

利用思维可视化突破初中冰水混合液面升降问题求解疑难

朱福菊 王酉顺 何学美 姚 斌

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南 昆明 650092)

(收稿日期:2021-06-16)

摘要:思维可视化能够实现隐性思维显性化,零散知识结构化,促进记忆加工和提高思维能力,已成为教学实践中培养学生高阶思维的有效途径之一.冰水混合液面升降是初中学生学习物理力学模块的难点和分化点,涉及的物理过程复杂而抽象,往往导致学生在建立完整的解题物理思维过程中困难重重.本文在思维可视化视域下,设计了通用的“冰水混合液面升降问题”解题策略鱼骨图,并利用3个典型实例具体展示了解题过程,为学生思维进阶训练和高阶思维提升另辟蹊径.

关键词:思维可视化 鱼骨图 液面升降问题 解题疑难

1 引言

思维可视化是指运用一系列图示技术把本来不可见的思维(思考方法和思考路径)呈现出来,使其清晰可见的过程^[1],即将大脑中的思维“画”出来.利用思维可视化方法把复杂问题的思考程序进行可视化拆解,可以快速找出学生思考问题时的障碍,便于针对性地提出解决方案,助力学生思维发展.众多研究显示,思维可视化是训练和培养学生科学思维的有效途径之一^[2~6].

冰水混合液面升降虽然是生活中的常见现象和各类考试中的重要考查内容,但由于这类问题的现象不太明显,需要的观察时间也较长,往往导致学生在建立完整的物理思维过程中困难重重.本文在思维可视化视域下,把浮冰溶化后液面的升降问题生成形象的鱼骨图,引导学生逐步展开形象化思考,形成对液面升降问题的系统认识,最终在学生头脑中

构建一个完整的思维可视化解题过程.

2 冰水混合液面升降问题中的思维可视化解题策略

解答问题需要从本质入手.对于冰水混合液面升降问题,无论是“升”还是“降”,关键在于确定是由什么因素引起液面高度的变化.究其原因,液面的“升”“降”取决于冰化成水后这部分水的体积 $V_{\text{排}2}$ 与未溶化且漂浮时所排开的水的体积 $V_{\text{排}1}$ 之比.因为浮力 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$,当液体密度不变时,浮力大小只取决于物体所排开液体的体积,所以比较前后状态 $V_{\text{排}}$ 的大小就确定了液面高度的变化.确定好这一解题关键后即可运用思维可视化方式将研究对象的相关物理量层层拆解,根据时间或空间的顺序画出各个分支,明确各个物理量之间的关系,最后利用思维可视化工具——鱼骨图,将物理问题中的关系图示化,以突破求解疑难.绘制的思维导图如图1所示.

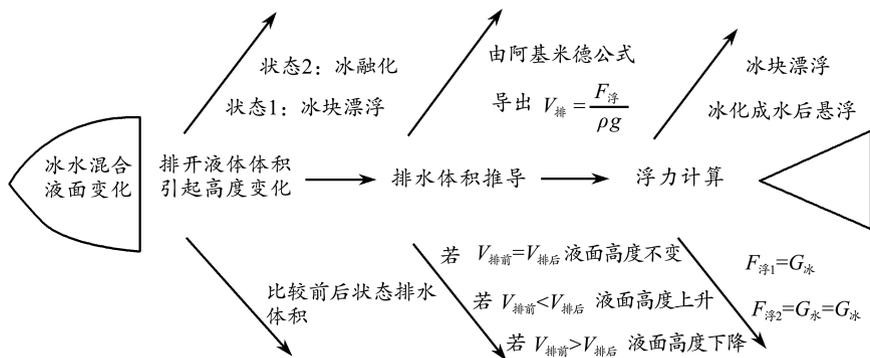


图1 冰水混合物液面升降解题思维导图

作者简介:朱福菊(1996-),女,硕士研究生,研究方向为物理教学.

通讯作者:姚斌(1980-),男,博士,副教授,主要从事大学物理教学研究和电磁理论研究.

冰水混合物液面升降问题的思维可视化解题策略鱼骨图如图1所示. 鱼骨的中间部分为解题的关键信息点, 通过这些关键信息点可以把复杂问题分解为若干个简单问题. 鱼骨的上下两侧分别为策略分析过程和条件转化过程. 借助解题鱼骨图, 可以引导学生掌握清晰的思考程序, 把复杂过程分解为简单步骤, 形成高效的解题策略.

3 应用思维可视化解题策略的3个实例

3.1 冰化成水后液面的升降问题

(1) 学生思维障碍

初中学生在遇及此类问题时, 会受到思维定势的影响, 认为冰是漂浮在水面上, 有部分露出水面, 化成水后露出部分会使液面升高.

