

纠偏与重构:初中物理典型实验的功能审视与教学改进^{*}

王钰涵 (深圳市龙岗区深圳中学龙岗学校 广东 51800)

李建峰 (深圳市龙岗区龙城天成学校 广东 51800)

薛存蕊 (深圳市龙岗区深圳中学龙岗学校 广东 51800)

摘 要 在义务教育物理实验教学中,存在一定的“重现象演示、轻思维构建;重结论验证、轻过程探索”的功能误区。文章通过对“升华和凝华”“熔化和凝固”“光的折射”“密度概念”四个经典案例的深度剖析,揭示误区根源,提出重构路径,证伪中练推理、示范中学范式、追因中建模、问题中生意义,为一线老师提供一面反思之镜和一套改进之匙,助力实验回归育人本质。

关键词 实验功能 教学误区 审视重构

文章编号 1002-0748(2026)9-0045

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 问题提出:被窄化的实验功能

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》中提到:义务教育物理课程是一门以实验为基础的自然科学课程,物理实验是促进学生达成科学思维、科学探究素养的重要途径^[1]。实验应具备概念建构功能、思维训练功能、科学本质理解功能。

但如今在物理实验课的教学上,存在一些看似实验场面热闹但思维浅表,学生动手但意义概念模糊的现象。其根源在于教师对于实验的教学功能认知存在一定的偏差:仅仅将其视为获取感性经验、验证已知结论的工具,而弱化了其“发展科学思维”“建构科学概念”“理解科学本质”的深层功能。

本文从“功能审视”这一元认知角度出发,通过对“熔化和凝固”(思维示范功能缺失)、“升华和凝华”(推理证明功能缺失)、“光的折射”(模型建构功能缺失)、“密度概念”(意义生成功能缺失)四个典型案例的深度剖析,揭示误区根源,提出重构路径,为一线老师提供一面反思之镜和一套改进之匙,助力实验回归育人本质。

2 案例透析:案例功能误区分析

2.1 “熔化和凝固”——被误读的“探究示范”功能

在“熔化和凝固”示范课教学中,教师普遍倾向将

“研究固体熔化时温度的变化规律”设计为学生分组探究实验。课堂氛围活跃,学生参与度高,看似符合“做中学”的新课程理念。但是一课时想要完成这个实验并不容易,教师简单下放于学生实验,看似热闹,实则思维空心化:学生忙于机械操作,无暇思考“为什么要持续缓慢加热”“温度暂时不变,酒精灯为什么不能撤走”“图象上的点为什么会有波动”等关键问题。

学生失去了厘清探究逻辑、学习控制变量思想和图象处理方法的最佳时机。探究规范的缺失化,将会造成学生在后续“探究水的沸腾”等探究实验中思维混乱。同时学生的认知难点“被掩盖”:实验最关键的“熔化过程吸热但温度不变”这一与日常经验相悖的认知冲突,在匆忙的小组操作中被现象本身淹没,未能被充分聚焦、讨论和升华。

这种做法的误区,在于对实验教学功能的误判。教师混淆了两种不同功能的实验:示范性实验和验证性实验。其本质区别在于学生是否有完整展示科学探究全过程的能力,尤其是其中隐形的思维方法和规范操作。

“研究固体熔化时温度的变化规律”实验恰恰属于示范性实验,其核心认知价值,在于它是初中物理第一个系统研究“物质状态变化过程中温度与能量关系”的定量实验,涉及持续加热、状态渐变、数据记录、图象绘制、异常数据分析(如过热)、从图象中提取关键信息(平台期)等一系列复杂而新异的探究要素。

^{*} 基金项目:本文系广东省 2025 年度中小学教师教育科研能力提升计划项目课题“基于项目式学习的初中物理课堂教学实践研究”(课题编号:2025YQJK0258)的阶段性研究成果。

学生在此前从未经历过如此完整的科学探究流程。

因此,本实验应是一节“思维示范”的起点课,教师通过示范演示和启发讲解,将不可见的科学思维和科学探究流程可视,为后续物理探究实验及热学知识,提供一个完整、可迁移的“认知模板”和“方法支架”。

2.2 “升华和凝华”——缺失的“推理链”

“升华和凝华”课堂教学的难点在于:建构升华和凝华的概念,固体不经历液态直接和气态发生转换。为突破这一难点,教师普遍都会设计“碘蒸气的出现与消失”探究实验。教师通过引导学生经历“观察—设计—探究—分析”思维过程,让学生直观通过观察现象得出“固体和气体相互转换”的结论。

