

“互感与自感”教学中的“慢·论证·醒来”^{*}

王家琦 王长江

(安徽师范大学物理与电子信息学院 安徽 芜湖 241002)

王珊珊

(蚌埠市铁路中学 安徽 蚌埠 233000)

(收稿日期:2022-02-07)

摘要:培养学生的科学论证能力是中学物理教学的目标之一,也是物理学科核心素养的重要内容。“慢·论证·醒来”是基于学生的认知过程提出的培养学生思维能力的教学策略。“慢”强调悬置判断、慢下结论;“论证”强调问题、证据、推理、反思;“醒来”强调新的感悟、心理情感的满足。教学实践表明,基于“慢·论证·醒来”教学策略的“互感与自感”的课堂教学,能够将论证元素显性化,突出证据在物理探究学习中的重要地位,提高学生的证据意识和论证能力。

关键词:互感 自感 科学论证 教学策略

1 问题的提出

随着《普通高中物理课程标准(2017版)》的颁布和实施,“科学论证”作为物理学科核心素养中“科学思维”的核心要素之一,引发了教育研究领域的广泛关注,美国在2011年出版的《K-12科学教育框架》中将“科学论证”视为构建科学教育领域框架的重要内容。全球教育领域内更是兴起了诸如ADI论证模型、图尔敏论证模型、PCRR科学论证模型、MEL科学论证教学模型等论证模型。

“科学论证”作为“科学思维”的核心要素,推动学生对物理观念更深层次的理解,促进学生批判性思维和创造性思维的发展,培养学生的动手操作能力以及科学态度与责任感。随着我国教育理念的不断更新,中学物理教师不再局限于灌输式的教学方法,但是在论证教学中不免出现照搬国外的论证模

型的情况,不能很好地与本国的教育现状结合;同时当前教学广泛存在论证流于形式、有论无证的现象,即教师一味追求高效,强调死记硬背,缺乏探究和论证精神。基于这些现状,文章以文献[1]的“慢·论证·醒来”教学策略为理论基础,对其进行“微创新”,在“互感与自感”一课中运用这一教学策略,以期教育工作者开展论证式教学提供参考。

2 “慢·论证·醒来”的教学策略探索

“论证”是思维与教学之间一个可行的互动界面,它强调了思维过程。从思维的角度看,今天呈现在我们面前的全部学科知识,几乎都是人类以理论和实践方式进行论证的结果^[2]。本文的“慢·论证·醒来”是结合文献[1]——“慢·论证·醒来:一种行之有效的论证教学策略”和ADI科学论证模型进行微创新(图1),赋予其新的含义和价值。

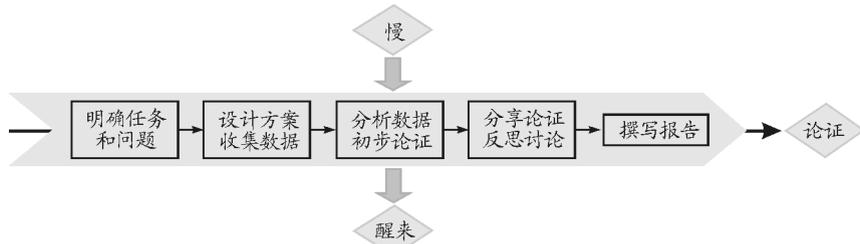


图1 “慢·论证·醒来”论证策略流程图

^{*} 安徽师范大学博士启动金项目的阶段性成果,项目编号:2017XJJ27;蚌埠市2020年度教育科学规划课题“高中物理论证式教学的实践研究”,项目编号:202011

作者简介:王家琦(2000-),女,在读硕士研究生,研究方向为中学物理教学。

通讯作者:王长江(1972-),男,博士,副教授,硕士生导师,主要从事教师教育、科学教育、物理教学研究。

2.1 慢

慢下结论,悬置判断,三思后行.受到我国应试教育的影响,学校以提高升学率为宗旨,在教学上采用过度学习和强化训练的方式,教师单方面强调知识与技能的传授,大多采用高效的灌输教学手段,这种“快节奏、大容量、高效率”的教学过程,忽视了学生的主体性和课堂表现,不利于学生的有序成长和批判性思维的发展.

论证教学要发挥慢的艺术,即强调知识的生成、内化、外化的缓慢过程,使知识的生成过程与学生的认知发展过程同步,不急于定论,悬置判断,在大量证据的基础上形成结论,培养学生的发散性思维^[1].