(2) 传统讲解

如图2所示, 冰块漂浮在水面上, $F_{浮} = G_{冰}$, 冰化成水后, $F_{浮} = G_{水} = G_{冰}$; 浮力相等所以 $V_{排}$ 不变, 液面不变.

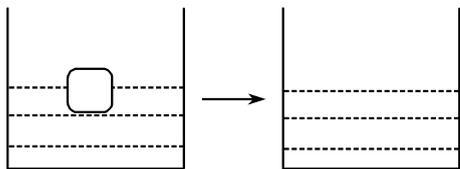


图2 冰水混合物模型

解题推导过程如图3所示.

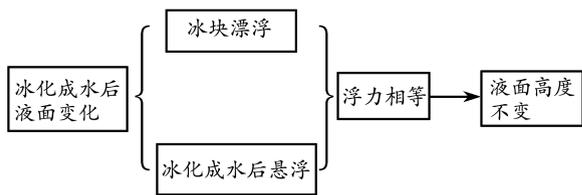


图3 传统讲法解题推导图

分析: 学生刚接触此类问题时, 对于浮力与体积的关系还没有很好的界定, 会导致学生听时明白, 过后再独立分析题时又会进入思维定势, 且遇到稍复杂的此类问题时会造成思维混乱, 不利于促进学生科学思维的发展.

(3) 思维可视化方式解析

在图1冰水混合液面升降解题鱼骨图的指引下, 结合图2模型, 把液面升降问题分析转化为求前后状态 $V_{排1}$ 和 $V_{排2}$ 的体积比较, 体积又由浮力来推导计算, 形成如图4的解析.

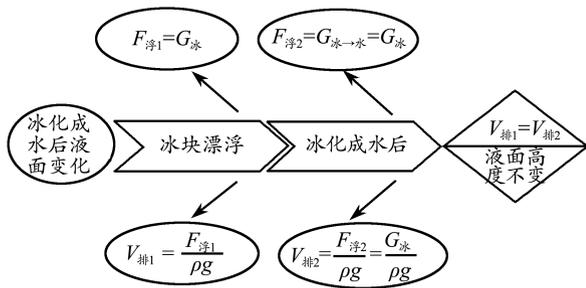


图4 思维可视化方式解题推导图

在图4中, 第一步根据状态1“冰块漂浮”可以推出 $F_{浮1} = G_{冰}$, 根据阿基米德浮力定律又可推出 $V_{排1} = \frac{F_{浮1}}{\rho g}$; 第二步根据状态2“冰化成水后”判断出这部分水悬浮于水中, 所以推出 $F_{浮2} = G_{冰 \rightarrow 水}$, 因此 $V_{排2} = \frac{F_{浮2}}{\rho g}$; 第三步比较 $V_{排1}$ 和 $V_{排2}$ 大小, 由此将一个复杂的、抽象的液面升降问题转化为简单直观的依据浮力知识计算的问题. 通过构建该题的解题思维模型, 学生便能够按图索骥, 学会如何思考和分解问题, 有利于高阶思维的培养和形成.

分析: 相较于传统解答, 在思维可视化方式指引下, 教师也可以直观看到学生的解题思路, 进行及时有效的反馈, 提高学习效率. 学生从中也能锻炼解题的思维程序, 同时将思维程序迁移到其他复杂问题的解答中.

3.2 冰块中含有木块的液面升降问题

(1) 学生思维障碍

冰块中含木块的模型如图5所示. 因为 $\rho_{木} < \rho_{水}$, 分析木块最终会漂浮于水面, 大多学生会认为此时液面会下降.

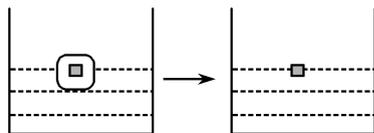


图5 冰块含有木块模型

(2) 思维可视化方式解析

冰块中含木块的液面升降问题用思维导图可视化解析如图6所示.

分析: 物理教学中要注重对学生思维逻辑的培养, 利用思维可视化方式教会学生如何思考问题, 并在解决问题的过程中不断训练完善学生的思维逻辑, 切实提高学生分析问题、解决问题的能力, 有效带动学生思维能力的提升.