这种操作视觉冲击力强,操作简单,用时短,能够迅速得出科学概念。但是看似圆满、高效的物理实验,却缺失了推理链,从思维建构滑向了结论告知。学生只是满足于看到变化,却忽略了实验过程中的证实路径。若实验设计过于简略,未能引导学生去思考设计实验去证伪“可能存在短暂液态”的假设,而直接给出“升华”的定义,会造成学生的思维认知偏差:学生会将升华误解为只有特定温度时某些特定固体物质才能发生的物态变化现象,并未建构普遍概念。

因此,本应通过升华和凝华“碘蒸气的出现与消失”探究实验培养学生利用“间接性思维”推理的能力这一绝佳的素养素材,在追求能效与思维路径的碰撞中,丢失了部分认知发展功能。要纠正这一误区,必须将实验的重心从“展示现象”转向“演练完整的推理链”,让学生在主动思考设计“如何证伪液态”的过程中,亲手构建出“直接”一词,这一科学概念,让学生在真实情境中看见并确认这一可见路径的存在。这就是思维的可视化,让思维被看见!

2.3 “光的折射”——停滞在“现象层”的探究

光的折射定义为光从一种介质斜射向另一种介质界面发生偏折的现象,这不仅仅是几何光学的一个重要规律,更是学生初次体验感知“光的行为会因介质而发生改变”这一核心观念。

在一般的教学中,教师会用“叉鱼、筷子弯折”等情境激趣导入,并用激光笔演示光从空气斜射向水中的传播路径,让学生直观可视地看到光在两种介质的界面处发生了偏折,由此直接引出“光的折射”,接着教师引导学生分组探究“折射角”与“入射角”的大小关系,由此引出折射定律,最后集中应用规律解释生活中的现象^[2]。

从情境出发回到情境本身,看似闭环的教学设计逻辑顺畅清晰,学生在做中学、学中做中思考探

究。但其实这种做法存在一定的断层认知:真正的思维留痕应该是“观察现象——总结规律——挖掘本质”,但是一般的教学只实现了前两点。

实验的目的被设定为了“归纳折射时光路径改变规律”,偏向于一种描述性、几何性的回答:“光是怎么偏折的”,但从深层次思考:“光为什么会偏折”缺少一些这方面的解释。知道光的折射定义再去探究角度规律,只是让学生机械性地重复类比探究光的反射规律的实验,并没有真正的思维进阶。

故要纠正这一误区,必须将光的折射实验功能从“几何光学——现象模型”转变为“探究本质——理论模型”,通过引发对光本质的追问“光为什么会偏折”,借助构建模型,为学生搭建一座从现象通往解释的思维之桥。

2.4 “密度”——陷入“数学化”的抽象属性

密度是初中阶段第一个通过导出概念而得到的物理属性,其学习意味着学生从对物体具体的外在特征认知,迈向对物质内在、抽象属性的理解。这一思维的进阶本应该通过完整的探究活动来实现,然而现在普遍教学却让这个过程变成一次枯燥的数学演算,让密度的物理灵魂被数学公式禁锢。

在一般的教学中,教师会用“一颗小铁钉和一大块泡沫哪个重”为引入,引发学生自主探究“相同物质质量与体积的关系”,由此得出密度的概念,再利用密度应用计算、迁移解释生活中的现象。

这种设计看似精美,课堂效率高,但是忽略了一个重要的问题:为什么我们要测量、学习密度?密度到底有什么用?当实验的功能定位为:通过测量和计算发现同种物质质量与体积间的关系(成正比)时,这个实验就变成了一个数学游戏——寻找不变量。但是这个实验本质是通过分组活动从同一种物质的比值一定延申到不同种物质的比值都是一定的总结发现过程,因此实验的定位应该转变为“如何区分外观相似但材质不同的物体”。

同样的实验结论、同样的实验器材,因为目标设定的不同,而有了不一样的认识结果:前者是抽象的数学问题,后者是还原具体的物理问题。只有让学生经历:发现问题——找寻方法——建构概念的过程,才能让学生真正体会到科学概念意义生成的过程,才能真正让密度的学习内容成为学生思维的有力抓手^[3]。

3 教学重构:实验回归思维策略

3.1 根源探究

受传统教学观念的影响,将物理知识视为静态

的集合,实验仅仅是看见知识、挖掘知识的手段,忽视了科学认知的建构性和暂时性。

3.2 共同后果

实验与思维一旦割裂,实验教学便流于形式,既失去了学科训练的意义,也背离了物理学科育人的初衷。

3.3 功能重构:从“验证”到“建构”的矫正策略

3.3.1 熔化和凝固:定位“探究范式课”,示范完整过程

(1) 核心策略。将本节课设计成为后续“探究水的沸腾”实验思维模块课,采用“教师演示”的主导范式模式。在此理念下,教师需要将时间重新安排,拉长图象绘制环节的时间,缩短实验时间。

