



基于审辩式思维的物理规律 论证教学实践探索^{*}

——以“自感”教学为例

吴爱兄

(北京市陈经纶中学 北京 100020)

张春丽

(北京市朝阳区教育科学研究院 北京 100021)

周佩佩

(黄冈中学北京朝阳学校 北京 100018)

(收稿日期:2022-03-17)

摘要:揭示了基于审辩式思维的物理规律论证教学的意义,初步提出了物理规律论证教学的要素,尝试建构了物理规律的论证教学模式,并以“自感”教学为例,探索了具体的实践方法。

关键词:审辩式思维 物理规律 论证教学 实践 探索

近几年来各国学者从不同角度对审辩式思维引入教学进行了深入研究,2021年笔者所在课题组将审辩式思维与论证教学相结合开展了“基于审辩式思维的物理论证教学实践研究”。本文仅分享我们课题组在物理规律论证教学中实践探索的一些初步成果。

1 基于审辩式思维的物理规律论证教学的意义

1.1 物理规律教学的重要性

中学物理是以一些基本要领和基本规律为主干构成的知识体系,物理概念、物理规律和学科方法及其相互联系构成了整个物理的基本结构^[1]。其中概念是基石,规律是中心,方法是纽带。建构概念的目的是为了描述规律,掌握科学方法的目的是为了有效的探究得出规律,揭示物理量内在的、必然的联系。因此物理规律教学是高中物理教学的重要组成部分。

1.2 实施物理规律论证教学的必要性

教育部2017年颁布的《普通高中物理课程标

准》明确将“科学探究”和“科学思维”作为物理核心素养的重要方面,这使得规律教学不单以学生掌握物理规律为目标,还要通过规律教学使学生掌握科学的研究方法,提高观察与实验能力、思维能力以及运用规律分析和解决问题的能力,激发学生进行科学探究的积极情感。但当前的物理规律教学往往流于形式,学生按照教师的事前预设开展探究活动,忽略了探究过程中最具有生发力的思维碰撞与审辩。这样的探究流于浅表,既不利于学生从本质上掌握物理规律,也不利于学生的素养发展。因此,在规律教学中恰当引入论证教学是有必要的。

1.3 基于审辩式思维的论证教学与核心素养的关系

我们课题组借鉴文献^[2]的观点将“审辩式思维”内涵用4个要素来概括:“质疑批判、分析论证、综合生成、反思评估”。审辩式思维的论证教学始于质疑,归于反思,是一个循环往复动态发展的过程。启动质疑的源动力是对于问题情景、驱动任务的批判思考,推动思维发展的是对研究问题的深入分析论证,监控论证过程引导思维不断深化的是对整个

^{*}“北京市物理学会张春丽名师工作室”项目研究“基于审辩式思维的物理论证教学实践研究”的阶段性成果之一。

论证过程的适时反思评估,最终目的是综合生成对事物的科学认识 and 解决问题的决策方法.这4个要素与物理学科核心素养的4个维度存在着很强的匹配关系,如图1所示^[3].

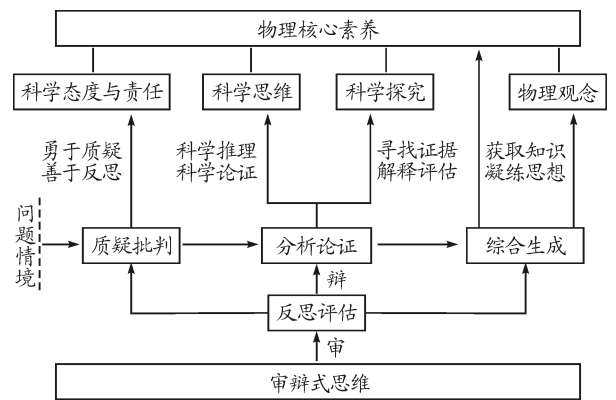


图1 审辩式思维与物理核心素养的关系图

2 基于审辩式思维的物理规律论证教学研究探索

2.1 物理规律论证教学的要素

从实操层面看,科学论证的起点源于对问题情景提出的主张.普通高中物理课程标准指出科学论证的过程离不开科学推理,科学推理是科学论证的必要条件;科学论证的结果包含建立科学解释和对科学解释的反驳与辩护^[4].结合物理规律教学特点,我们认为基于审辩式思维的物理规律论证教学主要包含以下几个要素:论题、观点、实验探究、理论推

