

文章编号:1005-4642(2022)02-0058-05



一堂好课的“失败”

张殷, 罗星凯

(广西师范大学物理科学与技术学院, 广西 桂林 541004)

摘要:面向未来的科学与技术教育,离不开有开拓创新意识和实践育人能力的师资队伍。但在科技师资培养的课堂中,讲授式教学(LBL)依然占据重要位置。通过叙事研究,基于对一位国家教学名师奖得主跨越15年的观察,从教的角度深描了一堂堪称无懈可击的好课及“好课失败”的关键事件。这个事件触动名师主动让出舞台的中央,开启基于项目的科技探究学习(PBL)模式,并让其成为科技师资培养课堂的常态。

关键词:项目学习;探究学习;讲授式教学;科技教师教育

中图分类号:G642.421

文献标识码:B

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2022.02.011

2002年,《人民教育》发表了《一堂“失败”的好课》^[1]一文,引发热烈而持久的讨论。既然失败了,怎么还是好课?如果说好课,好在哪儿?人们自然而然的困惑,触及的正是教学评价这个教育的难点和痛点。3年后,一堂让教者自我感觉非常满意,看似无懈可击的“好课”,却最后不得不承认失败,又是何呢?

这是发生在15年前的课堂故事。故事的主人公L教授当时已有25年教龄,2年后他获得了全国高校教学名师奖。那天课堂上的学生来自物理学(师范)专业,他教这样的学生已有18个年头。更关键的是那天他所教的内容源自他20年前硕士论文的研究成果,是他最得心应手的内容。

1 未知的问题

教室里,L老师面前的桌子上摆满了实验仪器。“今天,我们的课从物理演示实验开始。我们先看图1对应的实验装置, A_1 和 A_2 是2个相同的小灯泡, A_1 连着线圈 L , A_2 连着可调电阻 R 。开关 S 接通时,可看到 A_2 立刻变亮,而 A_1 延迟一下才变得和 A_2 的亮度一样。此时,若将开关 S 断开,两灯泡会如何熄灭呢?”

课堂中静默片刻,“ A_1 和 A_2 一起慢慢熄

灭。”一名女同学打破沉默。

“ A_2 先熄灭, A_1 后熄灭。”另一名同学马上提出不同见解。

“ A_1 闪亮一下再慢慢熄灭, A_2 先熄灭再亮,随后再慢慢熄灭。”

“ A_1 和 A_2 先闪亮一下,然后再慢慢熄灭。”

“ A_1 马上熄灭, A_2 闪一下再慢慢熄灭。”

“ A_1 和 A_2 先闪一下,然后 A_1 先熄灭, A_2 随后再熄灭。”

……

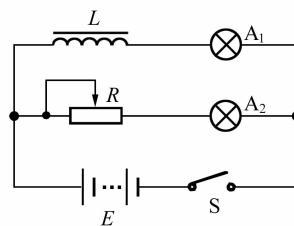


图1 演示通电自感现象电路

学生纷纷发表自己的观点,L老师将这些观点一一归类后写到黑板上。

图1是高中物理教材中用来演示通电自感现象的实验电路:当 S 接通时, A_2 几乎立即变亮, A_1 逐渐变亮,说明在接通电源时,线圈中有自感

收稿日期:2021-12-02

基金项目:国家精品资源共享课(第三批 No. 948);广西教育科学“十四五”规划课题(No. 2021ZJY1047)

作者简介:张殷(1978—),女,广西黎塘人,广西师范大学物理科学与技术学院副教授,博士,从事科学教育测评、物理教育研究。E-mail:zhangyin419@163.com

通讯作者:罗星凯(1958—),男,湖南新邵人,广西师范大学物理科学与技术学院教授,博士,从事物理教育、科学教育研究。E-mail:xingkailuo@vip.163.com

电流产生,阻碍通电时电流的增加. 学生对此非常熟悉,但问到S断开时两盏灯是如何熄灭的,学生的回答却五花八门. 因为演示断电时的自感现象,教材里没有用图1,而是采用图2所示的电路. 一场精彩的课堂辩论就此拉开序幕.