(2) 具体操作。将“研究固体熔化时温度的变化规律”的实验装置做了创新处理:将装有海波或石蜡的试管放入热水壶中同时加热,在装有海波 of 试管内放入温度计;在装有石蜡的试管内放入温度传感器的探头,通过无线传输将数据实时传至电脑,同步生成温度-时间图象。

在实验准备前,教师明确了报数员、观察员、记录员、操作员等角色分工,确保每位学生都能深度参与探究过程。教师请一组学生上台协助完成实验操作,其他小组在座位上同步观察、记录。

在分析论证过程,教师引导学生在运用表格和描述证据的基础上,通过图象进一步描述证据,运用科学推理方法形成结论并做出解释。与此同时,电脑屏幕上的石蜡数据曲线持续上升,形成鲜明对比。教师引导学生对比海波与石蜡的图象差异,帮助学生识别海波图象中的关键特征点,进而认识到晶体与非晶体在熔化过程中的本质区别。

(3) 实验效果。通过上台小组的角色扮演,在协作中示范科学探究的严谨与合作之重,同时带动全体学生共同经历数据采集的完整过程,实现全班数据的共享与即时反馈;在绘制图象时,教师引导学生观察横轴与纵轴的物理意义,指导学生正确描点并连线,为图象分析提供清晰的规范指引,为“绘制水沸腾前后温度与时间关系的图象”作铺垫。这一实验的功能转变不仅培养学生的观察能力与数据分析能力,更在对比归纳中深化了对物质相变本质的理解。

3.3.2 升华和凝华:设计“证伪”任务,让推理思维可见

(1) 核心策略。由现象观察转变为方案论证,让学生自主设计“证伪”任务。

(2) 具体操作。在实验演示前,直接抛出核心

问题:有同学对固态碘直接变成气态碘存在疑惑,会提问:有没有可能一瞬间出现了液态碘,而只是我们没有看见?教师接着引导追问:那你打算怎样理解这个过程是直接的?学生此时很大可能的情况是没有办法直接表达出详细方案,这时教师需要给出一定的关键信息:例如碘颗粒的熔点温度,并借助“小组”这一有效的学习支架开展探究设计活动,让学生自主设计实验方案并讨论气态和固态的直接转变路径。

(3) 实验效果。设计“证伪”任务的优化设计,让实验服务于论证。在本环节中,无论是教师的演示还是学生自主生成的设计方案,都成为构建支持“升华”排除“熔化”的证据,最终的结论,都是基于完整的证据陈述和逻辑思维,而非教师的直接告知。

3.3.3 光的折射:构建出“现象—规律—本质”三级探究链

(1) 核心策略。光学几何探究活动结束后,增加一个追因环节,架设出从现象到物理模型的桥梁。

(2) 具体操作。上课开始教师通过叉鱼挑战活动让学生直观感受到光的折射带来的视觉偏差,激发认知冲突。随后引导学生用激光笔照射水槽,观察光从空气进入水中的路径变化,自主提出“如何标记光的入射与折射方向?”“怎样比较光的偏折程度?”等问题。在教师启发下,学生尝试根据观察到的演示实验现象,在学习单中构建折射光路图。

在实验环节,学生分组进行角色分工:6 人一组(2 个操作员,负责旋转激光笔,改变入射角,2 个观察员——观察光路并读出角度,2 个记录员——描点画出光路),1—3 组观察光逐渐斜向空气与水的分界面时的情况,4—6 组观察光斜向空气与玻璃的分界面时的路径变化。每组发放 6 张坐标纸(2 张给定入射角,4 张空白),用于绘制不同入射角下的光路图。

在得出“光从空气斜射向水中会发生偏折”后,教师立即设置思维阶梯:“光为什么要遵循这个规则呢?”“为什么光从一种介质进入另一种介质会选择改变方向呢?”“大家猜一猜,这与它在不同介质中的什么性质有关呢?”引导学生猜想(可能与速度有关)。

接着,教师利用 AI 等多元素材来进行模拟,用一个高度简化的思维模型链接“速度”与“方向”,让学生真正理解了“为什么光从一种介质进入另一种介质会选择改变方向”“为什么空气中的角总是大的”这一现象背后的原理:光在水中的传播速度比在空气中慢。