- 理、科学结论.具体阐述如下:
- (1) 论题,即引发论证的问题.
 - (2) 观点,即结合真实的问题情景提出主张.
 - (3) 实验探究,即猜测、设计、解释评估、批判反驳等实证活动.
 - (4) 理论推理,即由证据进行逻辑推理、支持观点的过程,包含证实和证伪两个方面.
 - (5) 科学结论,即在事实或理论推理的基础上得出规律.

2.2 基于审辩式思维的物理规律的论证教学模型

物理规律论证教学可以按照如图2所示的模式进行.教师设置真实的问题情景,提出驱动任务,引发一个真实的论证问题.学生基于论证问题提出自己的观点,收集资料寻找理论证据和实践证据,通过科学推理、交流反思、批判质疑做出科学结论,再通过对结论的质疑提出新的观点,在推理解释的基础上作出新的判断和分析论证,在不断的循环论证中深化对物理规律的本质理解.教学活动的起点是“问题情景”,教学活动的深化点是“审”——对问题的质疑批判,教学活动的核心点是“辩”——分析论证、综合生成,贯穿始终的是逐步深入的“审”——反思评估,同时生成驱动下一轮审辩思维循环的“新问题”,最终达到审辩式思维能力及素养水平的发展.

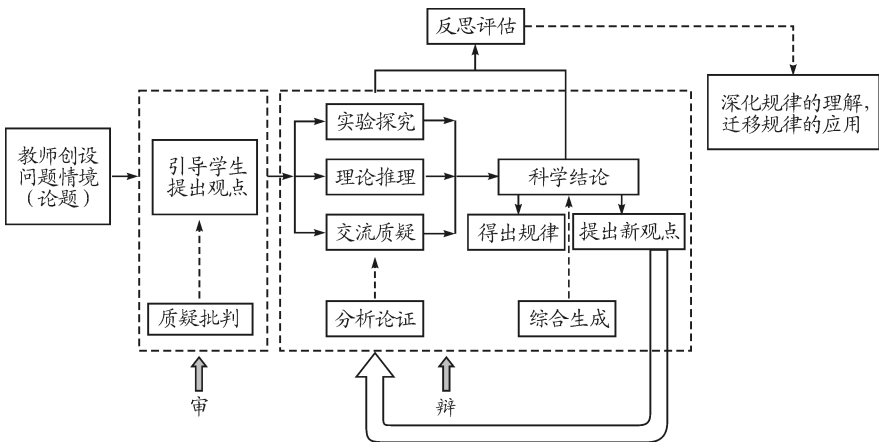


图2 基于审辩式思维的物理规律论证教学模式

2.3 物理规律论证教学的功能

物理规律教学一般过程包括探究得出规律、理解规律、应用规律3个环节.在探究得出规律环节开展论证教学,学生可以在经历探究规律的过程中培

养科学思维方式、学会科学的研究方法;在理解规律的环节开展论证教学,学生可以在讨论物理规律与相关概念、规律的联系与区别,构建知识体系;在应用规律环节开展论证教学,学生可以通过解决实际

问题学会运用规律分析问题、解决问题的策略性方法. 基于审辩式思维的物理规律论证教学是帮助学生建构物理体系、提高思辨能力、提升问题解决能力、发展学科核心素养的有效途径.

