

ETA 物理教学法在高中物理教学中的应用*

——以“磁场对通电导线的作用力”教学为例

蔡琳琳

(哈尔滨师范大学教师教育学院 黑龙江 哈尔滨 150025)

冯立峰

(哈尔滨师范大学物理与电子工程学院 黑龙江 哈尔滨 150025)

(收稿日期:2022-08-30)

摘要:ETA 物理教学法作为紧密联系认知规律的教学方法,可以有效训练学生的科学认知能力.依据 ETA 物理教学法进行教学,能够规避许多高中生在物理学习中可能出现的问题,借此,将“磁场对通电导线作用力”建立在 ETA 物理教学模型下进行论述,以期发展高中生的物理核心素养.

关键词:ETA 物理认知模型;ETA 物理教学法;磁场对通电导线的作用力

一个好的物理教学法是教师和学生有效沟通的前提,一个新颖且兼具实用价值的物理认知模型更是能够使教学理论有更新更高的发展.随着过往教育问题的显露,以及人们教育观念的革新,一些新型学术观念也可以在教师进行教学的过程中被加以借鉴考量,予以实践运用.逐渐匡正当前教育的滞涩之处,以期在将来培育出更适合时代发展、具备独立思考能力、拥有终身学力的高水平技术人才.

在这个研究过程中,ETA 物理教学法对于当前高中物理教学活动十分适用,ETA 物理教学法脱胎于 ETA 物理认知模型,是对复杂的现实世界进行观察、简化再应用的处理,特别适合于对零基础学生的教学,同时目前如何让物理课程渗透生活使之变得更加生动有趣,让知识脱离书本的桎梏、回归自然,让学生成长成为具备全面认知能力的人也是当前物理教育亟待解决的问题之一.所以,现阶段基于这样的考量,本篇文章就着重论述 ETA 物理教学法与高中物理教学的有效结合,以“磁场对通电导线的作用力”一课时的教学为例,以期为高中物理课堂教学提供参考.

1 ETA 物理教学法简介

要想了解 ETA 物理教学法,首先需要了解什么

是 ETA 物理认知模型.ETA 物理认知模型其实就是对物理认知规律的一个总结,是穆良柱教授根据物理学家的实验探究过程总结出的认知模型,如表 1 所示.

表 1 ETA 物理认知模型

物理认知阶段	物理认知过程
实验物理	1. 观察物理现象
	2. 挑选研究对象
	3. 明确研究问题
	4. 量化描述性质
	5. 寻找实验规律
理论物理	6. 建立理想模型
	7. 建立公理认知
	8. 实验证伪检验
应用物理	9. 解释已有现象
	10. 预言可能事件
	11. 技术发明创造

11 个步骤量化有序接替发展^[1],ETA 物理认知模型不仅可以帮助学生更深刻快速地理解物理知识,更能训练学生的科学认知能力,即构建科学认知

* 2022 年度哈尔滨师范大学高等教育教学改革研究项目“师范专业认证背景下物理学专业培养方案的修订研究与评价”,项目编号: XJGYFW2022001.

作者简介:蔡琳琳(1999 -),女,在读硕士研究生,研究方向为物理学科教学.

通讯作者:冯立峰(1973 -),男,副教授,研究方向为物理学科教学.

模型,训练科学方法,养成科学精神^[2].ETA物理教学法是在ETA物理认知模型的指导下所形成的一种内涵物理精神的物理教学法.

2 ETA物理教学法与高中物理教学结合的依据

ETA物理教学法的关键就在于一切步骤都是由认知规律延伸发展而来,笔者认为这种宝贵的物理教学法既然普遍适用于零基础的学生从无到有,从学会观察探究到分析总结再到总结规律以应用,符合学生物理学习的认知规律,那么这种教学方式在适当步骤放低要求、放宽界限,对于处在高中物理学习阶段的学生也同样适用.因为对于正在学习高中物理的学生来说,很多学生面临的首要问题就是好像学会了知识但是却不会将其应用,在这里针对这个现象具体分为以下几种情况:

(1) 学生由于缺乏大量实验观察的机会而不能生成对物理概念、公式等具体的意象,在学习的初始阶段就没有与课堂节奏对接,自然物理学习的后续过程也无以为继.

