

基于证据链的核心素养初中物理教学

——以“液体的压强”教学为例

费志明 (海宁市教研室 浙江 314400)

摘 要 文章以初中科学“液体的压强”一课为例,构建“情境寻证—猜想立证—探究实证—建模释证—实践用证”的五阶证据链教学。通过系统整合生活情境证据、实验现象证据、数据记录证据、逻辑推理证据和实践应用证据,形成环环相扣、层层递进的完整证据链,将核心素养培养深度融入教学各环节,实现从知识传授到素养培育的教学转型,为新课标下科学教学设计提供可操作的实践范式。

关键词 核心素养 证据链 科学论证 液体的压强

文章编号 1002-0748(2026)8-0051

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 引 言

“液体的压强”作为初中科学“物质的运动与相互作用”核心概念下的重要内容,具有较强的抽象性和实践性。本节课的教学难点在于让学生理解液体内部压强的存在及其影响因素,这就需要依托证据链的建构,将抽象概念转化为可感知、可验证、可推理的系列证据,引导学生从现象出发,通过“收集证据—分析证据—运用证据”的完整流程,逐步建构科学观念、发展科学思维、提升探究实践能力。

本文以证据链为核心线索,结合建构主义学习理论和科学论证思想,对“液体的压强”一课进行系统化教学设计,旨在凸显证据链在核心素养培育中的核心作用,为新课标下科学课堂提供实践案例与理论参考。

2 基于证据链的“液体的压强”教学

以证据链为核心线索,构建“情境寻证—猜想立证—探究实证—建模释证—实践用证”的五阶教学流程,各环节紧密衔接、环环相扣,形成“初始证据—猜想证据—核心证据—推理证据—应用证据”的完整证据链,将核心素养培养融入每一个教学步骤。

2.1 情境寻证:创设真实情境,构建证据链起点

2022 年版科学课程标准明确要求教学应“从生活走向科学,从科学走向社会”,情境创设需具备真实性、探究性和关联性^[1]。通过生活危机情境与直观实验情境相结合,提取“液体存在压强”的初始证

据,构建证据链的起点,符合科学学习“以证据为基石、以体验为路径”的本质规律。

教学活动:(1)播放短视频。汽车不慎坠入水中,驾驶员多次尝试打开车门均未成功,最终借助破窗锤敲碎车窗逃生。(2)提出问题。“汽车入水后,为什么车门难以打开?是水的重力导致的吗?”引导学生结合生活经验初步思考,提取“水对车门有压力”的初步证据。(3)教师演示实验 1。展示自制大型液体压强演示装置(见图 1),装置由透明塑料桶、水泵、带橡皮膜的玻璃管组成。向桶内注水,学生观察到玻璃管底部和侧壁的橡皮膜明显凸起,且随着水量增加,橡皮膜凸起程度增大,部分位置的液体甚至喷出。此环节获取“液体对容器底部和侧壁有压力”的实验证据,丰富证据链的初始环节。(4)教师演示实验 2。将剪去底部的矿泉水瓶底部套上橡皮膜,用铁丝系住后缓慢放入上述装置中,学生观察到橡皮膜向上凸起。此环节获取“液体对浸入其中的物体有压力”的关键证据,完善证据链的起点。

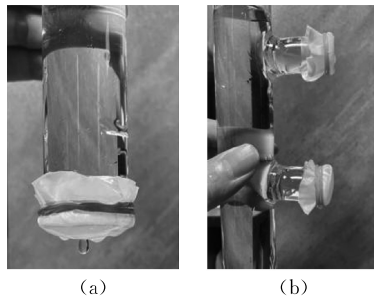


图 1 自制液体压强演示装置

总结:通过视频情境和两个演示实验,形成“液体对容器侧壁、底部及浸入其中的物体有压力作用”的完整初始证据链,进而提出核心问题:“液体内部的压强有什么特点?其大小与哪些因素有关?”

设计意图:从学生熟悉的生活危机情境切入,以“车门难以打开”的真实问题为引子,激活学生的探究兴趣,提取证据链的首个环节。两个演示实验分别针对“液体对容器的压强”和“液体对浸入物体的压强”,形成互补证据,构建“生活现象证据—实验现象证据”的初始证据链,帮助学生全面感知液体压强的存在,为后续猜想与探究奠定认知基础。

2.2 猜想立证:基于初始证据,延伸证据链方向

科学猜想并非凭空臆断,而是基于已有证据链、前概念和科学经验进行的逻辑推理过程,是证据链向探究方向延伸的关键环节^[2]。图尔敏的科学论证模式指出,任何合理的观点都必须有对应的证据支撑,猜想作为一种待验证的观点,其合理性直接取决于初始证据链的关联性与充分性^[3]。基于初始证据链的合理外推,能够明确探究方向,使后续的实验探究更具针对性,确保证据链的连续性与逻辑性。

教学活动:(1)回顾初始证据链。引导学生聚焦“橡皮膜凸起程度不同”“液体喷出远近不同”等关键证据差异,提出问题:“这些不同现象背后可能隐藏着什么规律?”

