

基于学习进阶理论的初中物理跨学科实践教学 ——以“物质的比热容”为例

周子妍 蔡馨仪 刘剑霜*

扬州大学物理科学与技术学院

摘要: 本文基于学习进阶理论,以初中物理“物质的比热容”为例,开展跨学科教学设计。通过实验探究,引导学生从现象分析到规律总结,结合数学、地理、工程等学科知识,培养学生科学思维与实践能力。最终以“城市规划师”项目整合知识提升学生核心素养,实现从理论到应用的进阶学习。

关键词: 学习进阶; 跨学科实践; 核心素养; 比热容; 初中物理

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.08.034

引言

由于传统观念和教育转型滞后性的影响,我国课堂教学仍以讲授为主,学生被动接受知识,加之社会对分科学术的固有认知,阻碍了跨学科教学的推广,不利于学生实践与创新能力的提升及物理核心素养的培养。学习进阶理论描述了学生在特定学科领域内对核心概念、技能或能力的阶段性、连贯性的发展路径。通过设计螺旋上升的能力发展阶段和阶梯式任务,为跨学科融合与核心素养培养提供了可行路径。本文以“物质的比热容”为例,探讨“学习进阶”视域下初中物理跨学科教学的实践路径。

一、“物质的比热容”实践教学进阶分析

学习进阶可以分为以下三个阶段,分别是:进阶起点、进阶过程和进阶目标。学生作为学习的主体,其基础知识、生活经验、思维模式共同构成了独特的学习基础。因此,学习进阶的设计应通过系统分析其已有知识基础、能力基础,认知特点,确定学习起点,并以此为依据明确进阶目标,从而发展学生的核心素养。

(一) 分析具体学情,确定进阶起点

(1) 知识基础: 学生已经学习了质量、内能概念,

知道如何测量温度以及热传递。但是比热容这一节概念涉及广泛,包含了热量、温度变化、质量等多个概念的相互影响,对于学生来说更加抽象难懂。

(2) 能力基础: 通过之前的各种探究实验,学生已基本掌握控制变量法、转换法、比值定义法、类比法等等各种实验方法。具有一定的实验能力和探究思维。但是由于知识较为抽象,学生可能难以运用它去解决实际生活中的问题,因此教师在教学中更要加入一些综合地理、社会、工程等跨学科案例来提升学生理论联系实际的能力

(3) 认知特点: 处于初中时期的学生对于事物都存在着浓厚的好奇心,因此在教学过程中应利用跨学科情境,引发学生的认知冲突,让他们自己动手实践,在具体的跨学科情境中抽象出事物的本质,从而提升核心素养。

(二) 基于层级模型,设计进阶流程

《义务教育物理课程标准(2022版)》要求:“跨学科实践主题的内容具有跨学科性和实践性的特点,与日常生活、工程实践及社会热点问题密切相关。”基于此,应充分利用跨学科实践案例,结合学习进阶层级模型,让学生在进阶过程中提升解决实际问题的能力,从而达到核心素养的提升。学习进阶层级设计(如图1所示)。



图1 指向核心素养的学习进阶层级模型

二、基于学习进阶层级模型的跨学科教学实践案例设计

(一) 经验层级：活动引入，激发学习兴趣

环节一：气球的热胀冷缩魔法

在两个玻璃瓶中放入等质量的沙子和水，在瓶口分别套上两个完全相同的气球，用酒精灯对这两个瓶子进行加热，引导学生观察现象。在燃烧五分钟后能够观察到两个瓶子上的气球都发生了膨胀，但沙瓶上的气球膨胀得更大，水瓶上的气球膨胀程度不明显（如图2）。



图2

学生分析得到：两个瓶子同时用完全相同的酒精灯加热，吸收的热量相同。瓶内温度升高，气体膨胀，因此两个瓶子上的气球都发生了膨胀。教师顺势引导学生做出猜想：沙瓶上的气球比水瓶上的气球膨胀得更大，可能是因为在相同时间内，沙子吸热后温度比水吸热后温度变化的更高，也就是沙子吸热后温度变化的比水快，从而导致沙瓶气球膨胀得更大。基于此提出本节课所要研究的核心问题：究竟如何来探究不同物体吸收相同热量时温度变化的快慢呢？