(2) 学生在掌握了意象之后将其建立模型、生成规律的时候并不能得到公理性的认知,又或者常常对目前所生成的理论持有微末怀疑,但却无从考证,导致学生好像看似掌握了知识,其实“一瓶子不满”,知识半生不熟地被“吃”进肚子里,自然也無法将其应用.

(3) 学生已经掌握知识,但是却无法用所掌握的知识去论证已经存在的物理现象,或是将知识进行再创造,小方面讲是没有主观意识或没有动力去进行再创造.

这3种主要情况恰恰也对应着ETA物理认知模型的3种阶段,所以将ETA物理教学法与现实相结合具有重要的现实意义.

3 “磁场对通电导线的作用力”教学案例

正如文献^[3]的观点,一课时有时未必能全面展现ETA物理认知模型全部过程,那么笔者接下来将结合具体课例,将ETA物理认知模型步骤进行缩减,具体简化为如下9个步骤,如图1所示.

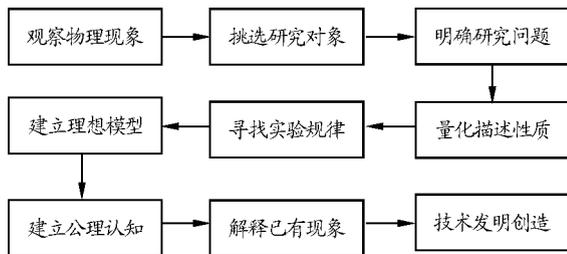


图1 ETA物理认知模型简化步骤

笔者将根据缩减后的ETA物理认知模型对“磁场对通电导线的作用力”教学内容进行重构,并按照ETA物理教学法要求实施如下教学(纲要部分见表2).

表2 磁场对通电导线作用力一课时纲要部分

磁场对通电导线作用力一课时内容安排			
第一部分	实验物理认知	认识安培力	科学探索
第二部分	理论物理认知	判断安培力的方向	
第三部分	应用物理认知	应用安培力	技术应用

3.1 实验物理认知

有时出于课时限制,教师必须在有限的时间内讲授考纲内知识点,没有空余时间让学生进行观察和探索,但是知识的吸收势必要经过学生亲身的体验才能达到较高水平的理解程度,在这一过程中教师应给予学生充分的时间和空间进行感受和认知,去发现事物之间简单的关联,生成自己对物质世界独立的看法.

在ETA物理认知模型中,实验物理认知阶段首先要观察物理现象.物质世界的一切现象都可以被观察,由个人爱好选取研究现象,逐步抽丝剥茧,简化认知.奥斯特将指南针放置在通电导线上方,指南针发生偏转;安培发现将一段直导线悬置在蹄形磁铁两极间,通以电流,导线会发生移动;他们还发现任何两条通电导线之间也存在作用力.这些现象是科学家们在研究磁场对通电导线作用力时所研究的现象.为了能够做到让学生亲身体验,教师可以选取生活中常见的废弃物品自制实验装置,由于实验成本低,实验器材可以均匀地分给每个小组,让每个学生都能直观地观察实验现象.对于本节课笔者设计如图2所示的实验,将两平行铜直导轨插入废弃纸盒,在两铜直导轨下方放置强磁铁,在上方放置锡纸管,请学生将电源的正负极分接在铜直导轨两侧,引