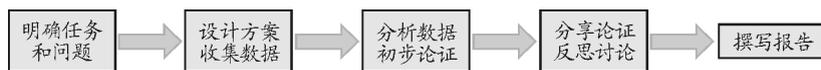


图2 论证模型

新 ADI 论证教学模型是 Grooms 团队在 Sampson 的 ADI 模型基础上的改进,这一模型包含 8 个阶段:明确任务和问题并开展工具对话、设计方案和收集数据、分析数据和初步展开论证、论证阶段、反思性讨论、写探究报告、双盲评议、修改和上交报告^[3].

这一模型将科学论证与科学探究有机结合,通过论证来推动探究教学^[3],不仅注重培养学生的科学论证能力,同时有助于培养学生的阅读能力和科学书写能力,但本文对“互感与自感”教学设计的改进主要目的是提升学生思维能力,新 ADI 模型的一些阶段与这一主旨结合不太融洽,因此,为了将教学时间集中在自感现象原理的分析论证过程中,笔者将新版 ADI 教学模型的双盲评议以及修改和上交报告阶段在这一课中略去,并浓缩为以下 5 个阶段.

阶段 1:明确任务和问题.论证教学的第一步,是创造论证的需求^[4],即制造论题,教师通过创设情境引起学生的认知冲突,进而引导学生明确研究问题和学习任务.

阶段 2:设计方案、收集数据.论证教学的第二步,是让学生寻找论据,学生根据研究问题设计解决方案,在此阶段学生要经历方案设计、方法选择、数据收集过程^[4],找到支持主张的证据.

阶段 3:分析数据、初步论证.学生提出一个由

2.2 论证

“慢”是论证的基础.一方面,在这种“快节奏、大容量、高效率”的教学方式下,教师缺乏引导学生进行科学探究、寻找支持结论的证据意识,相应的,学生也会丧失基于问题进行判断、解释、预测的能力.另一方面,流于形式的论证教学过程中得出的通常是一些未经大量证据证实或证伪的不可靠结论.

本文的论证模型是结合新版 ADI 科学论证教学模型与“互感与自感”一节的特点进行微调(图 2),它是以证据为核心的教学模型,将论证教学与科学探究有机结合,引导学生对证据的论证、解释和反思.

主张、证据和推理共同组成的论点与同学讨论^[3],但是初步论证得出的证据并不能完全支撑结论的形成,因此需要慢下结论,悬置判断,多次论证.

阶段 4:分享论证、反思讨论.学生们提出自己的观点,根据证据互相论证和反驳,给学生时间对观点、证据及论证的方式进行反思^[4],对于证据不足的可以返回阶段 2 继续收集证据再次补充论证.

阶段 5:撰写报告.将论证的内容以书面报告的形式呈现,文字表达应简洁明了,逻辑清晰,最好在头脑中进行精细加工,用思维导图或表格形式呈现,并在书写报告的过程中梳理知识,感悟获得新知识的积极的心理体验^[1].

2.3 醒来

“论证”是综合思维内容和方法并最终促使人“醒来”的途径,“醒来”指的是一种积极的心理感受,是新知识之间的融会贯通,是思维和理智的发展及觉醒,是构建新知后心理情感上的愉悦和豁然开朗,这样的心理体验会增强下一次理性学习的自我效能感.

通俗意义上,醒来是指在所学知识的基础之上能够应用迁移,挖掘与其他知识之间的关系链,与机械性的死记硬背形成对比,具体表现为学生对新知的拓展和灵活运用,对现有理论的质疑和创新,因此,醒来可以被当作评价学生对课堂教学内容掌握

程度的指标。

3 基于“慢·论证·醒来”的“互感与自感”教学设计

“互感与自感”是人教版高中物理选择性必修二第二章第4节的内容。电磁感应的发现是电磁学中最重要发现之一，互感与自感现象是电磁感应现象中的特殊情况，是对旧知的巩固和提高，对以后的学习具有实际的应用价值。因此，文章选取“互感与自感”为例设计教学活动并实施。

课程标准对“互感与自感”一节的要求是通过实验了解自感现象，所以对互感现象的教学要求不高，只要简单了解互感现象的产生以及在生活中的应用即可，而自感现象在教科书中花费了较大的篇幅，内容上包含很多科学论证元素，是本节的重难点内容^[6]。因此，本文截取自感的两个教学片段展开具体论述，以期弥补传统教学的不足，培养学生的科学论证能力和批判性思维。

3.1 “通电自感”教学片段设计

在学习“两个线圈之间没有导线相连，但当

线圈中的电流发生变化时它产生的变化的磁场在另一个线圈中产生感应电动势的互感现象”的基础上，教师设置对比情境，引发学生思考：对于只有一个线圈的电路，线圈中的电流发生变化时，是否还会出现与互感现象相似的现象。

