参赛, 许多高校的物理教师也专程前来旁听, 一时在高校基础物理教学领域掀起了新一轮热潮.

本届大赛先由各省市区自行组织初赛, 在此基础上举行行政大区的复赛. 每个行政大区复赛的前两名即成为全国比赛的选手参加在成都举行的全国决赛.

笔者跟踪旁听了在上海复旦大学举行的上海市的初赛、在青岛市青岛大学举行的华东地区的复赛以及成都决赛的全过程, 感想良多. 择其要者分述如下, 以与同行共享.

1 窥一斑知全豹

本届大赛普遍得到青年教师们的高度重视, 他们都把参赛视为难得的一次展示本人才华、提高自身水平的机会. 比赛时, 会场上选手们各自以不同的讲授风格展露为人师表的风采和对物理学的理解及把握. 或激越昂扬语音洪亮手舞足蹈, 或娓娓道来条分缕析如数家珍. 休息时, 会场内外茶

收稿日期: 2014-09-10

基金项目: 国家自然科学基金“国家基础科学人才培养基金”项目 (No. J1103204, No. J0730310).

作者简介: 蒋平, 男, 教授, 长期从事固体物理的教学和理论研究, 复旦大学物理学系课堂教学督导组组长. pjiang@fudan.edu.cn

歇椅旁到处可见青年教师们三三两两热切交流切磋讲课心得,也可见老一辈资深教授对后辈悉心指导热情鼓励.一时盛况喜人.

比赛从一开始就显露出强大的生命力,因为比赛过程本身已无可辩驳地证明,举办全国性讲课比赛适应当前国情,普遍得到全国青年教师的拥护,也得到前辈教授学者的认可和支持.虽然按比赛规则,每个行政大区只有两位青年教师参加决赛,而且每位参赛者只有 20 分钟的讲演时间;但“窥一斑可知全豹”,通过比赛我们可在相当程度上了解全国青年教师基础物理课堂讲授的真实情况,从而能明确今后工作和努力的方向.另一方面,毋庸讳言,比赛也暴露出我们的青年教师的讲授还存在一些不尽如人意之处.这主要表现在对物理学,特别是对物理学基本概念的认识、理解和领悟方面,而不在于诸如语速、语调包括肢体语言等有关讲授的基本技能方面.然而,这又恰恰从另一个侧面说明了举办全国或地区性比赛的必要性和重要性.正是比赛提供了了解全国现实教学状况和水平的机会,也是比赛为青年教师设置了一个难得的交流心得体会、获得指点帮助、激励自己改进教学质量提高自身业务水平的可贵平台.显然,这对全面提升我国高校基础物理的教学水平具有巨大的积极意义.

2 正确掌握基本概念是对物理教师的基本要求

作为物理教师无疑自身应对物理学的概念和规律有深刻的认识和理解,这样才能有效地将物理学的知识传递给学生;所谓自己昏昏如何使人昭昭.过去还有句俗语,“要给学生一碗水,自己得有一桶水.”现在有的老师教给学生的知识同自己掌握的相差无几;不仅如此,甚至在讲授中出现错误的概念.这类现象的一个可能的原因也许是授课老师未能博览群书,往往局限在所用的一本教材或极为有限的少数参考资料的范围;而所采用的书中又难免存在不尽如人意甚至不甚妥当之处.一个典型的例子是在地区和全国的比赛中都有选手抽中高斯定理作为讲题,而且都将电场线的数目与电通量混为一谈.其实,电场线是一种虚拟的假想线,而线数更是一个无量纲无单位的纯数,并非物理量.可是电通量却是真实的物理量,有单位有量纲.二者是不同的概念,不能混为一谈.其间的联系只是在人为地规定通过单位横截面的电场线数在数值上与该处的电场强度相等这

一前提下,通过任意曲面的电场线数目和通过该面的电通量的数值相等,二者并不存在物理意义上的等价性.再者,仔细考虑一下这个联系本身就存在逻辑上的缺陷.电通量的数值(在一定的单位制下)可以有分数,也可以为负数;而几分之几根线或负几根线的说法显然有悖常理.所以在基础物理的教学实践中出现这样的错误可能源自某些教材自身的差错,而主讲教师过分深信所采用的教材.如果老师在备课过程中能多看几本书便可避免此类差错,保证教学内容的正确性和严谨性.