3 教学案例 ——“自感”

3.1 以往教学处理存在的问题

“自感”是人教版教材“电磁感应及其应用”一章第四节的内容, 本节课是一节规律迁移应用课. 课标对本节的要求是: 通过实验了解自感现象, 能够解释这些现象的原理, 能举例说明自感现象在生活中的应用. 在以往的教学教师通常将重点落在现象的观察和知识的应用上, 学生通过观察实验得出自感现象定义, 阐述其成因, 应用所得结论来处理各种自感现象的练习. 这样的教学使得有些学生学完本节知识后虽然能够说出教材中通电、断电的自感现象, 但是不能将其灵活地迁移到其他电路中分析问题. 有些学生甚至认为自感系数越大感应电流就越大, 电灯闪亮的条件主要取决于自感系数等错误认识.

3.2 基于审辩式思维的教学设计思路

基于审辩式思维的物理规律论证教学倡导学生运用“审”和“辩”的思维方式获得规律、理解规律、应用规律. 本节课尝试创设层层递进问题情境让学生每时每刻都在思考质疑, 在实验探究中加入猜想推理、理论分析、交流质疑、反思评估环节, 在规律的应用中加入辨析、解释、阐述环节引导学生通过分析论证综合生成对知识的全方面认识, 以突破教学的重点和难点.

3.3 突破教学重难点的主要教学片段

3.3.1 深入理解自感现象的原理

审辩式思维的教学活动起点是“问题情景”, 好的问题情景能够激发学生自主探究的兴趣, 驱动学生自发的进行“审”与“辩”的思考. 本节课在论证自感现象的原理时, 选择了3个问题情景(图3~图5)作为驱动任务. 3个驱动任务关系如图6所示.

问题情景一: 全班学生都手拉手拉在一起与自感线圈一起并联接在一节电池两端, 电路图如图3所示. 体验当开关断开瞬间的感觉, 并思考为什么会有这种感觉.

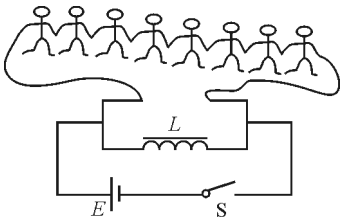


图3 “千人震”实验电路图

问题情景二: 将线圈接入图4所示电路, 思考由于线圈的存在, 开关闭合瞬间两个电灯的亮度变化是否相同, 并阐述理由.

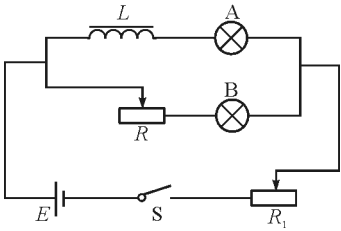


图4 通电自感电路

问题情景三: 将线圈接入图5电路, 思考在电源断开瞬间, 灯会马上熄灭吗?

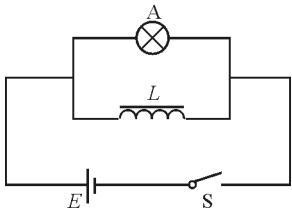


图5 断电自感

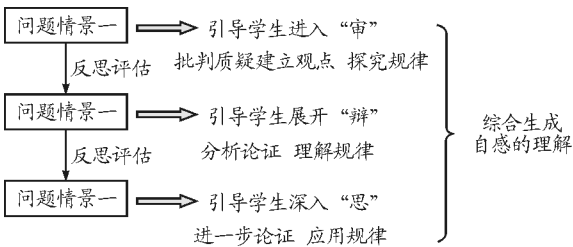


图6 3个驱动任务的关系

(1)“审”—— 思考质疑. 问题情景一中的“千人震”实验是一个非常震撼的体验实验, 参与体验的多数学生会产生这样的质疑: 为什么一节干电池会电到我? 线圈在电路中起到了怎样的作用? 这就使学生自发地进入了“审”的状态, 此时教师再引导学生思考开关断开了, 你还能体验到“电”, 这个电是怎样产生的. 学生自然而然地就会将实验体验与原有认知建立起联系. 通过交流讨论能够提出这样的观点: 当开关断开瞬间线圈内的电流发生变化, 使线

圈内的磁通量发生了变化,产生了感应电流,我们被感应电流“电”到了.这就形成了对自感现象的初步认识,这个认识很模糊,很多学生还存在着一些疑惑,例如在课堂中有的学生提出这样的问题:“开关闭合瞬间电流也变化有没有感应电流,这时感应电流会起到怎样的作用.”