加热后两个气球的明显差异形成鲜明对比，这样直观的现象能够刺激学生感官，激发学习兴趣。学生结合已有知识可以清晰地认知到沙子和水吸收的热量是相同的，气球膨胀是因为瓶内空气的热胀冷缩原理。教师可借此引导学生描述现象、提出猜想，对应进阶起点，利用学生的认知基础、能力基础、知识基础让他们对现象进行描述分析。最终提出本节课所要探究的核心问题。实现从现象观察到关联分析的过渡，为后续实验奠定基础，培养科学思维。

(二) 映射层级：联系生活实际，寻找实验变量

环节二：厨房小实验

课前布置回家烧水的作业，在日常生活中，烧水是一个看似简单却蕴含丰富物理原理的过程。本次探究活动围绕两个关键问题展开（1）将一壶水和半壶水煮沸，对比所用时间；（2）将完全相同的两壶水分别加热到50℃和100℃，对比所用时间。旨在揭示水吸热多少与哪些因素有关。

学生课上展示如何通过现象解决问题：

第一个实验对比了不同质量水的加热过程。在相同加热条件下，半壶水（约500ml）煮沸用时6分19秒，

而一壶水（约1000ml）达到沸腾需要9分49秒。数据表明：质量更大的水需要更长的加热时间才能达到相同的温度。

第二个实验用两壶相同质量的水分别加热至50℃和100℃，记录时间分别为3分16秒和9分49秒。数据清晰地显示：质量相同的水需要更长的加热时间才能达到更高的温度。

引入厨房中的物理现象作为跨学科教学情境，以学生的已有经验作为进阶起点，教师在教学过程中可以询问“谁的加热时间更长？”“相同时间内吸收的热量是否相同”等问题引导学生从孤立现象转变为变量关系的初步分析，最终得到水吸热多少与加热时间与上升的温度有关，为下面探究不同物体升温吸热应控制哪些因素不变做出铺垫。这一实验设计也符合“从具体到抽象”的认知规律，帮助学生通过实验和问题链自主构建科学概念，避免直接灌输公式。

(三) 关联层级：设计实验，探究规律

环节三：物质吸热能力的探究实验

教师引导学生回忆在之前的学习中探究影响速度大小的因素、摩擦力大小的因素等等探究实验，引导学生将控制变量法的思想关联到本实验中。教师再次提出核心问题：现在需要对比水和沙子在吸收相同热量的情况下温度变化的快慢，该如何设计实验进行比较呢？教师提供实验道具：烧杯、铁架台、酒精灯、温度计、石棉网、玻璃棒、水、沙子。让学生利用道具运用控制变量法设计实验，解决核心问题。实验步骤：将等质量的沙子和水分别放入烧杯中，烧杯置于铁架台上，中间用石棉网分隔，起到受热均匀的作用，用相同规格的酒精灯对其进行加热，记录他们相同时间间隔内的温度，来比较水和沙子在吸收相同热量的情况下温度变化的快慢。将实验数据填入下表（如表1所示）

加热时间		0	1	2	3	4
温度 /℃	沙子	26.1	27.7	35	48.8	62.5
	水	27.5	28	32.5	38	43.2

表1

学生根据数据画出温度随时间变化的图像：纵向分析图像，质量相等的水和沙子，在相同的时间内，沙子温度上升的更大，因此沙子升温更快；横向分析图像，共同总结出质量相等的水和沙子上升到相同的温度，水需要的时间更长，因此水吸收的热量更多。由此得到实验结论：不同物质在质量相等、升高（或降低）温度相同的条件下，吸收（或放出）的热量不相等。最终教师拓展比热容概念：把物质在质量相等、升高（或降低）温度相同的条件下，吸收（或放出）的热量的多少叫作他的吸热能力，而在物理学上就引入了一个词“比热容”

来表示物质吸热能力，比热容大就表明这个物质的吸热能力越强，比热容小就表示这个物质的吸热能力弱。

从学习进阶的关联层级来看，学生在实验过程中经历了：现象（加热差异）→数据（温度记录）→规律（沙子升温快）→概念（比热容）。通过控制变量、数据对比、图像分析，引导学生自主发现规律，提升其科学思维能力。对应关联层级：建立定量数据与定性结论（“升温快慢”）的关联。因此本实验符合“从具体到抽象”的认知发展规律，通过关联层级的逐步深化，帮助学生构建比热容的完整科学理解，提升学生物理观念、科学思维及科学探究能力。

（四）系统层级：举一反三，强化新知

环节四：解释生活现象，巩固所学知识

让学生利用所学比热容知识解释气球热胀冷缩魔法的原理。教师再举例一些有关比热容的跨学科案例让学生运用知识进行解释。

例一：用比热容的知识来解释“泥融飞燕子，沙暖睡鸳鸯。”