创新应用,知行合一,学生利用所学到的知识来

解释叉鱼游戏中的视觉偏差,实现知识向生活迁移,完成了教学的闭环。教师进一步引导学生解释储光羲《钓鱼湾》中“潭清疑水浅,荷动知鱼散”这一诗句的物理意蕴,使古诗意境与科学原理交相辉映。最后教师创新性地制作了“潘多拉盲盒”(内藏“水宝宝”)和演示“消失的硬币”实验,让学生在揭开盲盒的过程中体验折射的神奇,在惊叹中深化对光的折射本质的理解。

实验效果:通过本实验教学,学生不仅掌握光的折射规律,更重要的是突破了“眼见为实”的直觉迷思,认识到光在传播过程中因介质变化而发生偏折的本质,从而理解“视深 $\neq$ 实深”的科学原理。此外,学生经历了“情境设疑经验关联—类比猜想模型初建—实验求证循证析理—规律归纳模型再建—创新应用知行合一”的过程中,逐步构建起科学的折射模型,提升了科学思维与模型建构能力。

3.3.4 密度:回归“问题解决”原点,驱动概念自然生成

(1) 核心策略。将本节课回归到一个最真实的情境问题中:如何鉴别物质,让概念迫切地为解决实际问题而诞生。

(2) 具体操作。课堂开始教师呈现一幅图:一个巨大的钢管。教师问:我想测量这一个巨型钢管的质量,你有什么办法?学生很自主地联想到前面所学知识:天平,但是事实确是钢管太大了,没办法放在天平、电子秤等器械上,又怎么处理呢?教师接着引导学生:能否测量一小块钢管的质量,由单位体积的质量延伸到大体积的质量,像叠积木一样呢?由此开展探究“固体的质量与体积到底有没有定量关系”。

接着教师引导学生展开分组实验,每一个小组的桌面上发放了不同体积、不同材质(铜、铁……)的正方体,以及刻度尺、托盘天平测量工具。从单个小组发现同种物质的质量与体积之比是一个定值,到多个小组即多种物质的质量与体积之比也是一个定值时,学生不仅能从实验中获取普遍规律,更能从实验中理解密度的本质:即辨别物质的“身份证”,而

公式只是探究成果的简洁表达方式。

最后教师再引导学生回到最开始的情境问题,让学生利用探究所学公式,从一块小钢块,解决求解巨型钢管质量的真实问题,真正实现了教学的闭环。

(3) 实验效果。这个实验的巧妙设计成功创设了真实情境的驱动问题,这个驱动问题是有意义的,赋予了本次探究活动的目的。“从小到大”“从一到多”让密度的概念呼之欲出,让学生从本质上明白密度的概念,是辨别物质的身份证。这节课不仅仅是一节简单的物理课,更是让学生切身体会科学家们是如何建构科学概念来理解和改造世界的思维方式。

4 结论与启示

在义务教育物理实验的教学中,存在一定的“功能窄化”的误区,其具体表现为:思维范式功能缺失、推理证明功能缺失、模型建构功能缺失、意义生成功能缺失;其根源是多元的,多层次的,涉及教学观念、设计逻辑以及评价导向等多个维度。本文通过功能重构,将实验目标从验证转向为建构,这是纠正实验功能误区的关键。“熔化和凝固”“升华和凝华”“光的折射”“密度概念”这四个案例展示了重构的具体路径:证伪中练推理、示范中学范式、追因中建模型、问题中生意义,教师应从知识的授业、实验的操作者转向为思维的激发者、探究的示范者、认知的脚手架。未来希望通过研究不同功能定位的实验,能够对学生的思维起到不同维度的影响。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2] 刘长君,褚军. 基于“整体—优化—创新”的课堂教学内容重构——以初中物理重要概念“密度”教学为例[J]. 物理教师,2025(1):30—33,3.
- [3] 鲁佩用. 聚焦实验重构 助力思维进阶——以苏科版物理八年级上册“光的折射”一节为例[J]. 实验教学与仪器,2025(4):12—14.
- [4] 计——以“探究杠杆平衡条件”为例[J]. 物理通报,2017(5):67—71.
- [2] 赵洪明. 杠杆平衡实验的类型分析[J]. 数理化解题研究,2021(20):54—55.
- [3] 江耀基. 探究杠杆平衡的条件实验改进与教学[J]. 教育与装备研究,2021(18):33—35.
- [4] 何述平. 基于科学方法的“探究杠杆平衡条件”教学设计[J]. 中学物理教学参考,2022(8):8—11.

(上接第 44 页)

作。通过将重心概念从实验迁移至生活与科技应用,学生得以建立完整的知识链条,实现从掌握一个物理规律到形成一种科学思维方式的跨越,真正达成物理学科核心素养的培养目标。

参考文献

- [1] 王乐楷. 转变“迷思概念”:任务驱动下的“5E”探究教学设