(2)“辩”——分析论证.问题情景二的提出就是要引导学生通过“辩”来解决质疑.因此提出问题后并没有马上进行实验演示,而是加入了猜想推理环节,让学生利用原有知识进行分析,猜想实验现象,交流表达自己的观点.这样的设计一方面是为了培养学生的证据意识、表达能力.另一方面也是想通过学生的表现了解他们的认知层次、思维障碍.课堂生成中我们发现学生都认为A灯会后亮,但是理由各不相同.主要有3种观点:观点1认为由于线圈支路的电阻大,所以A灯会后亮.观点2认为线圈中的电流变化会让线圈中的电阻也逐渐变大所以A灯会后亮.观点3认为线圈所在支路在电流变化时产生了感应电流,感应电流阻碍了原电流的变化.

(3)“辩”——反驳和证伪.显然持有观点1和2的学生并没有理解自感现象,这时教师及时引导学生进行反驳和证伪.对于观点1学生选择了实验反驳:调节滑动变阻器的旋钮,改变其电阻使开关闭合后两个灯同样亮,说明此时两条支路电阻相同,再闭合开关发现依旧是B灯先亮,A灯后亮.对于观点2学生采用了理论反驳:线圈是用标准电阻丝绕成,电阻的大小仅与长度、材料、横截面积有关,电阻是不会随着电流的变化而变化.说不清,不辩不明,正是通过这样的证伪过程学生从本质上理解了A灯后亮这种“延迟”效果并不是电阻对电流的阻碍,而是感应电流对原电流变化的阻碍.

(4)“辩”——综合生成.为了深化和巩固这种认识我们提出了问题情景三.有了前两个环节“审”“辩”“析”的经历,面对这个问题学生可以自觉应用电磁感应原理分析问题,猜想实验现象,在这里笔者将重点落在如何引导学生建立准确的科学结论.提出了这样的辅助问题,“开关断开后谁充当了电源为电路供电?”“此时的电流方向是怎样的?”“你判断的依据是什么?”这样的问题能够有效地帮助学生理清分析问题的思路,建立自感现象与电磁感应现象的关系,形成系统知识体系.综合生

成对“自感”科学全面的认识,进而突破了教学的重点.

3.3.2 探究断电自感灯泡的“闪亮”条件

传统教学中断电自感和通电自感是由两个实验仪器来演示的,这种设计很容易让学生产生图4只有通电时才有自感现象,图5只有断电时才有自感现象,只要是断电自感电灯都会“闪”一下的错误认识.本环节笔者以此为驱动问题通过两个论题的讨论突破教学难点.

问题情景一:在图4的电路中断开瞬间有没有自感现象,在图5的电路中闭合瞬间有没有自感现象,为什么不用一个实验仪器来演示?

问题情景二:何时可以观察到电灯的闪亮现象?

这两个问题情景的作用如图7所示.问题情景一的作用驱动学生审辩式思考,问题二是在问题一的论证反思中生成新问题推动思维循环.通过这两个问题的论证综合生成对规律的正确认识.

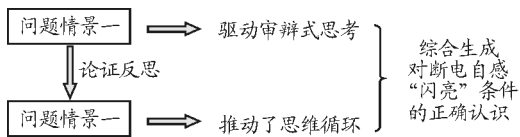


图7 两个问题情景作用

(1)“审”——提出观点.问题情景一的提出让学生自发地将通电自感和断电自感放在一起进行分析比较,结合前面的自感概念,学生能够提出自己的观点:两个电路在开关断开和闭合瞬间都会产生感应电流.但是如何论证这个观点,这个观点与传统实验仪器的实验现象存在矛盾,我们观察不到图4电路中断电瞬间的电灯“闪亮”现象,也观察不到图5电路中通电瞬间电灯的“延迟”现象.

