

指向核心素养提升的实验观察指导策略

葛腾霄 (江苏省无锡市青山高级中学 江苏 214036)

马宇澄 (江苏省无锡市教育科学研究院 江苏 214000)

摘要 文章以提升学生物理学科核心素养为目标,阐述了进行实验观察指导的重要性,从培养实验观察兴趣、培养科学思维、渗透科学态度与责任三个方面提出了实验观察指导策略:通过联系生活,自制教具培养学生的实验观察兴趣;通过帮助学生掌握具体观察方法,帮助学生将学科视角融入观察,帮助学生领会科学范畴及其关系培养科学思维;通过培养观察的目的性,优化观察记录,鼓励独立思考,帮助学生深化科学态度与责任。

关键词 核心素养 实验观察指导 科学思维 波的形成 科学范畴

文章编号 1002-0748(2024)2-0021

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

物理学是一门以实验观察为基础的自然科学,所谓“观察”就是“观(器官感受,获得表象)”与“察(有目的地思维审视)”的统一。实验观察在“物理观念”中是概念与规律的感性基础,在“科学思维”中是用于模型建构、分析推理的事实依据,在“科学探究”中是支撑提问、猜想、获取信息等活动的必备能力,在“科学态度与责任”中是认知世界的基本方法与态度,因此实验中的观察深刻地体现了学习者的核心素养。

在实际实验教学中,部分学生存在着兴趣不稳定、观无章法(缺少观察方法)、观而不察(缺少主动的思维审视与认知建构)等问题,有效的观察指导策略不仅能帮助学生提高观察兴趣,掌握观察方法,还能在知识建构、思维培养、精神传承等方面给予学生支撑,潜移默化地提升学生的物理学科核心素养。

1 在坛坛罐罐中培养学生的实验观察兴趣

1978年1月,我国著名物理教育家朱元正教授在《人民教育》上发表《加强物理实验 提倡自制教具》一文,就当时中学实验条件不足的局面提出了“坛坛罐罐当仪器,拼拼凑凑做实验”的教育思想。四十多年过去了,尽管实验条件已日趋完善,但联系生活、自制教具、动手体验等思想内核仍然在培养学生观察兴趣方面具有极高价值。

1.1 联系生活培养观察兴趣的稳定性

高中物理既有现象新奇、引人入胜的实验,也有需要严肃观察、努力思考才有所得的实验,因此培养

学生观察兴趣的稳定性是首要问题。这就需要实验能经常出现在非“专门探究”的讨论中,并能唤起学生的情感共鸣。生活情境与生活物品正是与学生情感最贴合的“坛坛罐罐”,如果它们能摇身一变,不时突破常规用途,引起学生的认知冲突,散发出“物理味”,就能促使学生保持观察兴趣。

如在学习动量守恒定律的应用时,我们常会讨论“母子球”下落过程中的A球弹起高度的问题(见图1)。这个问题涉及较多的计算,很容易让物理探讨流于数学推演。不妨当场请学生用乒乓球和篮球做一个简单的下落实验(见图2,实心橡胶球更佳),当学生看到乒乓球远高于直接下落的弹起高度时就会迸发浓厚的观察兴趣和理论探究欲望,若将乒乓球放在盛有一半水的轻薄塑料杯中则效果更加新奇(见图3)。坚持在课上课后穿插“坛坛罐罐”,就能让学生长久地体会到实验处处可做、研究源于生活的意境。

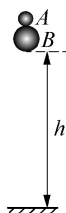


图1



图2



图3

1.2 自制教具强化学生的具身体验

良好的具身体验是观察兴趣的引导员。麦克斯

韦曾言：“实验的教育价值往往与仪器的复杂性成反比，学生用自制的仪器，虽然经常出毛病，但它却比用仔细调好的仪器能学到更多的东西。”

事实上，自制教具与工业产品教具是相辅相成、缺一不可的。一方面，统一的工业产品教具能培养学生基本实验操作素养，保障合作学习的共有基础，且很好地展现物理规律的普遍性。而普遍性对学生物理观念的形成和科学态度的确立有着最重要的意义。另一方面，观念和态度都需要实践经验的有力支撑，在这一点上自制教具所能提供的具身体验价值非工业产品教具所能比拟。因为学生在制作教具时受主观情感驱动，会拥有最大的观察兴趣和最精细的观察体验，在这个过程中逐步凝练出来的科学思维和科学探究经验是和“对象性活动”交织在一起的，不可忘怀的，这就大大减少了学生“观而不察”现象。