导学生观察锡纸管的变化。

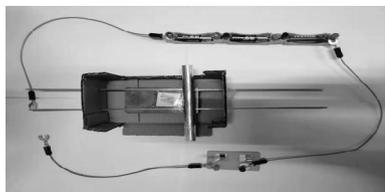


图2 判断安培力的实验模型

学生观察物理现象,能够较容易认识到有电流经过的锡纸管发生了运动,从而较容易地认识本节课第一个定义,磁场对通电导线的作用力就是安培力。力是矢量,它既有大小又有方向,在师生共同探究安培力的方向时,就可进一步挑选研究的对象、明确研究的问题、量化描述性质、寻找实验规律,学生仍可以在教师的指导下自行实验。研究的对象是在磁场中有电流通过的锡纸管,研究的问题是锡纸管所受安培力的方向,磁感应强度用 B 来表示,电流用 I 来标注,通过上下交换磁极的位置以及改变锡纸棒中所流经电流的方向,学生观察到通电导线在磁场中所受安培力的方向与电流方向、磁感应强度的方向都垂直。

3.2 理论物理认知

理论物理认知阶段是将大量实验规律进行分析合并,解析其中共性化的系统性认知,在这个阶段教师要引导学生从寻找实验规律出发,相应地结合初中已有物理知识,寻找物理事实之间的逻辑规律,探索最简化的物理认知体系,在这个教学过程中让学生体会物理论学科“大道至简”的魅力,体会物理学为什么是哲学的理论基础之一,为什么是自然科学的基础学科。

在这个过程中,对研究对象的理解逐步抽象化,将立体的运动过程逐步提取成能够映射于字面上,具有共同规律的科学。这时需要建立理想模型,让学生意识到此时所研究的磁场是匀强磁场,电流是恒定直流,具备这样的前提条件后,教师可以引导学生总结、判断安培力的方向,建立公理认知。公理认知的变相解释其实就是理论物理认知阶段的核心,教师可以和学生共同探讨,在基于现存物理模型的情况下,分析已有实验规律,找到其中的共同点,进行抽象化处理,推导普适于当前高中物理所学习范围下的情况,逻辑推理出物态变化过程的一般规律。针对本节课安培总结的实验规律是左手定则,但是未必要直接给出这一方法,完全可以给学生一些时间,

让学生进行小组探讨,因为在生成判断安培力方向方法的过程中,方法并不具备唯一性,学生可能生成其他判断安培力方向的方法,这时需要教师参与学生间的探讨,对正确方法予以肯定,这样既能解开学生心中的疑惑,又能保护学生的探索欲。到这里完成本节课一节课的科学探索部分。

3.3 应用物理认知

假使学生已经顺利地度过前两个阶段,那么在实际应用物理认知阶段应该十分自信并享受学习过程,但这并不意味着在实际应用物理认知环节畅通无阻。应用物理认知阶段作为整个ETA物理认知模型的最终阶段,当应用在高中物理课堂时,更意味着能够提高学生灵活解决问题的能力,拓宽学生解决问题的路径,延展学生的创造性思维,需要教师更精确地把握物理课堂,引导学生更灵活地掌握物理知识。应用物理认知也是课堂教学中最灵活的部分,针对这节课笔者从生产生活和国防建设两方面分别选取一个实验帮助学生深层理解本节课所涉及的知识,将所学知识与现实接轨,培养学生独立的科学探索能力。

在生产生活方面,笔者将选取电风扇的转动实验,如图3所示,将铜线用模具拗成方形,缠绕几圈后,对称的两边分别留出适量大小,一边铜线整圈刮漆,另一边铜线半圈刮漆,再将两头穿过铁支架,底部放置有强磁铁,最后将自制小风扇固定在铜线一端,并将电源正负极分接于两铁支架上,完成电风扇模型的制作。

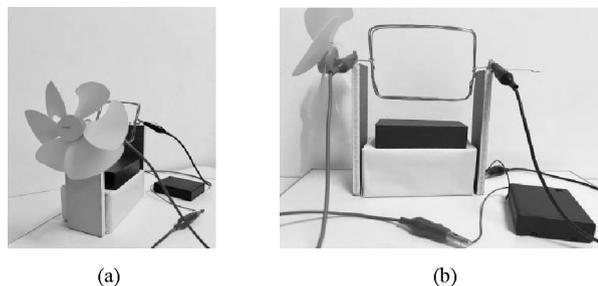


图3 电风扇模型

教师引领学生解析装置结构,接通电源开关,进行实验操作并观察实验现象,利用本节课所学知识解释电风扇的工作原理。分析可知,在接通电源后,由于磁场对通电导线圈具有力的作用,正是这个力使通电导线圈转动,导线圈又带动小风扇转动。

