

基于“STEAM”理念项目式开展跨学科实践 ——以“自制望远镜”为例

杨晨*, 雷昆雨, 徐柔, 胡学润, 李美珍[#]

楚雄师范学院物理与电气能源工程学院, 云南 楚雄

收稿日期: 2025年6月4日; 录用日期: 2025年7月4日; 发布日期: 2025年7月14日

摘要

结合2024年人教版物理新教材中新增的跨学科实践环节, 本文以八年级上册第五章第五节——跨学科实践: 制作望远镜为例, 将STEAM理念融入跨学科实践活动。教学活动环节涵盖了S、T、E、A、M五个学科领域, 为学生构建真实的教学情景, 并且以项目式开展实践教学过程, 旨在帮助学生转变已有的认识方式, 培养科学思维, 体现跨学科实践活动的“物理学与日常生活”“物理学与工程实践”“物理学与社会发展”三个主题。

关键词

STEAM理念, 项目化学习, 跨学科实践, 望远镜

Project Based Interdisciplinary Practice Based on the “STEAM” Concept —Taking “Self-Made Telescope” as an Example

Chen Yang*, Kunyu Lei, Rou Xu, Xuerun Hu, Meizhen Li[#]

School of Physics, Electrical and Energy Engineering, Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan

Received: Jun. 4th, 2025; accepted: Jul. 4th, 2025; published: Jul. 14th, 2025

Abstract

Based on the newly added interdisciplinary practice section in the 2024 People's Education Press Physics textbook, this article takes the example of Chapter 5, Section 5—Interdisciplinary Practice:

*第一作者。

[#]通讯作者。

文章引用: 杨晨, 雷昆雨, 徐柔, 胡学润, 李美珍. 基于“STEAM”理念项目式开展跨学科实践[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 324-331. DOI: 10.12677/ae.2025.1571221

Making Telescopes in the first volume of Grade 8 to integrate the STEAM concept into interdisciplinary practice activities. The teaching activities cover five subject areas: S, T, E, A, and M, constructing real teaching scenarios for students, and carrying out practical teaching processes in a project-based manner, aiming to help students transform their existing ways of understanding, cultivate scientific thinking, and reflect the three themes of interdisciplinary practical activities: “Physics and Daily Life”, “Physics and Engineering Practice”, and “Physics and Social Development”.

Keywords

STEAM Concept, Project-Based Learning, Interdisciplinary Practice, Telescope

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. “STEAM” 理念下开展跨学科实践的解读

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》中新增了“跨学科实践”这一新的一级主题,其包含“物理学与日常生活”“物理学与工程实践”“物理学与社会发展”[1]。《云南省加强新时代中小学科学教育工作二十条措施》中第一条明确要求“跨学科主题原则上应不少于 10%的教学要求”[2]。STEAM 教育,是一种集科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、艺术(Arts)和数学(Mathematics)领域于一体的综合性教育模式,旨在培养和鼓励学生跨学科学习和思考,将这些领域的知识和技能相互整合,以创新解决问题和推动进步[3]。该理念项目式学习(简称 PBL)以学生为中心,通过实践、合作和反思,促使学生在探究过程中主动构建知识。