从这一个问题我们还能联想到另一个更为普遍而在基础物理教学中往往被忽视的问题,就是单位制的作用.例如同一电场如采用不同的单位制则场强的数值不同,从而电场线就可能有不同的密度.更为普遍一点,同一物理规律在不同的单位制中会有不同的数学表达形式.在现在通行的教材里牛顿第二定律和万有引力定律就是一个典型的例子.前者极为简单,质量为 m 的质点受到的力 f 写成 m 及其获得的加速度 a 的乘积,虽然定律本身可更一般地表达为加速度与 f/m 成正比.但万有引力定律的表达式中却存在一数值与量纲均极难记忆的引力常数.其实,这完全是 SI 单位制将使质量为 1kg 的质点获得 1m/s^2 的加速度的力定为力的单位(牛顿)的结果.可是,如果将两个质量均为一单位的质点相距一长度单位时彼此间的万有引力取作力的单位,万有引力定律的形式就会变得简单,而牛顿第二定律便要引入相应的系数而不复再有现在的简单形式.同样的例子出现在库仑定律的表现形式上.过去使用 CGSE 制时定律形式特简单,只出现点电荷之间的距离和电量.现在,多出一因子 $1/4\pi\epsilon_0$.这是因为两个电量均为 1C 的点电荷相距 1m 时的库仑力约为 90 亿 N 的缘故.也许,很少有一部现在采用的教材说明这个道理,往往只是写出 SI 制中库仑定律的表达式完事.其实,只要多看几本书仔细思考一下就能明白.事实上,如果任课教师阅读的资料多了,而且不仅限于阅读基础物理方面的参考资料,还包括更高一级的诸如四大力学方面的参考资料;再在此基础上勤于思考,便能厚积薄发,站得高看得远.遇到问题,往往能迎刃而解;即使教材或参考书里没有明确讲到相应的道理,自己也能“悟”出来(这其实正是知识掌握过程中的量变到质变的转化).无疑,这对物理学基本概念的深刻认识和理解都大有裨益;从而应用于课堂讲授中必有积极的收获和效果.

每位参赛选手在演讲前都有一小时的准备时间,而且比赛的范围又限于理工类大学物理课程教学 A 类基本要求.应该说,对常年从事基础物理教学的青年教师而言已能做充分的准备作规定时间 20 分钟的讲演.然而,在实际比赛过程中却出现了诸如将平动与直线运动混为一谈,将麦克斯韦速率分布函数 $f(v)$ 称作概率,认为振子置水平面上可不计摩擦,将力矩一再表示成 $f \times r$,甚至称看到闪电前必闻雷声等低级错误.这说明我们的青年教师在提升自己、改进教学效果的道路上还有很长的路要走.希望老师们通过竞赛看到自己的提升空间,倍加努力,不断取得新的成绩.

3 深刻揭示现象的物理内涵是教学的重要含义

在基础物理范畴,有不少看似简单的例子包含着丰富的物理内容,恰当利用这些例子可以收到很好的教学效果.可惜,许多这样的例子并未得到我们的年轻老师的普遍重视.