(2)“辩”——分析论证、实验探究.在教学中笔者是这样处理的:先让学生“辩”,通过理论推理猜想电流的变化,定性画出电流变化图像,这个过程意图是让学生再一次通过分析推理,解释说明加深对自感规律的理解,同时发现学生的认识盲点.图8为学生课堂上的交流展示图,我们发现学生可以理解线圈的阻碍作用,但是并不清楚这种阻碍使电流怎样变化,这时我们就有必要引入先进的实验仪器,正确测出电流变化.当我们用传感器代替图4中的电灯进行实验探究,画出电流的变化曲线(图9)时,学生结合图像和理论分析论证了自己的观点.

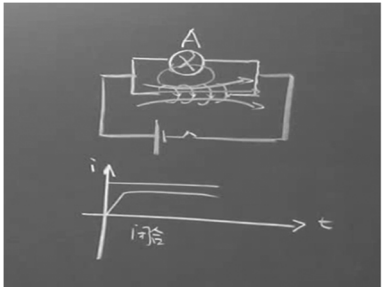


图8 学生课堂生成图

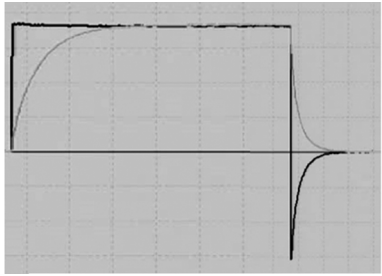
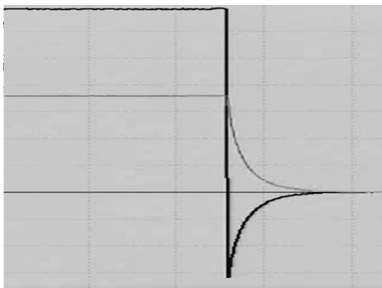
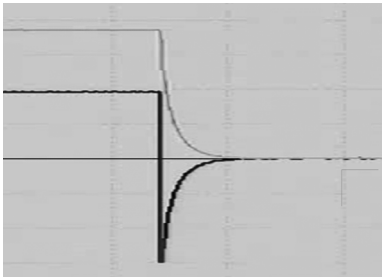


图9 传感器画出的电流变化图

(3)“审”——深入思考.此时结合图像9提出问题情景二“此时你是否可以看到灯的闪亮现象”,这时学生已逐渐形成一种“审辩”的思维习惯.能够主动通过质疑批判提出观点:断电后灯泡的闪亮是因为断电瞬间产生的感应电流比原来流过电灯电流大了.自发地进行新的“辩”:设计探究实验通过改变电阻箱的电阻来改变电流,进行分析论证.实验数据如图10所示.



(a)电阻箱的电阻大于线圈电阻



(b)电阻箱的电阻小于线圈电阻

图10 断电时的电流变化图像

(4)“辩”——综合生成.结合理论分析与实验探究学生综合生成科学结论:线圈内产生的感应电流不突变,当线圈的电阻小于电阻箱的电阻时,断电时电阻所在支路的感应电流会大于原电流,我们有可能观察到灯泡的闪亮现象.当线圈的电阻大于电阻箱的电阻时则观察不到灯泡的闪亮现象.

这样的设计意图有两个目的:一方面是在学生应用规律分析问题的过程去理解规律,深化认识,提高解决问题的能力,突破教学难点.另一方面也是在培养学生“审”“辩”的思维习惯,提升学生解析、分析、评价、推论、阐释和自我调控的“审辩式”思维技能,提高思辨能力.

3.3.3 探究自感电动势的大小

前面的教学活动使学生一直处在质疑、思考、分析、论证的氛围中,逐渐养成了真正的、主动的、自觉的“审辩”,面对新的实验数据,有的学生马上提出了自己的质疑:自感产生的感应电流不突变,感应电动势突变吗?自感电动势如何测量?这也成为新的驱动问题,推动新一轮的论证思考.