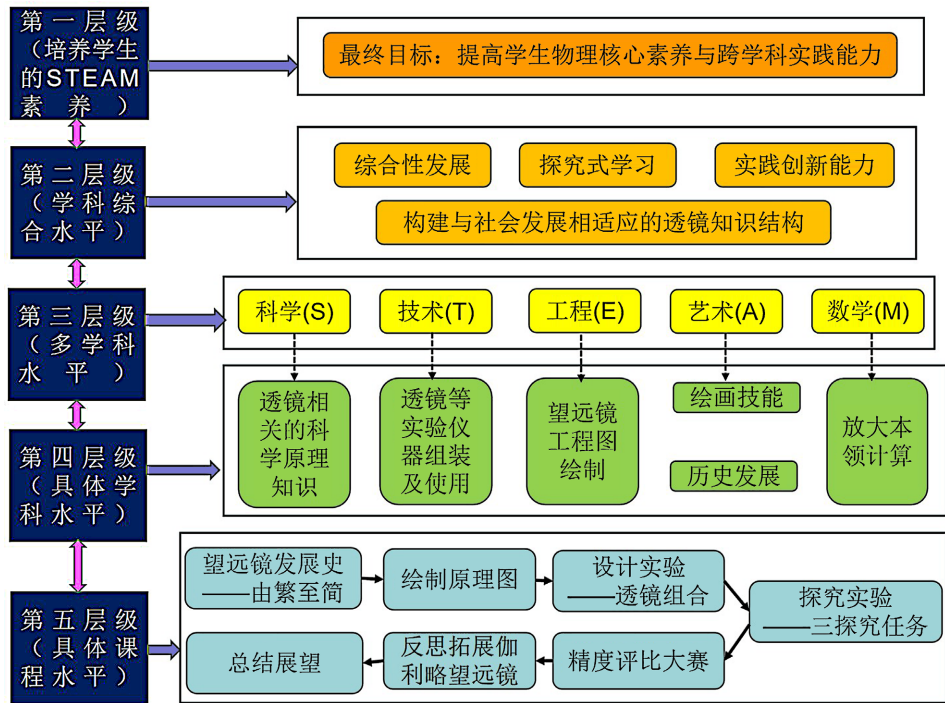
自制望远镜活动涵盖了光学、木工技能、数学计算等多学科知识,以物理为基跨向多领域,在学习过程中鼓励学生跨学科学习和思考,落实以素养为导向的课程理念、强化学科内知识整合的有效方式,培养综合性实践人才,其内涵与 Steam 理念高度契合。在《中共中央国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》中也明确指出,鼓励将项目化等学习方式运用到综合化教学中。项目式教学将教学内容归类成项目,降低了教学开展的难度,方便一线教师系统开展教学。因此本项目基于 STEAM 理念的 STΣ@M 金字塔框架理论,依据 PBL 教学模式设计了“自制望远镜”跨学科实践过程。

1.1. STΣ@M (STEAM)金字塔框架理论下活动项目设置

2010 年,美国知名学者格雷特·亚克门(Georgette Yakman)提出了 STΣ@M 金字塔框架理论[4]。金字塔最顶层代表教育教学的最终目标,即培养学生的 STEAM 素养,通过在整个教育过程中贯彻 STEAM 理念,学生能够更好地理解 and 应用知识,形成解决复杂问题的能力,为未来的学习和职业生涯奠定坚实的基础。金字塔的第二层为学科综合水平,这一层强调学生综合性发展,不仅是知识层面的融合,更重要的是通过探究式学习,培养学生的创新实践能力,让学生建构起与社会发展相适应的知识结构;第三层,即多学科水平,着重于将艺术巧妙地融入科学、技术、工程和数学这四个学科之中[5]。第四层是具体学科水平,在这一层次中,学生将深入学习各个学科的基础知识和核心概念,建立扎实的学科基础。第五层是具体课程水平,这一层次聚焦于科学、技术、工程、艺术和数学(STEAM)等具体学科领域的深入课程学习[6]。

1.2. “STEAM” 理念在实践活动中的体现

本项目设计的跨学科实践活动——“自制望远镜”将按照该金字塔框架来开展。以科学，即物理为基，跨向技术、工程、艺术、数学等四个方面，以此培养学生的创新思维、提升学生解决问题的能力、增强学生的动手实践能力，达到提升学生核心素养的最终目标，图 1 为本节跨学科教学的活动项目设计。



2. 跨学科实践活动历程

2.1. 情境创设与知识建构

以“中国天眼”的科普视频为切入口，顺势引出望远镜主题。详尽介绍望远镜从李波尔赛式、伽利略式至开普勒式的发展脉络，辅以实物动态演示，引领学生洞悉望远镜的成像机理，着重解析物镜与目镜的焦距配比关系。学生依据透镜成像法则，精确绘制光路示意图，初步构建起光学与几何光学之间的内在联系。与此同时，有机融入艺术元素，勉励学生在设计环节中统筹兼顾功能性与观赏性，比如通过对望远镜外观图案的创意设计来展现独特的个性化表达。