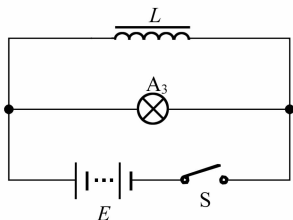


图2 演示断电时自感现象的电路

2 竞争性的观点

L老师:“大部分同学认为, A_1 、 A_2 的熄灭是有区别的,少部分同学认为没有区别. 大家能不能说出道理来?”

“我认为没有区别,因为开关断开后, A_1 、 A_2 处在同一串联电路中.”

“不一样!”有学生立即提出不同观点,“开关断开后, A_1 的支路上有自感线圈,自感线圈有阻碍电流变化的作用,所以产生的电流会比原来的电流大一点. 而灯泡 A_2 在断开的瞬间就没有电流通过了,所以要先灭一下. 但又跟 A_1 组成回路,又会亮起来.”

L老师:“你的意思是 A_1 近水楼台先得月,自感线圈产生的感生电流先流经 A_1 ,然后才流经 A_2 ?”

“老师,我要反驳! 电磁场的运动速度等于光速,因此感生电流几乎同时流经 A_1 和 A_2 .”

“光速确实非常快,但再快也是需要时间的.”前面的学生还是坚持自己的见解.

“不需要时间! 因为电场的建立是瞬间的.”

L老师点点头说,“我赞同你的观点,电场的建立是瞬间的,在这样的电路里,时间差别太微弱了. 我们再把另外一种观点归纳一下:有同学认为灯泡会突然比原来更亮一下,也就是说会闪亮一下,也有同学认为灯泡不会闪. 你们所说的闪一下,就意味着电流……”

“比原来的大.”这一点同学们没有不同意见.

“但闪与不闪是对立的两种观点. 下面就请持有这两种观点的同学来说说你们的理由.”课堂顺其自然地转入下一个问题的讨论.

“我认为不会闪. 因为自感线圈的电流不会大于原来的电流,只是对电流变化起阻碍作用.”这位学生迫不及待地道出自己的观点.

“我认为会闪. 当电流变小时,线圈产生阻碍电流变化的自感电流与原来电流方向相同,叠加在一起后,就比原来电流大.”一名男同学坚定地说道.

另一名男生质疑道:“不! 不可能增大! 开关断开后,整个电路没有其他电源提供能量,整个电路是消耗电路,怎么会变大呢?”

通过有依据地推理得出对现象的预测,是检验学生是否真的理解某一问题的有效办法. 在这个片段中,学生提出了2种不同的观点:一种观点认为2个小灯泡的熄灭是有区别的,原因是 A_1 所在支路上有自感线圈,提出了“电流叠加观点”;另一种观点认为2个小灯泡的熄灭是没有区别的,原因是它们在1个串联电路上,并提出了“阻碍观点”和“耗散观点”. 激烈的争论说明这是2个有竞争性的观点,在进一步的探究之前,很难一下子驳倒对方.

3 “煽风点火”的老师

听到这里,L老师忍不住说“但我们开始做了实验,在图2所示的电路中,开关断开时,灯泡是会闪一下的,这又是为什么呢?”

“因为在图2中,通过自感线圈的电流就比原来通过灯泡 A_3 的电流大,所以断开开关时,产生比原来更大的电流流过 A_3 ,肯定会闪!”这位同学把握十足,“而图1中2个灯泡的规格是一样的,稳定后亮度一样,通过电流一样. 开关断开时,相当于供电电源变成了自感线圈,通过 A_1 的电流一开始就不比 A_2 原来的电流大,所以 A_2 肯定不会闪.”

L老师紧接着提出:“但前面有同学认为开关断开时,自感线圈要阻碍电流减小,会产生感生电流,这个感生电流与原来的电流方向一样,叠加起来就会比原来更大……”

“那就不一定了.”学生的想法动摇了.