驱动问题:利用所给仪器(可拆变压器、数字电压表、1节干电池、开关、导线)测量断电自感的感应电动势大小,阅读教材理解自感电动势的概念.

(1)“审”——思考质疑.结合前面的所学设计实验电路图,如图11所示,猜想测量结果.

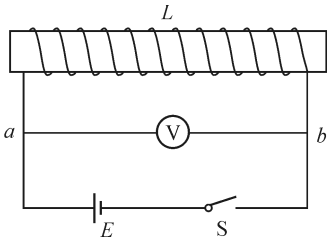


图11 测量断电自感的感应电动势电路图

(2)“辩”——实验探究.测量开关断开瞬间线圈两端电压,可达到100V(由于这是一个暂态过程,每次测量会有不同.)

(3)“辩”——交流讨论、理论推理.电路断开瞬间自感线圈充当电路的电源给电路供电,依闭合电路欧姆定律可知 $E = I(R + r)$,断电瞬间电流不变,但是此时电路与空气相连电阻很大,所以自感电动势很大.

(下转第14页)

Exploration and Practice on Ideological and Political Teaching System in Infiltrating Curriculum of University Physics

Feng Cunfang Zhou Cai Guan Wei

(School of Mathematical and Physical Sciences, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200)

Abstract: This article expounds necessities of implementing ideological and political education in university physics from the following advantages: curriculum, teachers and students. Combined with the contents of teaching materials, we excavates the ideological and political elements contained in university physics from four aspects: the ideological and political elements contained in the curriculum itself, the general ideological and political elements, the ideological and political elements in the ideological and Political Curriculum and the important speech of the general secretary. It also introduces the common methods of integrating ideological and political education into daily teaching, and innovates the silent infiltration teaching method to achieve the purpose of building morality and cultivating people.

Key words: ideological and political education; teaching systems; strengthening morality

(上接第 6 页)

阅读教材综合生成概念:自感电动势 $E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 式中的 L 是自感系数,与线圈的大小、形状、圈数以及是否有铁芯有关。

3.4 课堂的总结提升

本节课最后又提出了这样一个驱动任务:“思考梳理本单元所有的电磁感应现象,看看他们有哪些共性,其本质是什么?”意图引导学生通过本章内容的纵向比较,分析论证形成系统的知识体系,应用审辩的思想,多角度思考问题.从能量角度思考自感现象的本质.图 12 为课堂生成板书。

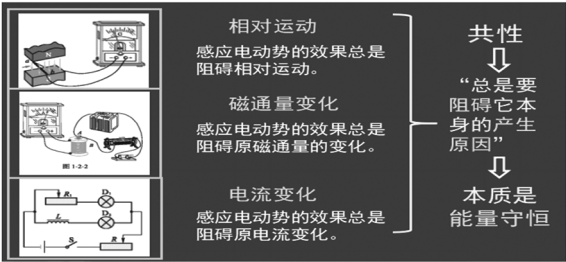


图 12 课堂总结提升板书

4 结束语

基于审辩式思维的物理规律论证教学,在不断加深学生对物理规律深入理解的同时,也在不断促进学生像科学家一样思考、思考、再思考,深度思考不断被激发,思维的源动力不断迸发!秉承这种样态的物理教学,学生的学科素养怎能不有效发展呢?

参 考 文 献

- 1 腾长江. 浅谈高中物理教学中物理概念的形成与规律的掌握[J]. 课程教学研究, 2013(9)
- 2 马利红,魏锐,刘坚,等. 审辩思维:21 世纪核心素养 5C 模型之二[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020(2):45 ~ 56
- 3 李茹新,何德强,周佩佩,等. 基于审辩式思维的物理论证教学实践探索[J]. 中学物理, 2022(9):6 ~ 9
- 4 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