【设计意图】

通过介绍“中国天眼”引入课堂，迅速吸引学生注意力，让他们对即将学习的望远镜相关知识产生浓厚的兴趣和好奇心，为我们后面的教学做好铺垫，同时将物理知识与社会发展相结合，体现了跨学科实践“物理与社会发展”的主题。根据 STEAM 理念，通过讲解让学生了解望远镜的发展史(Arts)。通过画光路图促使学生将所学的望远镜原理知识具象化，帮助学生理解光线在望远镜中的传播路径，折射和反射等科学原理，巩固科学知识理解(Science)。在画光路图的过程中涉及角度、几何形状等数学知识，融入了数学元素(Mathematics)，同时鼓励学生将光路图绘制得清晰美观，发展学生的艺术感知力(Arts)。

2.2. 分层任务驱动的项目探索

任务一：基础模型搭建

学生以小组为单位，基于跨学科的思维与协作模式，开展简易望远镜的设计与制作活动。小组成员间展开充分的研讨与交流，综合考量光学原理与实际使用需求，精确确定诸如可灵活调节目镜与物镜间距、优化成像质量等功能需求。而后，合理利用所提供的不同焦距透镜、纸筒、胶水等材料，运用工程设计的方法与流程，成功搭建起简易望远镜的初步模型。在此实践过程中，教师凭借丰富的教学经验与对学生学习进程的精准把握，预先设定“锦囊”策略，提供具有分层难度的实验指导卡，涵盖理论知识解析、操作步骤示范及故障排除指引等内容，有效助力学生攻克技术上的难点，促进学生在实践操作中实现知识的融会贯通与能力的进阶提升。

任务二：功能迭代与创新

引入多种不同焦距的透镜组合，基于光学系统优化理论，要求学生针对望远镜的观测距离与成像清晰度展开改进。各小组精心设计并实施对比实验，严格控制变量，精准验证不同焦距组合下的放大倍率效果。同时，运用工程学原理，对望远镜的结构设计进行优化，如增强支架的力学稳定性、改良调焦装置的精度与灵活性。此环节高度强调工程思维中的结构稳定性分析以及技术应用层面的材料适配性考量，深度结合数学领域的放大倍数计算公式，科学、准确地量化改进成果。

任务三：成果优化与评价

各小组基于光学原理与工程优化设计，展示改进后的望远镜，通过“镜观月球”这一具有实践探究性的评比活动，从科学性(成像清晰度、放大倍数)、技术性(操作便捷性)、艺术性(外观设计)等多方面，开展涵盖学生自评、小组互评、以及教师专业评价的多主体、综合性评价，全面考量实践成果。

【设计意图】

在实践过程中以三个任务为驱动，通过让学生不断完成任务，逐步深入地开展实践活动，提高同学们的科学素养和其动手制作能力和实操能力。结合 STEAM 理念，让学生们通过自制望远镜，验证望远镜的成像规律，培养学生的科学认知能力(Science)。让同学们制作望远镜这一工具，掌握其制作工艺，满足“可调”的特点，培养学生的动手能力(Technology)。通过让学生构建一个望远镜模型，在学习物理知识时，思考如何设计该模型，可以培养学生的工程思维(Engineering)。通过自主画图和设计望远镜的图案，可以培养学生的艺术审美(Arts)。组织同学们一起计算望远镜的放大倍数，开展小组讨论学习，通过计算得出望远镜的放大倍数(Mathematics)。自制望远镜评分细则[7]，如表 1。

【设计意图】

基于 Steam 理念，通过设置用自制的望远镜观“月球”这一活动，实现对学生科学(Science)和艺术(Art)两方面能力的培养，将望远镜与天文学联系起来，激发学生对天文学的兴趣，让学生通过亲身实践感受天文学的魅力，体会望远镜在天文观测中的使用过程和重要性；通过在评分细则中设置操作过程和材料应用方面的考核要求，实现对学生技术(Technology)与工程(Engineering)两方面能力的培养；通过设置计算小组最终得分和放大本领计算环节，实现对学生数学(Math)方面的培养；评价过程中给小组内的每一位同学都安排了不同任务，在小组合作探究完成项目任务过程中，培养他们积极协作，互相配合，共同解决问题的能力 and 团队合作精神。通过设置小组讨论环节，让学生学会倾听并尊重他人的意见。