L老师兴奋地反问:“不一定? 你刚才很肯定啊?”(学生笑)

“开关断开时,自感线圈要阻碍电流的减小,但阻碍减小,不一定就要增大……”这名男生接着争辩道. 然后突然提高嗓音:“阻碍减小怎么会

是增加呢! 总不会把水龙头关掉后, 水流还突然变大再减小吧?”

L 老师: “很多同学说, 在图 1 电路中, 断电时灯泡会闪一下, 是不是由图 2 电路演示的现象推断而来? 图 2 电路中, 灯泡在断电时闪亮, 到底能不能说明线圈中产生的自感电流一定比原来的大呢?”

“不一定。”不少同学的想法动摇了。

为了推进思考的深入, L 老师一直在“煽风点火”。一旦有不同的观点出现, 他就异常兴奋。甚至一些同学由于不确定, 只敢小声质疑, 也被他敏锐地捕捉到, 并鼓励学生大胆说出来。在这场辩论中, 老师不是“正确答案的提供者”, 学生成了“竞争性观点的积极提出者和评估者”。学生思维的真正卷入, 才使这节课“活”起来, 这为后面的讲解做了很好的辅垫。

4 理论分析与实验结果的冲突

“同学之间的讨论, 有猜想、有反驳还有辩护, 非常精彩! 这些讨论涉及到对自感本质的理解。下面进一步分析这个问题。图 3 是图 1 的等效电路, 我们取 $L \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow L$ 为正方向, 当开关 S 断开时, 电路中电流随时间变化的图像应该是怎样的?”

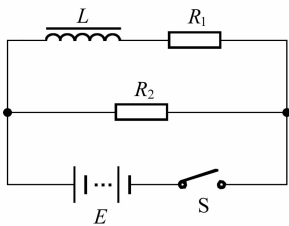


图 3 图 1 的等效电路

L 老师稍作停顿后, 继续说, “我在大学的物理系做过测试。大学生所得到的图像都是如图 4 所示, 没有如图 5 所示的。但换用前面图 1 所示的电路作为测试题, 对于开关断开后灯泡会怎样熄灭的问题, 有 $2/3$ 的同学也像你们刚才多数同学回答的那样, 认为通电线圈在断电时, 线圈中的电流在消失前反而会有突然增大的过程。”

“从前面的分析可看出, 学过大学物理课程的大学生, 懂得暂态过程, 对带有线圈的电路断电过程中电流变化的规律似乎是掌握了, 画出的电流变化曲线都是呈指数衰减, 不会突然增大。但换

用灯泡亮度来问, 难道道理就变了吗?”接着, L 老师从理论上对图 3 两支路的电流变化规律进行分析, 并结合数学公式和图像的表达式将暂态过程一一讲透。

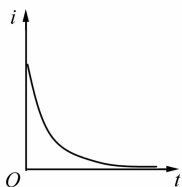


图 4 正确的 $i-t$ 曲线

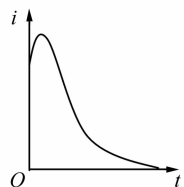


图 5 错误的 $i-t$ 曲线

L 老师走向实验台。“为什么我们在图 2 电路中会看到有灯泡闪亮的现象呢?”当 L 老师把开关闭合后再断开时, 可看到明显的灯泡闪亮现象。“开关断开, 通过灯泡的自感电流比原来通过它的电流大, 注意这个“它”是灯泡而不是自感线圈。弄清楚原因后, 想让灯泡不闪亮, 也就容易了。”L 老师边讲边在自感线圈所在支路上串联可变电阻。当把电阻逐渐调大时, 可观察到灯泡闪亮效果越来越不明显, 直到最后, 完全看不到闪亮现象。

在这段授课中, L 老师用到了自己对于自感现象的教学研究: 绝大多数大学生, 能正确作出图 1 所示电路断电时电流的变化曲线, 但在对灯泡亮度的预测上, 表现与中学生无异^[2]。显然, 课堂上同学们的争论并不出乎他的意料。针对争论的焦点, 他设计的巧妙实验为做出判决提供了确凿的证据。