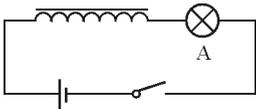
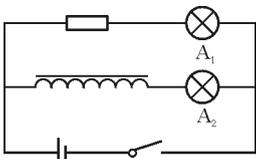
3.1.1 慢

自感现象是电磁感应现象的一个特例，涉及到原电流、原磁场、感应电流、感应电流磁场等物理量，而它们都发生在同一个线圈上，对于逻辑思维能力较弱的学生存在较大的难度，是教学中的一大难点，因此，教师应巧妙设计实验方案降低思维梯度，通过通电自感中与线圈相连的灯泡的亮度变化让学生明白阻止和阻碍的区别，以及感应电流的作用原理。

3.1.2 论证

论证环节不仅是“慢·论证·醒来”策略的核心，也是“互感与自感”教学设计重点。为了让学生能够脱离书本的“死”知识发散思维，自主探究自感现象原理，此环节基于ADI模型对“通电自感”教学片段进行改进，设计突出论证的教学活动，并以表1的形式呈现论证式教学过程及包含的论证要素。

表1 “通电自感”的论证式教学流程

教学环节	教学活动	论证要素
明确任务和问题	教师根据互感现象设置对比情境，引导学生猜想并明确问题：应该怎样设计实验来验证猜想的正确与否？这种电动势的存在会对原电流的变化产生怎样的影响？	主张：一个线圈自身的电流发生变化时也能够产生感应电动势
设计方案收集证据	<p>学生根据问题初步设计实验电路图3。</p>  <p>图3 “通电自感”原始电路图</p> <p>教师提问：在这个电路图中只有一个小灯泡，如何区分灯泡发光时与平时有何不同？</p> <p>学生改进实验(图4)：利用灯泡A₁和A₂(A₁与A₂是完全相同的小灯泡)进行对比实验。</p>  <p>图4 “通电自感”改进电路图</p>	证据：开关闭合时，电路中与电阻相连的灯泡直接变亮，与线圈相连的灯泡慢慢变亮
分析数据初步论证	学生根据实验现象再结合互感现象初步论证，提出观点	主张：线圈自身会产生感应电动势“阻止”原电流的变化

续表 1

教学环节	教学活动	论证要素
分享论证 反思讨论	<p>根据差异完善论证:小组之间交流,存在不同的观点,经过反思讨论,消除差异.</p> <p>师生总结:当一个线圈中电流发生变化时,在它本身也产生感应电动势的现象,称为自感.这种电动势称为自感电动势.</p> <p>探究问题:自感电动势如何发挥作用阻碍原电流的变化?</p>	<p>反驳:线圈产生感应电动势“阻碍”原电流的变化</p> <p>证据 1:开关闭合, A_1 立刻变亮, A_2 缓慢变亮.</p> <p>证据 2: A_1 和 A_2 最终达到相同亮度.</p> <p>证据:楞次定律.</p> <p>支撑:增反减同.</p> <p>主张:原电流增大,自感电动势产生的感应电流与原电流方向相反,阻碍原电流的增大</p>
撰写报告	<p>撰写报告,将论证过程以思维导图呈现(图 5)</p> <p>图 5 导致小灯泡缓慢发亮原因的思维导图</p>	

设计意图:课程标准在选择性必修二的学业要求部分提到,能进一步应用磁感线、匀强磁场等模型综合分析磁场和电磁感应问题,能恰当使用证据推出物理结论或质疑已有结论,能通过法拉第电磁感应定律和楞次定律有关的科学探究掌握对实验证据进行分析与归纳的方法^[5].由此可见,本节课的教学旨在培养学生动手实验、获取证据、分析论证的能力,而新版 ADI 教学模式的流程与这一目标相吻合,通过小组探究实验培养学生合作交流的能力和科学论证能力.

3.1.3 醒来

学生从与线圈相连的小灯泡缓慢变亮这个实验现象出发寻求证据,进行论证,最终得出结论,经历实验探究以及论证过程,学生的认知水平达到一个新高度,同时获得学习接下来的知识的自我效能感.

设计意图:这一片段的教学设计解决了传统的演示实验难以引发学生对概念更深层次探究的问题,由陈述性实验导向设计性实验,一方面确保论证教学的有效实施,另一方面学生自主设计实验,有利

于他们创新性思维能力的发展.

