设计跨学科实践教学　促进学生核心素养发展

——以“简易固体密度测量装置的制作”教学为例

周常林
(苏州市吴中区城西中学,江苏 苏州　215128)

摘　要:跨学科实践活动具有学科性、实践性、跨学科性等特征,是发展学生核心素养的有效途径.基于学生认知水平确定实践主题、引发学生认知冲突制订实践方案、注重学生知识迁移融合物化实践成果是跨学科实践教学的 3 大策略;教学中要始终坚持以学生为中心,倡导以学习为主线,发挥评价功能,从而发展学生核心素养.

关键词:跨学科实践;固体密度;教学流程;教学策略

初中物理教学中选择合适的情境素材,融入其他学科内容,开展跨学科实践活动是教学改革的必然趋势.跨学科实践教学强调“跨学科性”和“实践性”,旨在提升学生应对复杂问题的综合能力,培养学生的创新精神.这些价值诉求与素养导向下的物理教学改革目标高度契合.[1]

1　跨学科实践活动特征

跨学科实践活动具有学科性、实践性、跨学科性等特征,[2]为学生搭建了开放的学习平台,是发展学生核心素养的有效途径.

1.1　学科性

初中物理跨学科实践以物理学科为基础,把物理课程知识跟日常生活、工程实践和社会发展等主题结合起来,综合分析和解决具体的真实问题.例如,调查物理学在桥梁建筑技术方面的应用时,教师应引导学生用物理学的视角审视分析问题,如结构、荷载、稳定性、振动等,综合应用多学科知识解决问题,即立足物理学科,跨越学科边界开展实践活动,发展学生跨学科运用知识能力、分析和解决问题的能力.

1.2　实践性

实践性体现于在教师的引导下,循序渐进地实施跨学科实践方案,合理分组共同参与完成既定的议题、任务或项目.[3]只有实践,才能让学生经历观察、分析推理、动手操作、交流合作、反思评价等一系列的过程,获得相关的真实体验,才能从“坐而论道”转向“学科实践”,[4]让学生运用系统思维多角度地分析和解决问题,培养学生动手操作的综合能力.

1.3　跨学科性

真实问题涉及复杂的知识体系,“跨学科”是解决真实问题的必然途径.这正是跨学科实践活动的本质特征——跨学科性所决定.跨学科实践活动强调将问题解决过程与核心知识的获得、科学思维的形成以及态度责任的养成有机融合,体现了跨学科实践活动的育人价值.例如新课标中活动建议:制作一台小型风力发电机,从跨学科视角与同学交流制作过程与作品,在立足物理学科的基础上,将学生视角拉回到与生活息息相关的工程实践中,需要学生亲身经历探究过程,真正做到在问题中综合多学科知识解决问题,从学科“割裂”走向学科“统整”.跨学科的统整意在强化学科的贯通,弥补分科教学的不足,让学生有机会在不同学科知识的互动和整合中学习知识和解决实际问题,培养学生的创新能力.[5]

初中物理跨学科实践教学旨在引导学生从物理学的视角分析和解决现实生活中的问题,在跨学科综合应用知识解决实际问题的过程中,如何促进学生的深度学习和学习方式的转变,从而提升学生核心素养是值得一线教师探索的.

2　核心素养发展下初中物理跨学科实践教学

初中物理跨学科实践要紧密结合物理课程内容,体现跨学科性和实践性.以“简易固体密度测量仪的制作”教学为例,主题任务和工程实践相结合,

基金项目:本文系江苏省教育科学“十四五”规划 2022 年度立项课题“指向育人方式变革的初中物理跨学科实践研究”(项目编号:E/2022/06);江苏省教育科学“十四五”规划 2023 年度立项课题“指向学科实践的初中物理创意制作的实施策略研究”(项目编号:XC/2023/09);苏州市教育科学“十四五”规划 2023 年度教育科研改革发展专项课题“跨学科实践视域下初中物理课堂教学策略研究”(项目编号:2023/JK/02/026/06)的阶段性研究成果.

中国知网　https://www.cnki.net

不仅有助于学生理解密度的概念、浮力等知识，还能通过实际操作提高他们解决问题的能力. 本文将以此教学案例阐述如何在初中物理教学中实施跨学科实践活动，以期为一线教师提供些许帮助.

2.1 教学流程

教学流程如图 1 所示.