(2)组织学生小组讨论。基于初始证据链进行猜想,并要求学生说明猜想的证据支撑。“你认为液体内部压强的大小可能与哪些因素有关?请用刚才观察到的现象作为证据支持你的猜想。”

(3)学生交流分享猜想及证据支撑,教师板书整理,延伸证据链的探究方向。

猜想 1:与深度有关(证据支撑:初始证据链中“液面越高,橡皮膜凸起越明显,液体喷出越远”);

猜想 2:与方向有关(证据支撑:初始证据链中“容器不同方向的橡皮膜都有凸起,可能不同方向的压强大小不同”);

猜想 3:与液体种类(密度)有关(教师引导:如果将水换成盐水,橡皮膜的凸起程度会变化吗?基于初始证据链的逻辑延伸,补充猜想方向)。

(4)教师总结。科学猜想必须以已有证据链为依据,本节课我们将通过实验验证这三个猜想,收集新的证据,进一步完善证据链。

设计意图:引导学生基于初始证据链进行猜想,避免猜想的盲目性,培养“证据—猜想”的逻辑关联意识,确保证据链的延伸具有合理性。对于学生难

以自主想到的“密度”因素,教师通过设问进行适度引导,基于初始证据链的逻辑进行延伸,既尊重学生的认知规律,又保证证据链的完整性。

2.3 探究实证:设计对照实验,充实证据链核心

科学探究的核心是通过可重复、可控制的实验获取客观证据,以验证猜想的科学性,这一过程是证据链从“猜想”走向“实证”的关键阶段^[2]。控制变量法作为探究多因素问题的核心方法,其本质是通过排除无关变量的干扰,聚焦自变量与因变量之间的因果关系,确保收集的证据具有针对性与有效性,是充实证据链核心的科学方法。

同时,科学论证理论强调,实验数据作为核心证据,其真实性、有效性直接决定证据链的可信度,通过小组合作探究、数据对比分析、质疑释疑等环节,能够进一步完善证据链,实现从感性认知到理性认知的跨越^[5]。

教学活动:(1)明确探究方法。针对三个猜想,引导学生分析需要采用控制变量法进行实验,即每次只改变一个变量,控制其他变量不变,确保收集的证据能够准确支撑猜想验证,充实证据链的核心。(2)发放实验任务活动单,指导学生分组完成三个探究任务,记录实验数据(表 1、表 2、表 3),收集核心证据。(3)实验器材:U 形管压强计、大烧杯、水、盐水、刻度尺等。

