

初中园地

基于项目驱动的思维可视化教学实践^{*}

——以“特殊方法测密度”教学设计为例

陈显灶 (厦门市海沧区北附学校 福建 361026)

周 玲 (厦门市海沧中学 福建 361026)

摘 要 以“特殊方法测密度”复习课教学设计为例,分析介绍了如何基于项目驱动和思维可视化策略进行中学物理教学设计。以促进项目目标达成的三个驱动性问题为主线,用可视化模型进行测密度的多种“特殊”实验方案的设计,并运用所学知识完成实验测量,解决实际问题。

关键词 项目驱动 思维可视化 测密度

文章编号 1002-0748(2023)8-0024

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

培养问题解决能力是初中物理教学的目标之一。学习者问题解决能力的形成过程,也是思维发展的过程,解决问题是思维发展的具体表现。在教学过程中,如果能够将解决问题过程中每一个关键的思维细节通过一定的方式呈现出来,即将“思维过程可视化”,这对学生思维发展将会有积极的促进作用^[1]。通过思维可视化策略可以有效地培养个体物理概念的激发、建构及确证能力,培养命题学习力,提高学生的学科核心素养^[2]。基于项目驱动的课堂教学,是以项目目标达成为主线,在问题解决过程中包裹核心知识,最后再运用所学知识解决项目问题,达到该项目教学的既定目标。在项目驱动中运用思维可视化策略,让学生经历完整的问题解决高阶思维过程,是实现物理深度学习的有效教学途径。本文以“特殊方法测密度”综合复习课教学为例,谈谈实践的体会。

1 依据标准确立目标

1.1 课程标准与学习目标

“密度”隶属于《义务教育物理课程标准(2022年版)》的课程内容一级主题——物质下二级主题——物质的属性的学习范畴。课程标准对“密度”的要求是:通过实验,理解密度;会测量固体和液体的密度;能解释生活中与密度有关的一些物理现象。

“密度”是初中物理中需要学生达到“理解”层次的三个概念之一,属于需要重点掌握的核心知识。本节课是密度知识的综合复习课,不仅涵盖了对密度基础知识的理解,还包括三种测量器材的使用、阿基米德原理和浮与沉知识的应用,是一节综合性较强、难度较大的综合应用课。所谓的“特殊方法测密度”,即缺少测量质量或体积的测量工具,仅用一种测量工具完成密度测量。本节课以“制作彩虹杯”项目为任务载体,以可视化策略为思维主线,根据学情确定了如下学习目标:学会运用思维可视化策略解决复杂物理问题;通过思维可视化模型,理解测定密度的各种特殊方法;根据给定的实验器材,会设计并测量固体或气体的密度。

1.2 设计理念与教学流程

本节课以“制作彩虹杯”为项目载体,依次解决“只有天平如何测固体、液体的密度”“只有量筒如何测固体、液体的密度”“只有弹簧测力计如何测固体、液体的密度”三个问题,这三个问题包含了“特殊方法测密度”的六种特殊方法。学生在挑战性项目的驱动下,回答三个问题的同时经历科学探究、模型建构等过程,培养了科学思维,实现物理的深度学习。基于项目驱动的思维可视化教学流程如图1所示。

在每种测量方法的设计过程中,引导学生按照如图2所示的“思维可视化模型”进行思考和实验设

^{*} 基金项目:本文系福建省教育科学“十四五”规划2021年度课题“基于深度学习的初中物理项目式学习课例开发与研究”(课题批准号:FJKZX21-421)的研究成果。