如在人教版教材第九章“电荷”一节的教学中，可以给学生一些材料制作验电器（见图 4），成功后再请学生进行设计原理陈述，不同小组进行带电量比较等活动。以器材设计代替教师展示，以活动促进体验，以体验促进长期观察兴趣的养成。

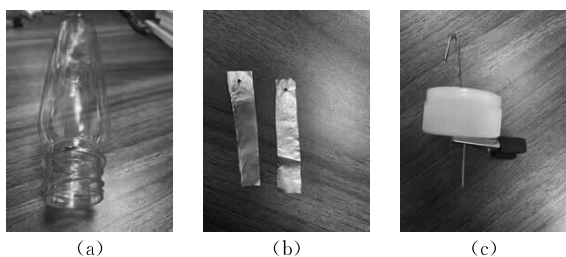


图 4

2 在观察方法的教学中培养科学思维

2.1 帮助学生掌握具体的观察方法

学生有了观察兴趣还要掌握科学的观察方法。不同的情境、不同的实验，往往有各自最适合的观察方法。

(1) 比较观察法。这是判明“是什么因素对现象或过程起支配作用”的有效方法。对同一个物理现象或过程，在不同因素作用下的表现对比观察，验证出主导的影响因素，如“观察安培力的方向”。

(2) 顺序观察法。指按一定的空间顺序进行观察。一般的观察顺序为从上到下、从外到内、从前到后、从左到右等，如“用油膜法估测分子大小”。

(3) 分步观察法。当一个现象和过程由多种因素支配的时候，为了弄清各个因素的作用、性质和规律，常采取依次突出一个因素的作用而使其他因素

固定，一步一步进行观察，如“探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系”。

(4) 整体观察法。观察程序为先由整体到局部，再由部分到整体。即先对整体有一个初步的、一般的认识后再分出主要观察对象，对这些对象进行细致观察，从而对整体对象有一个正确的认识，如“观察绳波的产生及传播”。

(5) 归纳观察法。通过对个别现象分别进行观察，得到一些个别的结论，对这些结论进行分析、归纳，从而得出一般规律，如“观察不同物体的振动”。

(6) 延伸观察法。一些现象不明显或课堂上不便于展示，需要经过处理后再观察。如对“微小形变”需要放大观察，对 α 粒子散射实验需要制作动画进行模拟观察等等。

2.2 帮助学生将学科视角融入观察

学生使用了某种观察方法并不等于就有效地提升了科学思维，关键在于是否领会了蕴含在不同观察方法中的思维本质和科学范畴。

根据现行课程标准的描述，“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式。因此，要在实验观察中培养学生的科学思维就要帮助学生主动融入学科视角，即培养学生学科视角与观察视角的统一。这主要由物理观念建构和学科体系建构两个立足点和后续的指导活动构成，指导模型如图 5 所示。

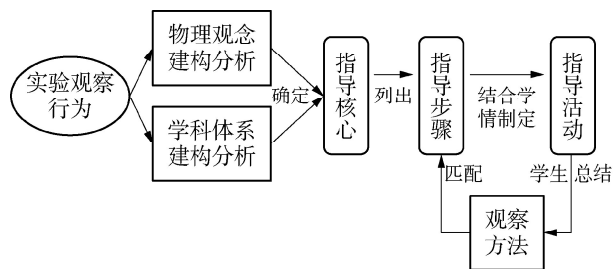


图 5

以实验“观察绳波的产生和传播”为例。

从物理观念建构的角度来说，“学科视角”下观察绳子的运动与一般性的观察最大区别在于：我们会把绳子抽象为一串能相互作用的质点（模型化），以便于我们把握运动细节，分析运动成因。从本质上来讲，这是把牛顿力学中的物质观和相互作用观应用在“被挥舞的绳子”上后带来的必然视角，后续的学科讨论也会在这个基础上展开。