任务一:探究液体压强与深度的关系。

表 1 液体压强与深度的探究实验记录表格

序号	液体种类	橡皮膜朝向	橡皮膜中心在液体中的深度/cm	U 形管左右两管液面高度差/格
1	水	向下	5	
2	水	向下	10	
3	水	向下	15	

引导学生控制液体种类(水)和橡皮膜朝向(向下)不变,改变深度,记录 U 形管两侧液面高度差,收集“深度与压强关系”的核心证据。

实验后总结:液体压强与深度有关,在同种液体中,深度越深,液体压强越大。此结论作为核心证据,充实证据链。

任务二:探究液体压强与方向的关系。

表 2 液体压强与方向的探究实验记录表格

序号	液体种类	橡皮膜朝向	橡皮膜中心在液体中的深度/cm	U 形管左右两管液面高度差/格
1	水	向下	10	
2	水	向上	10	

续 表

序号	液体种类	橡皮膜朝向	橡皮膜中心在液体中的深度/cm	U 形管左右两管液面高度差/格
3	水	向左	10	
4	水	向右	10	

引导学生控制液体种类(水)和深度(10 cm)不变,改变橡皮膜朝向,记录 U 形管液面高度差,收集“方向与压强关系”的核心证据。

学生实验后总结:在同种液体的同一深度,液体向各个方向的压强相等,即液体压强与方向无关。此结论作为核心证据,进一步充实证据链。

任务三:探究液体压强与液体密度的关系。

表 3 液体压强与液体密度的探究实验记录表格

序号	液体种类	橡皮膜朝向	橡皮膜中心在液体中的深度/cm	U 形管左右两管液面高度差/格
1	水	向下	10	
2	盐水	向下	10	

教师预设:将部分小组的水换成盐水,但不提前告知。学生实验中发现,部分小组在深度相同、方向相同的情况下,U 形管液面高度差明显大于其他小组。

引导学生分析差异原因:“为什么同一深度下,不同小组的实验数据存在明显差异?”通过对比实验器材,发现部分小组使用的是盐水,收集“密度与压强关系”的核心证据。

学生总结:在深度相同的情况下,液体的密度越大,液体压强越大。此结论作为核心证据,完善证据链的核心环节。

交流与反思:各小组展示实验数据,讨论实验中出现的(如数据偏差、橡皮膜漏气等),提出改进方案,确保核心证据的真实性与可靠性,进一步优化证据链。

设计意图:通过三个梯度递进的探究任务,分别验证三个猜想,每个实验都以“控制变量—收集数据—分析证据—得出结论”为流程,收集“深度、方向、密度与压强关系”的核心证据,充实证据链的核心环节,让学生体验完整的科学探究过程,落实探究实践的素养目标。实验后的交流与反思环节,鼓励学生分享经验、发现问题、提出改进建议,培养合作能力与严谨求实的科学态度,确保证据链的核心证据真实、可靠,落实态度责任的素养目标。

2.4 建模释证:构建科学模型,强化证据链逻辑模型建构是科学研究的重要方法,其本质是通

过简化、抽象等思维加工,将复杂的自然现象转化为可研究、可量化的理想模型,从而揭示事物的本质规律,是证据链从“定性描述”走向“定量分析”的关键环节^[4]。液体压强公式的推导过程,正是基于核心证据链,通过建构“柱形容器内液体压力与重力的关系”这一理想模型,将抽象的压强问题转化为具体的力学计算问题,体现了“具象—抽象—具象”的认知规律。

教学活动:(1) 提出问题。“通过实验我们收集了‘液体压强与深度、密度有关,与方向无关’的核心证据,那么液体压强的大小如何定量计算呢?如何通过证据链的逻辑推理,构建液体压强的数学模型?”

(2) 构建物理模型。教师演示实验(见图 2),在一个透明的圆柱形容器底部固定一块橡皮膜,向容器内注水,橡皮膜向下凸起;再用一个带有刻度的玻璃管,通过橡皮膜中心向容器内注水,直到橡皮膜恢复平整。

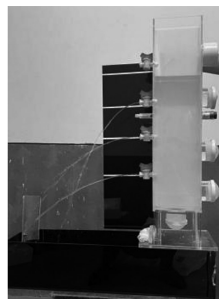
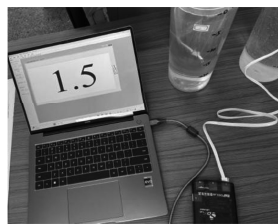


图 2 液体压强自制教具

(3) 引导学生推理。橡皮膜恢复平整时,玻璃管内水对橡皮膜向上的压力与容器内水对橡皮膜向下的压力相等。设玻璃管的横截面积为 S ,水的密度为 ρ ,玻璃管内水面高度为 h ,则玻璃管内水的重力 $G = mg = \rho Vg = \rho Shg$ 。由于玻璃管内水对橡皮膜的压力 $F = G = \rho Shg$,因此液体压强 $p = F/S = \rho gh$ 。此过程基于核心证据链,通过逻辑推理构建液体压强的数学模型,强化证据链的逻辑关联。

(4) 实验验证。利用 DIS 液体压强传感器,测量不同深度、不同密度液体的压强,将测量值与公式计算值进行对比,验证公式的科学性(见图 3)。此环节通过现代技术手段获取验证证据,进一步强化证据链的逻辑性与可靠性。



(a)



(b)

图 3 基于 DIS 的液体压强定量实验图

总结:液体压强的计算公式为 $p = \rho gh$ (p 表示

压强, ρ 表示液体密度, g 表示重力加速度, h 表示深度, 即从液面到该点的竖直距离)。

设计意图: 从定性探究过渡到定量分析, 基于核心证据链构建数学模型, 符合学生的认知进阶规律, 帮助学生形成“定性描述—定量计算”的科学思维方式。推导过程中, 结合前面学习的压强公式 $p = F/S$, 实现知识的迁移与整合, 让学生体会科学知识的逻辑性与连贯性, 感受证据链在知识建构中的核心作用。利用 DIS 传感器进行实验验证, 既体现了现代信息技术在科学教学中的应用, 又为公式的正确性提供了精准的实验证据, 进一步强化“基于证据链得出结论”的科学理念, 落实科学思维与科学观念的素养目标。