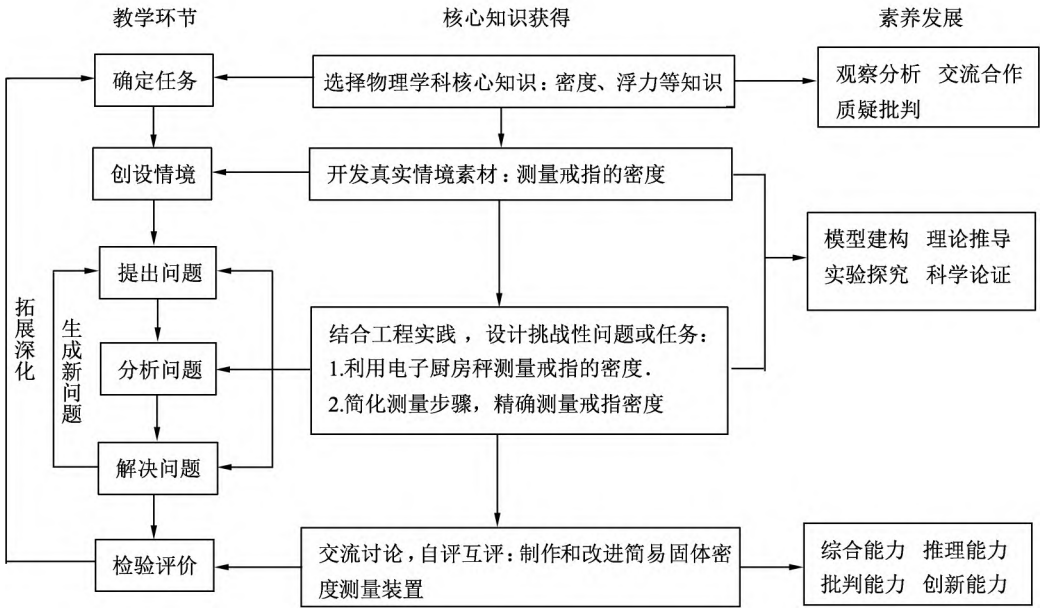

图 1 教学流程图

2.2 教学实施策略

2.2.1 基于认知水平确定实践主题，统整学科知识

在设计初中物理的跨学科实践活动时，教师应综合考虑基本学情、教学目标和教学内容，需要通过深入分析关键问题或任务，进而设计适宜的活动形式. “固体密度测量”的主题复习是密度和浮力的综合性应用，也是结合学生真实的生活和发展的需要出发，从生活情境中发现问题，进而转化为活动任务.

实践方案：利用以下实验室器材设计测量戒指（质量约 5 g、体积约 1 cm^3）密度的方案.

实验器材：天平（称量 500 g、感量 0.5 g），电子厨房秤（称量 3000 g、感量 0.1 g），弹簧测力计（量程5 N、分度值 0.2 N），2 个量筒（量程、分度值分别为 100 mL、2 mL 和 10 mL、0.2 mL），注射器（量程 1.0 mL、分度值 0.02 mL），烧杯等.

方案 1. 利用天平（或电子厨房秤）测量质量，量筒测量体积；根据测得的质量和体积计算戒指的密度.

方案 2. 将戒指悬挂在弹簧测力计下，测量其重力；将戒指浸没在水中，读取此时弹簧测力计的示数；利用浮力知识计算出体积，根据其重力和体积计算出密度.

设计意图：学生天生好动，面对各种器材时，往往会产生实验、比较的“冲动”. 这种“冲动”让他们经历尝试、碰壁、交流和解决问题等一系列过程. 这样的教学优化，为密度、浮力等知识点在不同的情况下的运用作了很好的归纳与总结，帮助学生更好地理解物理概念，统整学科知识. 同时，通过交流和展示，学生们可以从彼此的经验中学习，并共同提出更准确和有效的测量方法，培养他们的批判性思维和解决问题的能力.

2.2.2 引发认知冲突制订实践方案，引导深度探究

实践任务：测量戒指的密度，判断是否为真金.

学生根据设计方案测量戒指的密度时，发现了一系列的问题，如：用电子厨房秤较天平（或弹簧测力计）测量戒指的质量更精确；戒指的体积与量筒分度值相差不大，抑或量筒无法容纳戒指，无法准确测量体积（图 2）.



图 2 不同量程的量筒测量戒指体积的情况

中国知网 https://www.cnki.net

此时，教师引导学生关注测量工具的分度值和适用性，并优化方案测量戒指的体积.

实践活动 1. 在烧杯中注入适量的水，将戒指放入水中，标记此时水面位置；将戒指从水中取出，用电子厨房秤测出水和烧杯的总质量为 m；向烧杯中加水，直到水面到达标记处，测出水和烧杯的总质量为 m_0；此戒指的体积为 $(m_0-m)/\rho_{水}$.