3.2 “断电自感”教学片段设计

教师引导学生:通过电路开关闭合时线圈对小灯泡影响的实验我们发现了自感现象,同学们思考开关断开以后线圈是否还存在自感现象?

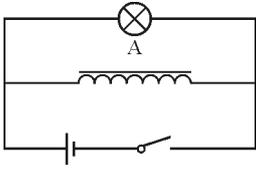
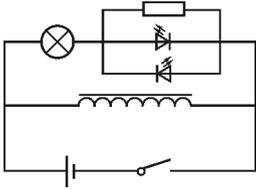
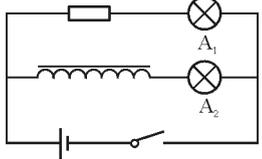
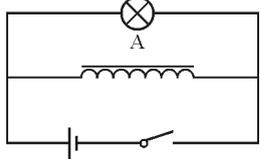
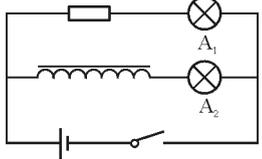
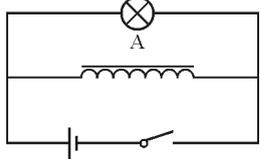
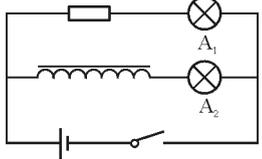
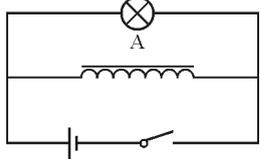
3.2.1 慢

基于之前电路知识的学习,学生知道只有在电路通电时,电源才会发挥作用,而在断电自感教学片段中,实验现象表明电路断开瞬间仍有电流通过,与学生的已有基础形成认知冲突,两个教学片段中电源的作用不同,因此需要重新设计实验方案收集证据开展论证,慢下定论,悬置判断.

3.2.2 论证

与“通电自感”论证教学片段对照,学生有意识慢下结论之后,对猜想产生质疑,为了证明猜想的正确与否而进入推理论证过程.因此,这一环节的设计以培养学生的证据意识为核心,对教科书中“断电自感”教学内容重新编排改进(表 2),推动论证式教学的开展.

表2 “断电自感”的论证式教学流程

教学环节	教学活动	论证要素												
明确任务 和问题	教师提问质疑之后,学生思考:如果开关断开,线圈是否产生感应电流?想要探究这一现象,是否需要重新设计电路图?													
设计方案 收集证据	学生讨论并重新设计电路(图6). 	证据:灯泡在开关断开时没有立即变暗,而是缓慢变暗,甚至有学生发现了灯泡闪亮的情况												
分析数据 初步论证	根据实验搜集到的证据,学生初步提出观点:回路断开时线圈依然会产生感应电流	主张:回路断开时线圈仍会产生感应电流。 反驳:图6只能判断感应电流的存在,不能判断感应电流的方向												
分享论证 反思讨论	教师引导学生重新设计电路图7:在灯泡支路上串联单向导电的LED灯。  图7 “断电自感”改进电路图 基于证据推理自感电动势的作用原理:开关断开时,电流减小,穿过线圈的磁通量减少,产生的感应电流会阻碍原电流的减小,此时线圈充当电源,与小灯泡构成回路,小灯泡没有立即变暗,通过小灯泡的电流方向与原电流相反	证据:开关断开,灯泡没有立即变暗,反向导电的LED灯闪亮。 主张:感应电流的方向与原电流方向相反。 证据:楞次定律。 支撑:增反减同。 主张:原电流增大,自感电动势产生的感应电流与原电流方向相反,阻碍原电流的增大												
撰写报告	小组同学通过表格比较分析通电自感与断电自感(表3),促进知识的整合、迁移与应用。 表3 通电自感与断电自感的比较													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>项目</th> <th>通电自感</th> <th>断电自感</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>电路图</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>现象</td> <td>开关闭合,A₁立即亮,A₂逐渐变亮</td> <td>开关断开时,A过一会熄灭或闪亮一下再熄灭</td> </tr> <tr> <td>原因</td> <td>线圈产生的自感电动势阻碍电流的增大,使流过A₂的电流比流过A₁的电流增加得慢</td> <td>线圈与小灯泡组成回路,由于线圈的自感作用,使得小灯泡过一会才熄灭,若$R_1 < R_A$,$I_1 > I_A$,小灯泡闪亮一下再逐渐熄灭,反之逐渐熄灭(没有闪亮)</td> </tr> </tbody> </table>	项目	通电自感	断电自感	电路图			现象	开关闭合,A ₁ 立即亮,A ₂ 逐渐变亮	开关断开时,A过一会熄灭或闪亮一下再熄灭	原因	线圈产生的自感电动势阻碍电流的增大,使流过A ₂ 的电流比流过A ₁ 的电流增加得慢	线圈与小灯泡组成回路,由于线圈的自感作用,使得小灯泡过一会才熄灭,若 $R_1 < R_A$, $I_1 > I_A$,小灯泡闪亮一下再逐渐熄灭,反之逐渐熄灭(没有闪亮)	
项目	通电自感	断电自感												
电路图														
现象	开关闭合,A ₁ 立即亮,A ₂ 逐渐变亮	开关断开时,A过一会熄灭或闪亮一下再熄灭												
原因	线圈产生的自感电动势阻碍电流的增大,使流过A ₂ 的电流比流过A ₁ 的电流增加得慢	线圈与小灯泡组成回路,由于线圈的自感作用,使得小灯泡过一会才熄灭,若 $R_1 < R_A$, $I_1 > I_A$,小灯泡闪亮一下再逐渐熄灭,反之逐渐熄灭(没有闪亮)												