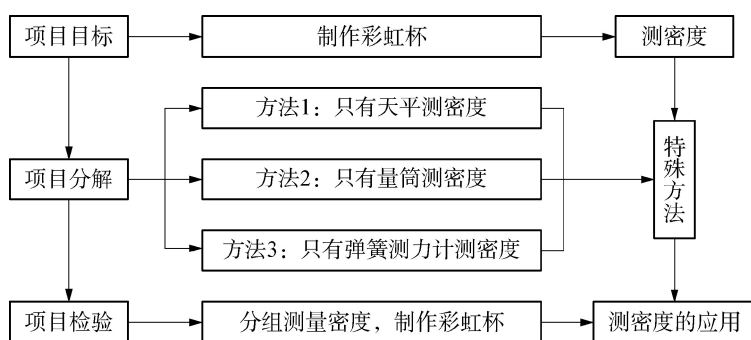


图 1 基于项目驱动的教学流程

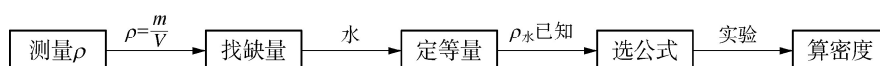


图 2 思维可视化模型

计。测量固体或液体的密度,需测量其质量和体积,先根据密度公式和给定的测量工具,确定无法测量的物理量;再引入水,让水的质量或体积与无法测量的物理量相等;然后根据水的密度已知,选用合适的公式,确定待测量及测量步骤;最后再根据测量数据计算出该物体的密度。“特殊方法测密度”的思维可视化模型是将多种方法进行总结提炼,使复杂问题简单化,让思维过程可视化,教会学生思维过程,以培养学生对复杂问题的解决能力和思维方式。

2 基于项目驱动的教学设计

2.1 教学导入,提出项目目标

项目驱动:向学生展示彩虹杯的图片,如图 3 所示。提出本节课的任务:所有小组一起合作制作一个彩虹杯。若要成功制作彩虹杯,需要分别测量出四杯不同颜色的液体和四种不同密度的固体,按密度从大到小依次向杯中添加。因此,准确测量并排列出四种固体和四种液体的密度是完成任务的关键。

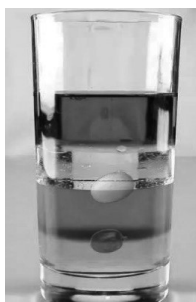


图 3 彩虹杯

师:要测量固体或液体的密度,需要哪些测量工具?

生:用天平测质量、量筒测体积,或用弹簧测力计间接测质量。

师:由于老师能携带的器材有限,每组现在只能随机分配到天平、量筒或弹簧测力计中的一个测量工具,要求通过学习,大家能用这一个测量工具完成固体或液体密度的测量,并成功制作出彩虹杯。这

种因缺少测量工具而设计的非常规测密度的方法即为“特殊方法”测密度。

设计意图:通过条件设定,提出有挑战性的项目目标,项目目标包含核心知识,引入新课,激发学生兴趣。

2.2 项目分解,包含核心知识

方法 1:只有天平测固体和液体的密度。

运用思维可视化模型解决“只有天平测量固体密度”问题的设计路径如图 4 所示。要测量固体的密度,需测量质量和体积;只有天平,固体的体积无法直接测量;引入水作为替代物,让固体的体积等于水的体积;水的密度已知,只需要测量出与固体体积相等的水的质量,即可算出水的体积,便可以算出固体的密度。因此,测量出“与固体体积相等的水”的质量是解决“只有天平”问题的关键。此类问题也衍生出“排水”“补水”等问题,核心解决方法都与之相同,其中一种测量方式如图 5 所示。

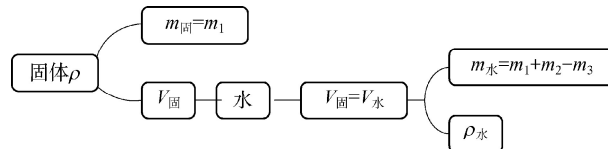


图 4 “只有天平”可视化设计思路

“只有天平测量液体的密度”的分析思路与图 4 相同。要测量未知液体的密度,只需测出水的质量和与水等体积的液体的质量即可。利用水的质量和密度计算出水的体积,该体积等于液体的体积,便可算出液体的密度。此类问题也衍生出“标记”“比重瓶”等问题。