5 直击本质的精彩比喻

“刚才很多同学认为自感阻碍电流减小就是使电流增大, 但实际上自感的本质是延缓。”L 老师提高声音, “在纯电阻电路中, 电流是可以突变的, 但在有自感线圈的电路里, 电流是不能突变的。由于自感系数不为零, 当原电流变化时, 线圈就要激发出感生电流阻碍它的变化。其中, 阻碍电流减小并不意味着增大, 它只是延缓变化的过程, 使之不会突变为 0。大物理学家费曼把自感的这种本质属性称为电磁惯性。就像物体因质量而具有的惯性一样, 你跑 100 m, 目标是终点, 但不可能立刻就停在终点, 因为惯性, 还会往前冲一段距离才能停下。这个惯性就是阻碍速度变慢, 但

不是速度不变,更不是越跑越快!”

听到这里,学生情不自禁地笑起来,或许是因为L老师比喻的精彩,也可能是因为意识到自己原来想法的错误。

6 令人叹服的实验改进分享

接着,L老师介绍他改进后的实验装置,并连接如图6所示的实验电路。其中K为特制的开关,可以在断开0和1的同时接通0和2。

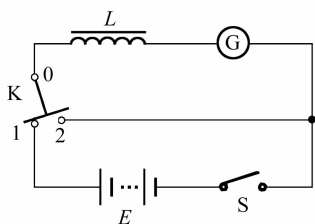


图6 改进装置电路图

实验表明:接通0和1时,灵敏电流计显示在开关接通电源时,回路电流缓慢地增加到稳定值,并且越接近稳定值,电流增加越慢;但当开关断开电源,同时接通0与2使回路短接时,电流是从稳定值逐渐减小为0,且越接近0电流变化越慢。将电感线圈L换成纯电阻,这时观察到的现象是:灵敏电流计指针的变化是迅速而干脆的。

当L老师完成总结,下课时间就到了。但教室里却异常热闹:有的学生陷入沉思,更多的学生则三五成群地讨论起来,还有部分学生更是跑到实验台前要再探个究竟。看到这样的情景,L老师欣慰地笑了。

坐在教室后排听课的我被深深地打动。由真问题引发学生各种竞争性的观点;老师不但没有立即给出正确的结论,还不断“煽风点火”,让冲突愈演愈烈,暴露出学生的前概念和对问题本质的不理解;一一解惑的精彩实验,直击本质的精彩比喻,最后令人叹服的实验改进,不但让学生学到科学知识,还将批判性思维培养、科学探究、学科教学研究成果应用演绎得淋漓尽致。

7 出乎意料的挫败

1周后,L老师也许想巩固教学效果,开始上课时就把同样的问题抛出来,并随机请3名同学来回答。

学生1:“我觉得 A_1 是先闪一下再熄灭。因

为断开开关后,自感线圈会阻碍电流的减小,而产生自感电流。”

学生2:“我不知道怎么解释,但2个灯泡是同时熄灭的。如果有差别,肉眼也观察不到。”

学生3:“ A_1 会闪一下再灭。因为电感会释放能量。”

3名同学的回答都是错误的,并没有因为上周L老师的精彩授课有丝毫改变。这样的结果令L老师陷入深思。第2天,他发博客^[3]写道:“昨天下午的课堂上,几位同学对我提问的回答,使我对有关课堂讲授有效性问题的理解,升华到刻骨铭心体验的层次……”

8 从讲授式学习(LBL)到基于项目的科技探究学习(PBL)

早在1969年,Dale就在研究中发现学生在听完讲座3天后,就只能回忆起不到20%的内容。2000年,Bligh的研究发现这个比例低于10%^[4],学生的遗忘率是惊人的。2014年,Freeman等人在225项关于本科STEM教育的元分析中发现,在科学、工程和数学课程上不及格的学生中,依靠讲授式学习(Lecture-based learning)的学生远远多于主动学习(Active Learning)的学生^[5],也就是说讲授式教学给学生带来更大的失败概率。而以证据为基础的教学,让学生积极主动地参与学习,其效果比传统的授课更好^[6]。