从学科体系建构的角度来说，学生在这里第一次遇到了需要同时考察大量质点运动才能找到运动

规律的情境。这是从认识质点向认识质点系的思维提升的过程,让学生在观察时意识到这一点对培养学生的科学思维具有深刻意义。

由上述分析可知,本实验的观察指导核心应是帮助学生同时进行观察与模型建构,明确质点系的存在,从而强化从物理学视角认知世界的认识方式,而不是观察完实际实验后再对照图片或视频建模分析。

因此,对这一实验作出观察指导应包含四个指导步骤:①整体观察,指出整体观察的必要性,帮助学生理解“传播”;②模型化,指导学生对单个质点(一小段)的运动进行观察;③成因分析,指导学生观察相邻的点的运动及互相影响;④回归整体,指导学生从大量质点(质点系)的共同运动蕴含整体规律的角度让学生再观察。

考量上述四个步骤,引导学生运用整体观察法是比较好的选择,由此可以得到以下四点具体活动指导:

首先请学生观察若干次波源进行单个全振动所产生的波及其运动,领会“传播”的含义。

其次,在绳中段某处做上标记(见图 6),指导学生观察局部(绳上的一个质点),带入学科视角(模型化),记录单个质点的运动特点。



图 6



图 7

再次,在第一个标记附近再做一个标记(见图 7),指导学生观察相邻质点在运动中的联系,并帮助学生从力与运动的角度分析波的形成原因。

最后请学生带着已有的认识再进行一次整体观察,总结我们所采用的观察方法。

2.3 帮助学生领会科学范畴及其关系

所谓范畴就是人们对客观事物本质的概括和反映。科学范畴就是原因与结果、必然性和偶然性、可能性和现实性、现象和本质、形式和内容等最普遍的基本范畴在现代科学中的应用。如:原因与结果——加速度与力、质量之间的关系,现象和本

质——布朗运动间接说明了分子热运动,等等。

课标中“科学思维”还是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体应用;是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品格。由此可见,“培养科学思维”的本质是提升学生对科学范畴及范畴间关系合理性的把握。

实验观察正是领会科学范畴及其关系的好时机。相较于问题讨论、习题训练等学习方法,观察过程是人与自然规律的直接接触,亦可以称之为人与自然真理的原初关联。在这种情境下学习和使用前人总结的观察方法就是在直接地领会科学范畴及其关系,甚至是比科学范畴更加普遍的基本范畴。

加强科学范畴及其关系领会的实验观察指导模型如图 8 所示。

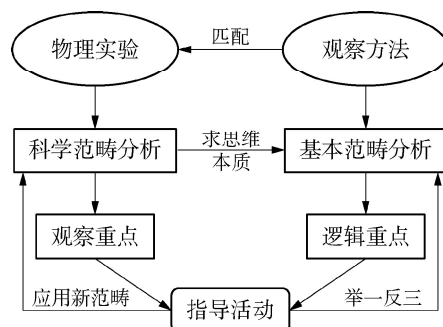


图 8

以实验“探究安培力的方向与哪些因素有关”为例。

从科学范畴分析角度来看,本实验涉及的主要范畴及其关系有两点,一是物理概念“安培力的方向”,二是因果关系“寻找决定安培力方向这一结果的原因”。观察重点应该在影响因素与安培力方向间的对应关系。因此,本实验匹配的观察方法应该都是比较观察法。从基本范畴分析角度来看,比较观察法主要对应原因与结果、可能性与现实性两对基本范畴。逻辑重点在猜想(可能性、原因)与观察(现实性、结果)的一致性。由以上分析可知,本实验的观察指导应围绕猜想条件与力最终方向之间的关系展开,活动指导如下:

首先,与学生一起回顾通电导线在磁场中受力情境,明确研究内容为安培力的方向。

其次,请学生猜想安培力的方向与哪些因素有关,注意因素应该是某物理量的方向。

再者,搭建装置,改变电流或磁场的方向,验证安培力方向的影响原因。

最后,每完成一次验证,请学生变换条件,再次猜想,再次验证。随着学生逐渐领悟规律,猜想的可能性与现实性逐渐同步,原因与结果的关系逐渐清晰。

实验观察结束以后需要学生完成两个任务:一是应用新范畴,可以是解释现象,也可以是单纯总结;二是举一反三,与教材必修三中“探究感应电流产生的条件”进行横向对比,描述因果关系在两个实验中的不同之处(谁产生谁)。