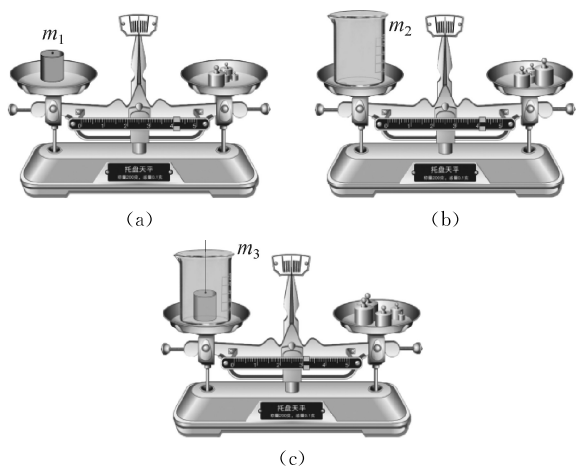


图 5 测量固体密度

方法 2: 只有量筒测固体和液体的密度。

运用思维可视化模型解决“只有量筒测量固体

密度”问题的设计路径如图 6 所示。只有量筒,固体的质量无法直接测量;引入水作为替代物,让水的质量等于固体的质量;由学过的公式可知,若要固体的质量等于水的质量,或固体的重力等于水的重力,需运用阿基米德原理和漂浮解决问题;当物体漂浮时, $G_{物} = G_{排} = F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$, 水的密度已知,只需要测量出固体排开水的体积,即可计算出物体的重力、质量,便可以算出固体的密度。因此,让固体漂浮在水中、测量出固体排开水的体积是解决“只有量筒”问题的核心。当固体密度小于水的密度时,可以利用物体漂浮直接测量;当固体密度大于水的密度时,可以想办法使其漂浮。如果该物体能改变形状,可以做成“小船”使其漂浮;如果不能改变形状,可以借助小烧杯、木块等其他密度小的物体助其漂浮,如图 7 所示。

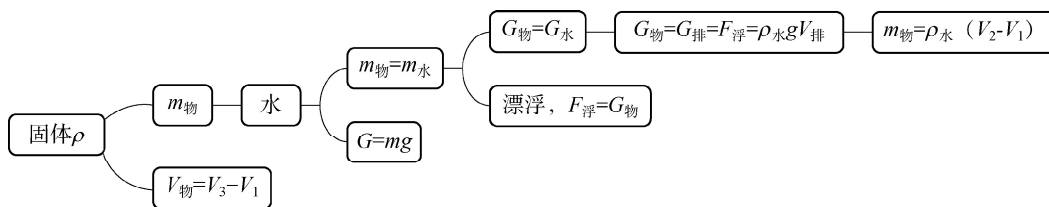


图 6 “只有量筒”可视化设计思路

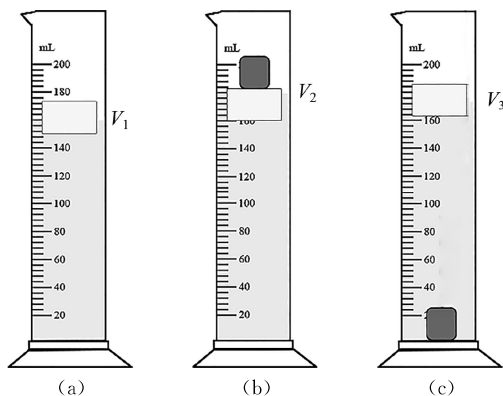


图 7 测量固体密度

“只有量筒测量液体的密度”的分析思路与图 6 相同。要测量未知液体的密度,只需测出水的体积和与水等质量的液体的体积即可。运用阿基米德原理和漂浮的结论,借助一个能在两种液体中漂浮的固体,由 $G_{物} = G_{排1} = G_{排2}$, 即 $m_{排1} = m_{排2}$, 可得出 $\rho_{液} V_{液} = \rho_{水} V_{水}$, 即利用固体在两种液体中排开液体的体积和水的密度计算出液体密度。

方法 3: 只有弹簧测力计测量固体和液体的密度。

运用思维可视化模型解决“只有弹簧测力计测

固体密度”问题的设计路径如图 8 所示。只提供弹簧测力计,固体的质量可通过测重力间接测量,无法测量体积;引入水作为替代物,让固体的体积等于水的体积;由学过的公式可知,能用弹簧测力计测力的大小来推导水的体积的知识为阿基米德原理的推导公式 $F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$ 和“称重法”测浮力。若要固体的体积等于水的体积,需将物体浸没即可,然后再测出浮力,计算出排开液体的体积,即物体的体积。

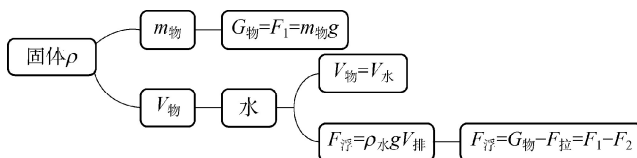


图 8 “只有弹簧测力计”可视化设计思路

“只有弹簧测力计测量液体密度”的分析思路与图 8 相同。要测量未知液体的密度,只需测出水的浮力和与水等体积的液体的浮力即可。运用阿基米德原理和“称重法”测浮力,借助一个能在两种液体中下沉的固体,由 $F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$ 和 $V_{物} = V_{排1} = V_{排2}$ 可得: $F_{浮1} / \rho_{液} = F_{浮2} / \rho_{液2}$ 。即利用固体在两种液体中受到的浮力和水的密度计算出液体密度,操