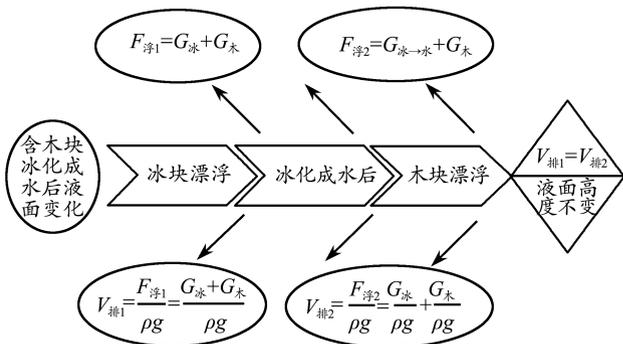


图6 冰块中含木块的液面升降问题的解题推导图

3.3 冰块中含有铁块的液面升降问题

(1) 学生思维障碍

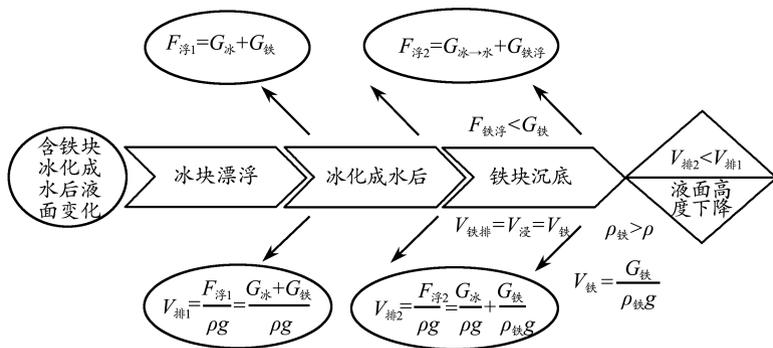


图8 冰块中含铁块的液面升降问题解题推导图

分析:通过解题思维鱼骨图,把液面升降问题最终简化为求浮力问题,降低了求解动态问题的难度.各类冰水混合物液面升降问题的求解虽存在差异,但在图1思维可视化鱼骨图指引下的解题思路可以推而广之,进而让学生轻松学习的同时,促进高阶思维发展,提高学生在学习兴趣.

4 结论

“重知识而轻思维”的教学方式危害巨大,会使学生长期处于浅思考、不思考的状态,久而久之,学生的思维发展必然受阻,思维能力必然弱化,思维深度必然受限,学生核心素养的有效发展也必然受到抑制^[7,8].通过引入思维可视化,把教学重点从注重知识层面向思维层面转移,促进或迫使师生共同思考,以此产生思维共振.思维可视化教学可以为初高中学习搭建一个台阶,借助思维工具,创设问题情境,促进学生科学思维的深度发展,逐步帮助学生有效提升抽象思维能力.

参考文献

1 张蓉. 思维可视化在初中物理教学中的应用——“看得见”的电生磁[J]. 中学物理教学参考, 2021, 50(2): 30 ~ 31

冰块中含铁块的模型如图7所示. 因为 $\rho_{铁} > \rho_{水}$, 铁块最终会沉入水底, 致使大多学生会认为此时液面会上升, 导致出错.

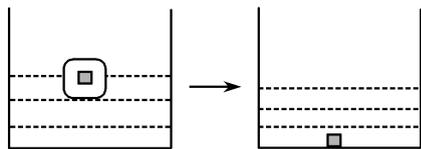


图7 冰块含有铁块模型

(2) 思维可视化方式解析

冰块中含铁块的液面升降问题解题思维导图如图8所示.

2 Lauer L, Peschel M, Malone S, et al. Real-time visualization of electrical circuit schematics: An augmented reality experiment setup to foster representational knowledge in introductory physics education[J]. The Physics Teacher, 2020, 58(7): 518 ~ 519

3 Donhauser A, Küchemann S, Kuhn J, et al. Making the invisible visible: Visualization of the connection between magnetic field, electric current, and Lorentz force with the help of augmented reality[J]. The Physics Teacher, 2020, 58(6): 438 ~ 439

4 方红德. 思维可视化对突破学生物理思维障碍的策略研究[J]. 中学物理教学参考, 2017, 46(13): 10 ~ 13

5 颜少芬. 可视化教学对高中生科学思维能力培养的实践研究[D]. 漳州: 闽南师范大学, 2020

6 尹庆丰, 刘霁华. 妙用“可视化”技术促进科学思维进阶——以“简谐运动”教学为例[J]. 物理教师, 2021, 42(1): 21 ~ 24

7 尹庆丰. 提升学生抽象思维能力的“可视化方法”的思考与实践[J]. 物理教师, 2016, 37(7): 29 ~ 31, 35

8 郑勤红, 刘应开, 向泰, 等. 卓越中学物理教师培养模式的探索与实践——以云南师范大学“4+2”本硕一体化培养模式为例[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2021, 41(2): 66 ~ 72