二十多年课堂教学实践中,L老师早已对老师讲、学生听的教学模式不怎么看好,早在大学刚毕业时就喜欢上了物理演示实验,后来从师知名物理实验教学专家周中权先生、刘炳昇先生,自主研发低成本、高智慧和高教育价值的实验探究资源成了他乐此不疲、坚持至今的研究方向。这使得他后来面对基础教育课程改革重大需求时,不仅能沉下心来专注于植根基础教育实际的研究,而且能在培养教师的教学能力中身体力行地践行科学探究的理念^[7]。而这一堂好课的失败,犹如当头一棒,让他痛下决心一定要撤离课堂授课的中心。在此后的课程中,他放弃了作为主角的名师展示,而是让学生分成小组合作探究学习,将这些疑难实验作为项目,让学生们在课前进行基于项目的小组合作探究学习(Project-based inquiry learning)。课堂上,学生小组占据了讲台的位置,教师成了交流中的质疑者和点评者。学习后的产

出往往会让人眼前一亮,可能是 1 个出色的自制教具,1 份探究教学设计,1 篇关于疑难实验的教学研究论文,等等。

9 后 记

此后的 15 年里,“创新实践”成了 L 老师团队使用频度越来越高的关键词。从开始在师资培养课程实施中,让师范生“从‘教’中学‘教’”,到 2008 年开启直面师范生教学能力发展“临床实践”供给难题的“兴华创新实践”,再到 2012 年开始的广西普通高中“通用技术”新课程的创新实施,顶层设计基于科学与工程技术的“探究科技”项目化实施模式,并于 2015 年开始创办兴华青少年科技运动会,为落实学生创新精神和实践能力培养开发出系列新型科技体育项目,为基于项目的科技探究学习落地,提供了自带评价的项目化教学资源^[8]。这 15 年中,L 老师团队越来越坚定地将课程实施和教学改革的聚焦点指向创新实践育人,为从根本上突破传统的“学科中心”课程体系 and “教师中心”教学模式,进行着不懈的努力^[9]。

参考文献:

- [1] 赵光平,罗星凯. 一堂“失败”的好课[J]. 人民教育,2002(10):37-39.
- [2] 罗星凯,周中权. 学生头脑中的前科学概念研究[J]. 江西师范大学学报,1991(4):364-368.
- [3] 罗星凯. 一堂“好课”的失败——一位大学老师的课后反思[EB/OL]. (2006-06-21)[2021-11-15]. <http://blog.risechina.org/u/122/archives/2006/3598.html>.
- [4] Kosslyn S M, Nelson B, Kerrey B. Building the intentional university: Minerva and the future of higher education [M]. Cambridge: Mit Press, 2017:20.
- [5] Freeman S, Eddy S L, McDonough M, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics [C]// Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2014,111(23):8410-8415.
- [6] Singer S, Smith K A. Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering [J]. Journal of Engineering Education, 2013,102(4):468-471.
- [7] 若予. 一位大学教授的基础教育情结[J]. 基础教育课程,2005(9):50-54.
- [8] 罗星凯. 兴华国际青少年科技运动会:创新精神实践能力表现性评价的理念与实践[J]. 中国科技教育,2017(2):8-14.
- [9] 罗星凯,苏荣华,黄秉鍊. 高中课改坚冰已破,创新实验航船提速[EB/OL]. (2014-01-05)[2021-11-15]. <http://blog.risechina.org/u/122/archives/2014/19732.html>.

The “failure” of a perfect lesson

ZHANG Yin, LUO Xing-kai

(College of Physical Science and Technology, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: Future-oriented science and technology education cannot be separated from STEM teachers with innovative abilities. However, lecture-based teaching still naturally occupies the majority in the pre-service STEM teacher training. This narrative research was based on the observation of a winner of the “National Outstanding College Teachers Award” spanning 15 years. The story thoroughly described a key event, “A perfect lesson and the failure of the perfect lesson”, which forced him to shift from the center of the stage to the edge and promote project-based scientific and technological inquiry learning to be the common made of STEM teachers training classes.

Key words: project-based learning; inquiry-based learning; lecture-based learning; STEM teacher education

[责任编辑:郭 伟]