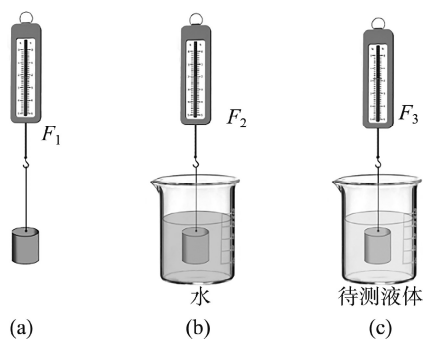


图 9 测量液体密度

作过程如图 9 所示。

设计意图：“特殊方法测密度”对学生而言难度较大，往往没有思考方向。通过教师示范、引导，让学生学会模仿运用可视化模型分析“特殊方法测密度”的各种方法。学生再运用可视化思维方式，分

组进行讨论、分享，将复杂的问题简单化、模型化，将多种方法总结为一条思考路径，利于学生对该复杂问题的有效理解，也能培养学生的逻辑思维能力。

2.3 项目检验，知识内化提升

将四种液体(红色的酒精、紫色的洗衣液、蓝色的盐水、橙色的食用油)和四种固体(白色的橡皮、绿色的蜡块、黑色和黄色的自制固体)搭配器材分成八组，通过希沃课堂活动功能为每组随机抽取实验器材，如图 10 所示。八个小组利用抽取到的测量器材分组测量各自的固体或液体的密度。实验结束后，将实验结果填写至电子白板的数据表格中，并对八种被测物体的测量密度进行排序。组长将本组测量的固体或液体带至讲台并依据测量密度从大至小依次向大量杯中添加，共同制作彩虹杯，最终制作效果如图 11 所示。

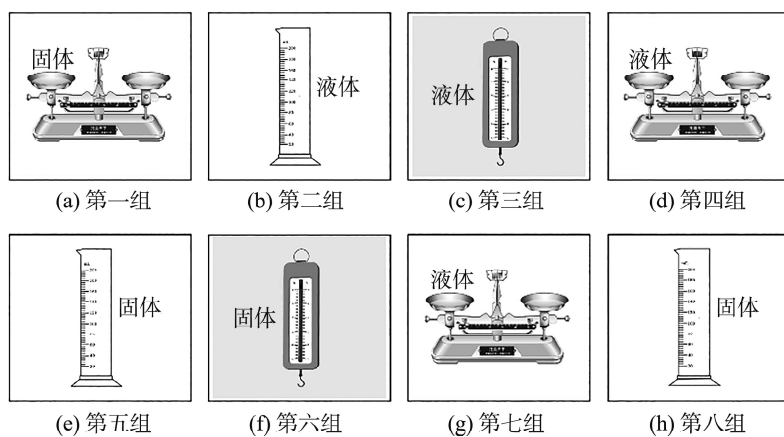


图 10 随机抽取器材界面



图 11 共同制作的彩虹杯

设计意图：通过随机分配各组的实验器材和被测物，给学生以不确定性，促使各组均需要掌握每一种测量方法才能最终完成测量。实验过程中，要求每组测量数据的精确度较高，才能够完美地制作出彩虹杯；若个别数据误差较大，添加过程中会自动改变排序位置，检验结果一目了然。通过共同制作彩虹杯项目，来验证各组测量数据是否准确，这也是学生最期待、最激动的环节。通过项目检验，回扣项目目标，培养学生运用物理知识解决实际问题的能力。

3 教学反思

物理学是一门以实验为基础的自然科学，所有的情境都应当来源于实验事实^[3]。本文利用思维可视化策略，将难度较大、方法繁多的特殊方法抽象为

一个思维模型，给学生可视化的实验设计方向，简化了思维过程，降低了思考难度。彩虹杯制作项目，富有美感和较大悬念，能够较好地调动学生的学习积极性，提高对授课内容和实验测量的兴趣。基于项目驱动的教学设计，能使学习目标最终指向真实的问题解决，学生在达到目标前经历完整的问题解决过程，将理论紧密联系实际，实现物理的深度学习。

参考文献

- [1] 蔡钳, 陈信余. 解决问题过程中的“思维可视化”尝试[J]. 物理教师, 2021(7): 92—95.
- [2] 陈宗成. 初中物理概念建构思维可视化策略——以浮力概念的建构为例[J]. 教学与管理, 2019(31): 72—75.
- [3] 陈显灶, 周玲. 对两种介质中折射成像位置的探讨[J]. 中学物理教学参考, 2021(28): 62—63.