3 在观察习惯培养中渗透科学态度与责任

实验观察指导除了具体实验具体设计之外,还应帮助学生养成基本的观察习惯,让学生在长期的实践体验中实现科学态度的自我培养和科学责任的主动担当。

3.1 培养观察的目的性

观察的目的性是指善于组织知觉活动达到预期观察目的的品质。通常来说,中学生是有观察的意愿和内在动机的,但在具体的观察过程中,如果未进行先期的引导和告知,学生的观察往往有一定的盲目性。因此,教师在观察指导中,应首先提高学生的问题意识,强化观察目的先行,以保障学生在实验观察中有所侧重,将注意力和思考集中在重点和难点问题,从而进行有目的的观察。

3.2 优化对观察内容的记录

在物理实验中,教师可根据实验的要求和内容,有意识地进行指导,帮助学生树立实事求是的基本科学态度,学会自己设计需观察的内容和记录的方

式,并确定观察工具。

如果观察的内容是数据,通常采用列表法,教师可鼓励学生在合作中总结列表法的一般做法和面对不同器材时的专门优化策略;如果观察的内容是现象变化,则讨论一般用哪些语言进行描述更准确;如果进行的是对比观察,则讨论如何描述和记录区别与联系,等等。

观察工具的选择也并不局限于传统的实验器材,教师可结合当下现代技术手段与教育相融合的趋势,鼓励学生利用手机、软件、高速摄像机等各种专门化的设备进行更有效的观察。

3.3 独立思考、锲而不舍的科学探究精神

在实验观察时往往不是马上就能获得观察结果的,总会遇到一些偶然事故,如学生在做电学实验时,可能会遇到诸如电流表的指针不动、电压表示数变化难以察觉等各种问题。这时教师不用急于为学生“排忧解难”,而是可以鼓励、指导学生对照自己观察到的故障,尝试推理原因,直至故障一一排除,最终解决问题。这样的过程越多,越可以培养学生独立思考、不怕挫折、锲而不舍的精神。

参考文献

- [1] 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,2018:1—4.
- [2] 阮享彬,葛晓灵. 浅谈在物理教学中培养学生观察能力[J]. 物理教学,2020(9):50—52.
- [3] 张竞. 基于课堂证据的牛顿第一定律课堂观察分析[J]. 物理教师,2022(9):18—22.
- [4] 张金玉,张艳燕. 高中物理实验观察能力的培养策略[J]. 物理教学探讨(中学教学教研版),2017(12):11—13.
- [5] 陈庆海. 指导科学观察 提升探究效率[J]. 中学物理教学参考,2020(18):51—51.

(上接第 26 页)

在学生面前,填补了蒸发过程中从气体角度直接观察蒸发现象的空白。纹影法在蒸发实验中的应用,有助于突破传统实验方法的局限性,为学生提供更加直观、生动的学习体验,从而提高了他们的学习效果和核心素养。本文的实验教学流程设计还很粗糙,尚有许多值得改进的地方,不过本文提供了一种蒸发实验可视化技术视角,广大教师朋友可以根据此技术开发更多新颖独特实验教学课程,推陈出新。

笔者认为这种源自不同科学领域技术的思考与迁移,为实现跨学科开发适用于物理教学的新颖的实验设计提供了思路,可以弥补教材中演示实验的

不足,有利于对激发学生探索物理现象背后本质的兴趣,并提高他们的创新思维能力,有助于培养学生的实践能力和解决问题的能力,对促进学生的核心素养有着积极的作用。

参考文献

- [1] 杨兆民. 投影式汽化演示器的制作及应用[J]. 物理教学,2005(11):1.
- [2] (美)加里·塞特尔. 纹影与阴影技术[M]. 叶继飞,等译. 北京:国防工业出版社,2018.
- [3] 钟良师,蒋文文,王烨丽. 纹影法演示声波的干涉[J]. 物理教师,2023(6):48—50.