一个典型的容易忽视其深刻物理内涵而且通常说错的例子是由定滑轮构成的阿脱武德机.阿脱武德机往往用作刚体绕定轴转动时应用角动量定理的例子.如跨过半径为 R 的滑轮的绳子其两边张力分别为 T_1 和 T_2 ,不少老师包括本次参赛老师在写出滑轮的动力学方程时均理所当然地直接写出 $I\beta = (T_1 - T_2)R$,其中 I 与 β 分别为滑轮的转动惯量与角加速度.不少参考资料里也是这么做的.似乎 $T_1 R$ 和 $T_2 R$ 分别为作用于滑轮上的两个反向力矩.其实,张力 T_1 和 T_2 并非作用于滑轮上,而是作用于绳子上,因此不能认为 $(T_1 - T_2)R$ 就是作用于滑轮上的力矩和.然而,这个动力学方程又是对的;问题在于看似简单的阿脱武德机其实运转中涉及多种物理过程,学生未必能一下子就想明白.如果授课老师引导得当,这个问题应该可以成为一道很有深意的讨论题.作用于滑轮使其加速转动的力矩是绳子与轮缘之间摩擦力的力矩而不是张力的力矩,因为正是摩擦力作用于轮缘因而是作用于轮子上的.换言之,这一摩擦力是作用于滑轮的動力;如果没有摩擦力则除去彼此平衡的轮子的重力和作用于轮轴的支撑力而外并无其他力作用于滑轮,滑轮本身将静止.(顺便说一句,不少同中学物理教学有关的教材或辅导性读物往往作略去绳子和轮缘间摩擦力的假设,这是全然不合理的)这一摩擦力的来源为任一绳子质元对轮缘的正压力;而此一正压力又源于

质元两端绳中张力的合力沿轮半径的分量.此绳子质元对轮缘的摩擦力形成对轮轴的摩擦力矩,所有质元的摩擦力矩之和就是作用于滑轮上的外力矩,而其数值恰好就是 $(T_1 - T_2)R$.

另一方面,从能量角度看,摩擦力既然是使滑轮加速转动的动力,因而必做正功转化为滑轮的动能.然而事实上由于滑轮正常运转时绳子和轮缘间并无相对位移,摩擦力并不做功,或做功为零.这是因为摩擦力和任何力一样作用力和反作用力同时存在,大小相等方向相反.如前者作用于滑轮,后者便作用于绳子的质元;且后者做负功,其数值恰好和对滑轮做的正功相等而相抵.摩擦力的负功要消耗能量,最终归结为悬挂在滑轮两边重物重力势能的一部分.就是说摩擦力起中介作用将两重物的重力势能部分转化为滑轮的动能,体现机械能守恒.这与一圆柱状物体沿斜面向下作纯滚动的问题在原理上是相似的.

对这一类问题,如能在习题课或类似的其他场合引导学生做相应的分析、讨论,相信一定会受到学生的重视和欢迎,从而有助于培养学生创造性思维的能力.

4 重视各分支间的有机联系是学好物理学的重要条件

物理学通常分为若干分支,相应地物理课程也分为力、热、光、电等几部分.但是物理学是一个整体,各个分支间并不是彼此割裂互不相关,而是存在着有机联系的.从教学的角度看,如能深入揭示各部分之间的内在联系必能使更深刻地理解物理学,更好地学好物理课.例如力学、电学中的保守力做功相应的势能和热力学中的态函数就存在密切的对应关系.实际上都决定于所关心的体系的状态本身而与到达状态的历史无关;在数学上都表现为与相关的积分路径无关.换言之,势能也就是体系的一个态函数.教师如能在讲授实践中列举这样的例子必能使学生有豁然开朗的感觉,受到事半功倍的效果.本届比赛中就有一位参赛者是这么做的.即使是同一章节,厘清不同知识点之间的区别和联系同样能提升教学效果.例如,势能是代表物体间相互作用性质的物理量,一定不是孤立的单个物体的性质.然而,低年级学生往往以为重力势能只是重物本身的性质而看不到其实是重物和地球组成的体系的性质.类似的还有电场、电势与电场力、电势能之间的关系.前者只是场源电荷的性质而后者则是场源电荷与所研究

的电荷组成的体系的性质.倘若在讲授中强调这样的分析相信会使学生更深刻地理解场、势等基本概念从而更深刻地掌握物理学的规律.

5 密切联系学生的经验能有效提高学习兴趣

物理学是一门无处不在掌控宇宙万物运行规律的基础科学.就我们个人而言,每天从一睁眼到就寝休息无时无刻不接触物理学;即使睡梦之中人体的生理活动也必遵循物理学的规律.就现代社会而言,物理学更是高度物质文明的基础.从照明灯到太阳能;从体温计到核磁共振诊断仪;从自行车到磁悬浮列车;从羊毛衫到羽绒被,举凡人类的衣食住行都同物理学密不可分,无不建筑在物理学的基础之上.这就表明,物理学的应用无比宽广,物理学是一门最有用的学科,物理课也理所当然地应该是一门饶有趣味、最能学以致用用的课程.