设计意图:在论证教学过程中,小组同学共同推导,类比互感知识引出新知识,通过探究实验,改进实验,培养学生科学思维和探究能力。自感学习中,学生经历基于问题思考、猜想存在自感、自主探究发现自感、改进实验使现象更加明显、分析电路探究工作原理、推理论证解释现象的学习过程,推动学生的思维向更高阶层迈进。

3.2.3 醒来

在这一教学片段中醒来是对通电自感和断电自感之间关系的领悟,也包括经历一段推理论证得出结论之后畅快的心理体验。

设计意图:在“断电自感”教学片段中,教师发现在前一个片段坚持“慢”的教学之后,学生不再像课堂伊始时直接断言,而是自发地展开同学之间的相互讨论,设计论证方案,经过整个“慢·论证·醒来”教学流程之后,与之前迅速得出结论相比,学生表现出对论证过程更多的兴趣,这正是“慢·论证·醒来”教学策略所想要达到的目的。

4 结束语

针对当前中学物理课堂上论证教学存在的问题,笔者基于 ADI 科学论证教学模型,提出了有利

于培养学生科学论证能力的“慢·论证·醒来”的教学策略,通过这一策略设计“互感与自感”的教学活动,并运用到蚌埠市铁路中学的物理课堂中,一节教学实践之后,学生逐渐学会慢下结论,敢于质疑,寻找证据推理论证,从论证式学习中获得乐趣。

实践表明,基于“慢·论证·醒来”教学策略开展“互感与自感”的课堂教学,能够突出知识中的论证元素,对提高学生的证据意识和论证能力有一定意义。应该说,本文的研究是对“慢·论证·醒来”教学策略的初步探索,还有很多相关的问题值得进一步深入研究。

参考文献

- 1 王长江,王珊珊,范泽林.慢·论证·醒来:一种行之有效的论证教学策略[J].中学物理,2021,39(19):2~6
- 2 李晓艳.慢·论证·醒来——华中科技大学附属小学批判思维培养策略[J].基础教育课程,2017(24):25~31
- 3 弭乐,郭玉英.渗透式导向的两种科学论证教学模型述评[J].全球教育展望,2017,46(6):60~69
- 4 高潇怡,刘文莉.将科学论证融入科学教学:ADI科学论证教学模型简介[J].中国科技教育,2020(4):6,20
- 5 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018

Slow · Argumentation · Wake up in the Teaching of Mutual Inductance and Self - Inductance

Wang Jiaqi Wang Changjiang

(School of Physics and Electronic Information, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241002)

Wang Shanshan

(Bengbu Railway Middle School, Bengbu, Anhui 233000)

Abstract: Cultivating students' scientific demonstration ability is one of the objectives of physics teaching in middle school, and is also an important content of the core accomplishment of physics discipline. "Slow · Argumentation · wake up" is a teaching strategy to cultivate students' thinking ability based on students' cognitive process. "Slow" emphasizes suspension judgment and slow conclusion; "Argumentation" emphasizes questions, evidence, reasoning and reflection; "Wake up" emphasizes the new perception, psychological satisfaction. The teaching practice shows that the classroom teaching of "mutual inductance and self - inductance" based on the teaching strategy of "slow · Argumentation · wake up" can make demonstration elements explicit, highlight the important position of evidence in physical inquiry learning, and improve students' evidence awareness and demonstration ability.

Key words: mutual inductance; self - inductance; scientific demonstration; teaching strategy