实践活动 2. 在烧杯中注入适量的水并标记液面的位置；将戒指浸没水中后，用注射器从烧杯中吸水直至标记处，读出注射器中水的体积即为戒指的体积.

实践活动时，学生又发现如下问题：戒指从烧杯中取出会带走一定量的水，这导致戒指体积测量偏大；水面位置到达标记位置不好把握，体积测量不够精确. 学生继续交流讨论，优化实践方案.

实践活动 3. 用电子厨房秤测出装有适量水烧杯的质量 m；将戒指浸没（不触底）在水中，记录此时的示数 m_0，则戒指排开水的质量为 (m_0-m)，从而得到此戒指的体积为 $(m_0-m)/\rho_{水}$.

设计意图：本次实践活动以“明确任务—分析、解决问题—检验评价”的方式来设计教学，实践中使学生面对更为综合、复杂的真实物理问题情境，教师引导学生从易于达成的任务出发，促使学生发现问题、提出问题并自主解决问题，使学生的科学思维获得提升. 通过实践活动，学生判断了戒指不是真金，并使用实验室 J2107 铝柱体（已知密度为 2.7 g/cm^3）验证了实践活动 3 这个方案的可靠性. 同时，学生能够更好地理解科学知识的应用，培养解决实际问题和创新思维的能力.

2.2.3 知识迁移融合物化实践成果，提高工程实践能力

在使用电子厨房秤的过程中，学生发现了电子厨房秤的“去皮”功能，并利用这个功能优化了上述的实践方案，他们对电子厨房秤进行了改装，制作出了能直接测量小固体密度的装置.

实践制作：用金属丝制作一个支架[如图 3(a)所示].

使用说明：将装有适量水的小杯子放置在电子厨房秤的秤盘上，按下“去皮”键，使电子厨房秤归零[如图 3(b)所示]. 将待测的小固体轻轻放入水中，读取此时电子厨房秤的示数，记为 m_1[如图 3(c)所示]；使用支架将待测固体悬吊起来但不露出水面，再次读取电子厨房秤的示数，记为 m_2[如图 3(d)(e)所示]. 根据电子厨房秤两次读数，计算出待测固体的密度 $\rho_{水}m_1/m_2$.

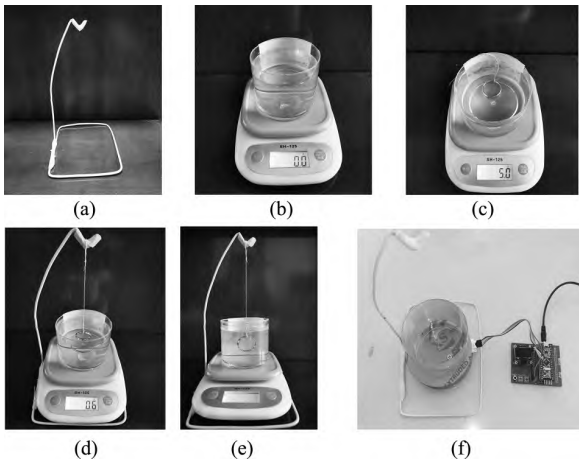

图 3 实践物化成果展示

实践成果：参加课后延时服务科技社团的学生，大胆提出了在电子厨房秤中加入单片机并编写相应测量密度程序的设想. 在导师的指导下，终于实现了一键测量小固体密度的愿望[如图 3(f)所示].

设计意图：根据新课标的要求，学生在实践过程中运用各种工具和技术进行设计和操作，并将创意方案物化. 这本身属于高阶思维的“创造维度”. 教师应该充分发挥学生在实践活动中的主体能动性，激发他们的创新意识，并培养解决实际问题的能力. 这也是设置跨学科实践活动的重要目标. 因此，跨学科实践活动的设计和引导，不仅丰富了学生的学习体验，还推动了学生全面发展.

2.3 教学反思

2.3.1 坚持以学生为中心，设计挑战性任务

“为了学生是教学的出发点和归宿点，让学习活动占据课堂的主要时空，从以教为主转向以学为主，转向‘学习中心课堂’.”[6] 教学中，要基于学生生活经验和认知水平设计相关的跨学科实践活动. 本教学中通过对戒指密度的测量，从而发现问题，改良实验方案、选择合适实验器材，以及制造较精确测量固体密度测量仪. 从主题的确立、作品的制作、作品的功能测试，都设置了挑战性任务. 这些任务不仅要求学生应用物理知识，还需要他们整合数学、工程等相关学科的知识，解决真实的实际问题. 实践过程能够让学生感受到物理学习的实用性和

中国知网 https://www.cnki.net

创造性，从而主动参与到活动中. 活动时，教师要给学生足够的实践、思考的时间，要有效地整合跨学科资源以及根据学生的兴趣和能力提供个性化的指导和支持.