教学实践证明,与物理教材相关的我们生活中的实例可谓能信手拈来.灵活运用这些例子就能从一个方面激发学生的求知欲望,增加学生学习物理的兴趣.可恰恰在这一方面似乎未能引起我们青年老师的重视.几乎所有参赛选手的实际演讲内容都很少涉及生活场景,少见以学生熟悉的生活经验为例引入、解释、应用物理课的基本内容.只是一位决赛二等奖获奖老师在风采展示环节以站在舞台边缘身体前倾即将摔下舞台的瞬间双臂本能舞动的方向说明角动量守恒是一个例外.这位女老师的表演极生动地证明用生活中的经验说明物理学原理正是上好基础课的必需的题中之义.她的表演给听众以深刻的印象.可惜的是,目前青年教师的授课实践中这样的例子太少.时下不少学生对物理课不感兴趣,甚至视为畏途,不能不说教师的讲授不甚得法、过于枯燥缺乏生活气息是可能的原因之一.在这一方面,与全国青年教师讲课比赛同地同期举行的2014年全国高等学校物理基础课程教育学术研讨会上一位台湾海洋大学的老师介绍的经验值得重视.他花费不多,或利用孩子的玩具稍加改进或自行设计制作了许许多多极具生活气息的教具,使物理课具体、生动、易懂,将原本学生感到味同嚼蜡的物理课上得趣味盎然.他的介绍也给听众留下了深刻的印象.他的教学实践值得青年老师们参考、借鉴仿效.而且,笔者相信我们完全可能做得更好.

6 将比赛办得一届比一届好

首届比赛已经落幕,比赛本身已充分表现出这一赛事持续进行的必要性.为了将比赛一届比

一届办得更好,分析比赛中呈现出的可能影响比赛可持续发展的因素是有益的.

就物理课程而言,不同的章节有不同的特点,有的内容容易出彩,有的则不易给评委们带来惊喜.而且,单单20分钟的讲演实际上难以全面评价一位年轻教师的教学水平和教学效果,也增加了评分高低的偶然性.这方面如何改进值得比赛的组织者考虑.笔者以为可以邀请一些资深教师作必要的研讨;以便集思广益,共襄盛举.另外,对参赛选手而言,获得可喜的成绩固然重要,但相信如能借此极为难得的机会获得资深教授的指导和点拨,哪怕只有一两分钟,会更有收获;对参加旁听的其他老师也必有启发.现在,每位选手讲完后有5分钟的评委评分时间;是否可安排若干非评委资深教授作当场点评.为避免干扰评委打分,点评人可在会场就座,而评委则集中在另室借助视频观看、听取选手的比赛.相信这不单对选手有益,对来自全国的其他与会者也同样会有所收获.

7 结语

笔者曾写过一篇文章“教学是一门艺术”^[1],和读者分享对教学的认识和体会.撇开“教书育人”等普遍性大道理以及物理课程本身的特殊意义不论,单从纯业务的角度而言,教学不仅是一门技能,更是一门表达性艺术.就每位教师个人而言,教学永远“没有最好,只有更好”.教学作为艺术,值得我们每个从事教学的人终身追求.物理教学更有别于其他学科的教学,笔者感到物理教学是一门特别有趣的艺术.

笔者之一已退休多年,但至今一直关心系里的教学工作,经常与年轻教师探讨教学.虽教了一辈子书,仍不时有新的认识和体会;从而感觉到一种别样的享受.简而言之,至今乐此不疲.这是一种物理教师特有的乐趣,在一定程度上专属于从事物理教学的人们.

笔者衷心希望我们的每一位同行都能享受物理教学,成为快乐的物理教师,做一个成功的物理人.

参 考 文 献

- [1] 蒋平,叶令,潘笃武,等. 教学是一门艺术——复旦大学物理学系课堂教学督导组工作体会[J]. 中国大学教育, 2013(7):11-12.