将比热容概念迁移到古诗中的自然现象，关联生活与语文学科知识。学生需要说明沙子比热容相比于泥土更小，更易吸热升温，因此鸳鸯更喜欢在温暖的沙地上睡觉了。通过关联比热容、热传递等物理知识，引导学生用科学原理解读传统文化，强化跨学科思维与物理观念。

例二：能否利用比热容的知识来解释海陆风的形成原因？

将比热容概念拓展到大气环流，解释因海水的比热容比陆地的比热容大，海洋和陆地吸热能力的差异导致昼夜海洋和陆地处的温度不同，从而造成了气压差，形成海陆风。学生需要分析热量传递、气压变化、流体运动等多重因素的相互作用，进行动态系统建模，构建系统性解释。

（五）整合层级：亲身体验，知识迁移

环节五：“城市规划师”微项目实验

本项目以“城市热岛效应”为切入点，围绕“为什么城区比郊区温度高”这一驱动性问题展开，学生通过分析城区与郊区的温度监测数据，绘制出典型日温度变化曲线。数据显示，在相同日照条件下，城区日间升温速率较郊区快约2.5倍，最高温差可达5℃以上。这一现象引发学生思考：造成温差的关键因素是什么？小组间头脑风暴，提出建筑材料比热容差异可能是主要原因的假设。为验证假设，学生设计了精巧的模拟实验用沙子、铁块代表城区，水代表湖泊，苔藓、湿润的泥土代表郊区来制作出一个城市模拟图，用“小太阳”暖光灯模拟太阳对这个城市进行照明。记录温度随时间变化数据，绘制曲线图并用比热容公式（ $Q=cm\Delta T$ ）分析：城市中

大面积沥青/水泥导致热量积聚。比热容小的材料升温快、降温慢。教师提供“杭州海绵城市”“新加坡垂直绿化”等案例供学生参考与分析，学生运用比热容原理，利用各种材料使城市降温，缓解热岛效应。最终学生以“城市规划师”身份向“市长”（教师/评委）汇报方案。教师根据科学性（比热容知识应用是否准确性）；创新性（如利用屋顶绿化、透水混凝土）；社会价值（是否有节能减排潜力）等要求对成果评价。

进阶的整合层级强调跨学科的融合、真实问题的解决以及能否发展学生的核心素养。本项目巧妙地引导学生将实验室测量的沙、水的吸热能力，拓展应用于分析城市复杂材料吸热能力的差异。通过分析对比城乡温度数据建立热岛效应模型，并设计绿化方案进行评估。学生不再机械记忆比热容公式，而是将其融入“城市热力学系统”中综合运用。项目的跨学科整合呈现出三个显著特征：其一，物理学科提供核心理论支撑，运用比热容的相关知识研究城市“热岛效应”；其二，地理学科贡献空间分析视角，帮助学生理解城市形态与热岛效应的空间关联；其三，工程学科引入系统思维，指导学生在约束条件下进行优化设计。基于此，学生对比热容知识从理解到认同再到实践逐级深化，最终强化物理观念、科学思维和社会责任感，达成全面提升核心素养的进阶目标。

结语

本节课运用学习进阶理论，通过阶梯式任务设计，将跨学科知识与物理核心素养有机结合，以“比热容”为例，引导学生从实验探究到城市项目实践，逐步实现知识迁移与能力提升。这种教学模式不仅打破了学科壁垒，更培养了学生的科学思维和解决实际问题的能力，为物理教学转型提供了有效路径。

参考文献

- [1] 葛兴烁, 李强, 纪登辉. 基于BOPPPS教学模式的高效课堂教学设计——以“比热容”为例[J]. 中学物理, 2024, 42(10): 41-45.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准[M]. 北京师范大学出版社, 2022.
- [3] 黄跃进. 混合学习模式下跨境电商教学中学习者情绪分析[J]. 高等职业教育(天津职业大学学报), 2021, 30(03): 63-68+73.

作者简介：周子妍，2001.07-，女，汉，江苏南京人，硕士研究生，从事物理学科教学方向研究。蔡馨仪，2002.03-，女，汉，江苏常州人，硕士研究生，从事物理学科教学方向研究。

通讯作者：刘剑霜，1974.10-，男，汉，江苏扬州人，博士，副教授，研究方向：中学物理教育。