2.3.2 倡导以学习为主线，关注实践活动体验

跨学科实践教学围绕学生学习的内在规律展开，引导学生进行观察、分析、推理和创新等一系列活动. 例如，在测量戒指密度的实验中，学生不仅要掌握物理知识，还要学会设计实验、处理数据、分析结果，乃至提出新的解决方案. 这不仅强调知识之间的联系、整合和应用，而且能够激发学生的兴趣和动机，同时培养他们的批判性和创新性思维，对于提高学生的高阶思维极为重要.[7]

通过实践活动，学生能够亲身参与和体验学习过程，这种过程体验对于学生的学习意义重大. 在实际操作中，学生对电子厨房秤再利用，结合实际情况设计了更加便利的测量方案，并成功判断了戒指并非纯金所铸. 学生不仅能够加深对物理知识的理解，还能够培养团队合作、沟通交流和动手操作等实践能力，并通过改装电子厨房秤制作固体密度测量仪，使得测量更加方便、精确，更展现了学生创新思维和实践能力的提升.

2.3.3 发挥评价的功能，促进学生素养发展

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》强调：通过课堂评价、作业评价、阶段性测验及跨学科实践评价等方式，充分发挥评价的诊断和激励功能，进而达到促进教师教和学生学的目的. 跨学科评价的标准应基于具体的学习情境和任务目标来设定，强调在真实问题解决过程中的表现. 评价不仅关注学生的知识技能的掌握，更重视学生能力、现实表现、合作精神等多维度素质的发展，通过反馈促进学生的学习和发展. 本次活动将通过小组自评、他评、师评等方式，对固体密度测量仪的设计、制作过程、性能(使用是否方便、精确程度)、外观以及团队合作等方面进行评估，同时教师应基于评价结果为每位学生提供个性化的指导建议，[8]帮助学生认识到自己的长处和待提升之处，激发学生自我反思和自我调整的能力，进而促使学生的批判性思维、创新思维和问题解决能力的进一步发展.

3 小结

以跨学科实践活动为载体，发展学生的核心素养为目标，精心设计教学过程. 从真实问题情境出发，在实践中获得体验，助力学生物理观念的凝练和科学思维的形成，“教—学—评”一体化加速跨学科实践活动的开展，激发学生的内驱力，开发具有创造性的物化成果. 当然，教学目标不一定是一步达成的，本实践活动中学生创造性想法的形成和最终物化成果的成品是存在一定时差的. 跨学科实践教学过程需要不断激励学生，使学生形成终身学习的习惯，这也是学科育人的根本所在.

参考文献：

1 李春密，苏明义. 新版课程标准(2022 年版)解析与教学指导——初中物理[M]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
2 廖伯琴. 跨学科主题学习实践指导·初中物理[M]. 北京：北京师范大学出版社，2023.
3 荆鹏，侯恕. 初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J]. 物理教师，2022(10)：32－36.
4 余文森. 育人方式变革的四个体现[J]. 基础教育课程，2021(Z1)：18－20.
5 程良宏，张媛媛. 论跨学科主题教学的核心要义及其实践进路[J]. 课程·教材·教法，2024，44(3)：59－68.
6 李志超，王盼. “双减”政策下课堂教学的“变”与“不变”[J]. 教学与管理，2023(16)：1－5.
7 高雷，孙晓燕，丁云，等. 浅谈基于跨学科实践的创新能力培养策略[J]. 物理教师，2023(6)：66－69.
8 李刚. 在综合实践活动中培养学生创新能力——以“制作简易的密度计”的教学为例[J]. 物理教师，2021(3)：22－24.

(收稿日期：2024－05－12)

(上接第 46 页)

深入了解磁场等抽象物理量的特性和具体现象，有助于学生更好理解科学知识与本质，加深对抽象问题或抽象物理量的理解，提高对抽象物理概念的理解和应用能力.

参考文献：

1 刘茂军，张勇. 中学物理实验与传感器整合研究述评[J]. 物理教师，2015，36(11)：68－72.
2 陈燕. 法拉第电磁感应定律探究实验的创新研究[J]. 物理教师，2023，44(2)：61－63.
3 楼佳萍. 利用 DISLab 研究通电螺线管中磁场特性[J]. 物理教师，2007(11)：35，40.

(收稿日期：2024－04－03)

中国知网 https://www.cnki.net