2.5 实践用证: 运用科学知识, 闭环证据链应用

2022 年版科学课程标准要求学生“能运用科学知识解释自然现象、解决实际问题”, 这就需要将证据链支撑的科学结论应用于生活实践, 通过解决真实问题, 检验证据链的科学性与实用性, 同时让学生感受到科学知识的实用价值, 提升核心素养^[1]。实践应用环节作为证据链的闭环环节, 不仅能深化学生对知识的理解, 更能培养学生的知识迁移能力与问题解决能力, 实现证据链的完整闭环。

教学活动: (1) 回归课前情境。“现在我们可以基于完整的证据链, 解释汽车入水后车门难以打开的原因了吗?”引导学生运用液体压强公式分析: 汽车入水后, 水对车门的压强随深度增加而增大, 车门内外存在巨大的压强差, 导致车门难以打开。此环节运用证据链支撑的结论解释初始情境问题, 实现证据链的闭环应用。

(2) 解决实际问题。“如果遇到汽车入水的情况, 应该如何逃生?”学生结合液体压强知识讨论得出: 方法一: 立即敲碎车窗逃生(车窗玻璃较薄, 容易破碎, 且破碎后水快速涌入, 可减小内外压强差); 方法二: 等待水进入车内, 当车内液面与车外液面齐平时, 内外压强差为零, 再打开车门逃生。

(3) 拓展应用。展示三峡大坝的图片, 提出问题: “基于证据链支撑的液体压强规律, 三峡大坝为什么设计成上窄下宽的形状?”引导学生运用液体压强知识解释: 液体深度越深, 压强越大, 大坝下部需要承受更大的压强, 因此设计得更宽。

(4) 科学史拓展。播放帕斯卡裂桶实验的动画, 介绍帕斯卡通过巧妙设计构建证据链, 发现

“液体的压强与深度有关, 与液体的质量无关”的科学史实, 让学生感受科学家的探究精神与证据链构建的巧妙性。

(5) 课堂小结。学生梳理本节课的证据链: “生活情境证据(车门难开)—实验现象证据(橡皮膜凸起)—猜想证据(深度、方向、密度)—核心实验证据(U 形管数据)—推理证据(公式推导)—实践应用证据(逃生方法、大坝设计)”, 总结证据链在知识建构中的核心作用, 回顾自己在核心素养方面的收获。

设计意图: 实现“课前情境—课中探究—课后应用”的证据链闭环, 让学生感受到科学知识的实用价值, 激发学习兴趣。介绍帕斯卡裂桶实验的科学史, 不仅丰富教学内容, 更让学生体会科学家通过构建证据链进行探究的艰辛与乐趣, 感受证据链在科学发展中的重要作用, 落实态度责任的素养目标。课堂小结环节, 引导学生梳理完整的证据链, 帮助学生形成结构化的知识体系与科学的学习方法, 强化“基于证据链学习”的科学理念。

3 结 论

基于证据链的核心素养教学设计, 以证据链为核心线索, 以科学论证为纽带, 将核心素养的四大维度有机融入教学各环节, 实现了知识传授与素养培育的有机统一。在“液体的压强”一课的教学中, 通过“情境寻证—猜想立证—探究实证—建模释证—实践用证”的五阶教学流程, 构建了完整的证据链闭环, 学生不仅掌握了液体压强的知识与公式, 更在证据链的构建过程中发展了科学思维、探究实践能力和科学态度, 体现了新课标“以核心素养为导向”的教学理念。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 朱燕, 俞嘉燕, 任红艳. 基于模型-证据链的科学论证教学研究进展[J]. 化学教育(中英文), 2021(9): 88—94.
- [3] 叶成林, 焦润勇. 基于证据的初中生物科学论证能力培养策略——以苏科版“物质的比热容”教学为例[J]. 中学物理, 2022(24): 33—36.
- [4] 蔡慧英, 卢琳萌, 董海霞. 基于证据启发的学习设计: 让教师教学站在理解教育规律的基础上——访国际知名教育心理学和学习科学专家保罗·基尔希纳教授[J]. 现代远程教育研究, 2021(4): 11—19.
- [5] 叶坤灵, 温勇康. 基于证据推理与模型建构培养科学思维教学实践——以人教版初中化学“二氧化碳的性质”教学设计为例[J]. 化学教与学, 2022(19): 59—63.