在国防建设方面的实验,笔者选取电磁炮,如图4

所示,将能够反向加压的二极管和三极管以及可以储能的电容器接入主板,左面焊接电池组,右面接入数字电压表和缠有线圈的炮筒,完成电磁炮模型的制作。

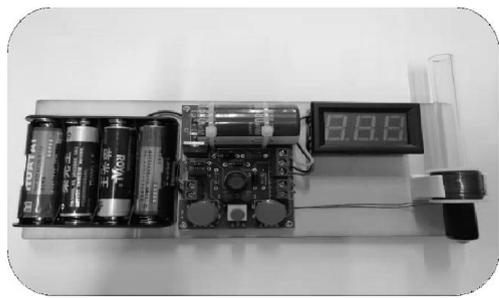


图4 电磁炮模型

将铁制小炮弹放入炮筒中,提醒学生注意观察,在给电磁炮模型加压后,启动开关,弹射出的小炮弹会迅速将前方障碍物击飞。学生直观地见识到安培力的作用,了解电磁炮的基本原理,可达 200 V 电压的储能电容器一瞬间将电流传输给缠有线圈的炮筒,炮弹被磁化成一个磁铁,同样由于磁铁对通电导线具有力的作用,通电导线对磁场也有力的作用,小炮弹便能以较高速度飞出。对于这部分的教学,教师不仅可以引导学生解释已有现象,还可以鼓励学生进行发明创造,在这里笔者选取的案例是 2022 年正式下水的 003 号航空母舰,它首次采用平直甲板设计,配有电磁弹射以及阻拦装置。单从电磁弹射这一技术而言,我国已经做到世界第一,这个成果离不开

我国“电磁弹射之父”马伟明院士及其科研团队的执着追求与不懈努力,也正是他们的付出,才有了我国首艘自主研发、具有“中国心”电力系统的航空母舰。而电磁弹射的基本原理正好与本节内容息息相关,教师可以在课堂中引入这样的案例,让学生认识到科学家将个人命运与祖国未来联系在一起,鼓励学生像科学家们一样超越教师、超越自我,从而间接推动学生逐步形成积极探索与创造的意识观念。到此,完成本节课一节课的技术应用部分,整个基于 ETA 物理教学法重构的课堂教学也正式完成。

4 总结

ETA 物理教学法作为按照认知规律发展的教学法,十分符合人类探索的本能,将 ETA 物理教学法与高中物理课堂有机结合,符合课程改革对学生的要求,能够通过物理方法的使用消除学生对世界的恐惧,培养学生的物理精神,体会物理学的极致浪漫。

参考文献

- [1] 穆良柱. 什么是 ETA 物理认知模型[J]. 物理与工程, 2020,30(1):29-33.
- [2] 穆良柱. 什么是 ETA 物理教学法[J]. 物理与工程, 2020, 30(2):32-36.
- [3] 李银. 在哲学视域下领会物理学学科核心素养[J]. 物理与工程, 2020(3):74-78.

The Application on ETA Physics Teaching Method in High School Physics Teaching

——Taking the Teaching of “the Force of a Magnetic Field on an Electrified Wire” as an Example

CAI Linlin

(School of Teacher Education, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025)

FENG Lifeng

(College of Physics and Electronic Engineering, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025)

Abstract: As a teaching method closely related to human cognitive laws, The ETA physics teaching method can effectively train students' scientific cognitive abilities. According to the ETA physics teaching method, a lot of questions that many high school students may encounter in physics learning can be avoided. Therefore, this article discusses the “magnetic field acting on energized wires” under the ETA physics teaching model, in order to develop high school students' physics core accomplishment.

Key words: ETA physical cognitive model; ETA physics teaching method; the force of a magnetic field on an energized wire