2.3. 拓展迁移与反思提升

在顺利完成基础实践任务后，开展“移花接木——望远镜变形记”拓展活动，基于光学系统重构理念，引导学生开展“透镜替换实验”，深度探索望远镜的多元化光学构型。将目镜从凸透镜置换成

Table 1. Homemade telescope scoring criteria
表 1. 自制望远镜评分细则

望远镜作品评价表			
班级:	第__小组		总分:
作品评比	评分标准	评分细则	分数
	光学性能 (50 分)	清晰度(20 分)	望远镜所观察的视野范围内呈 n 个清晰的月球坑，得 $10 + 2n$ 分；能分辨月球坑大致形状，但边缘模糊的得 10 分；成像模糊不清的得 0~9 分。
		放大倍数(30 分)	通过观察方格纸上的方格数量来得出其放大倍数，与理论值对比，误差在 5%以内得 30 分，
	机械性能 (20 分)	稳定性(10 分)	望远镜整体结构牢固，在使用过程中不会晃动或松动的，得 8~10 分；有轻微晃动，但不影响观察的，得 4~7 分，结构不稳定，影响正常使用的得 0~3 分
		可操作性(10 分)	调焦便捷，操作方便，装卸简易得 8~10 分；操作有卡顿情况，装卸繁琐，视情况得 0~7 分
	创新性能 (20 分)	光学结构(10 分)	对传统的开普勒望远镜光路图有所创新且效果显著，或创新望远镜框架结构得 7~10 分；有创新点但效果不显著得 3~7 分；无创新点得 0~2 分。
		材料使用(10 分)	巧妙使用身边材料制作且提升效果得 7~10 分，巧妙使用身边材料制作且对效果无影响得 3~7 分；上列均不满足得 0~2 分。
	美观性能 (10 分)	根据整体外观协调流畅程度和色彩搭配合理程度给 0~10 分。	

凹透镜，依据光的折射与成像理论，细致观察并分析成像由倒立实像转变为正立虚像的变化过程，深入理解伽利略望远镜与开普勒望远镜在光学原理上的本质差异。通过严谨的对比分析，学生归纳总结出光路传播与成像规律，并基于工程创新思维，尝试提出诸如多镜片组合的复杂光学系统或具备独特创意的机械结构设计等优化改进方案。

【设计意图】

本环节从科学(Science)角度，通过实践探究，了解伽利略和开普勒望远镜的光学原理差异，理解光的传播与透镜成像科学知识；在技术(Technology)与工程(Engineering)层面，通过改装开普勒望远镜的过程，让学生学会伽利略望远镜的制作技术，通过对比两者的区别能更好地掌握不同技术路径，培养学生的科学探究能力与创新思维；艺术(Art)方面，通过改变一个透镜就能实现两大望远镜的相互转变的实验现象，鼓励学生勇于探索，勇于创新，继续探寻物理的奥秘；最终达到培养学生的物理核心素养的教育目的。

2.4. 总结与成果固化

最终，学生们的实践成果以制作精良、结构合理的实物模型，遵循标准规范、标注精确的设计图纸，以及逻辑严谨、数据准确的实验报告等多元形式精彩呈现，并借助班级展览或校际科技节等平台进行公开展示。教师系统梳理并总结项目中的核心要点，如透镜成像的原理、放大倍数的精确算法等关键知识点，引导学生深入思考物理学在航天探索的光学遥感、天文观测的高灵敏度探测等前沿领域的重要应用价值。通过全面且深入的项目回顾，学生不仅深度巩固了光学、数学、工程学等跨学科知识体系，更逐步形成了“问题发现与界定－方案构思与设计－实践操作与验证－结果反思与迭代”的系统性创新能力闭环，有效提升了综合素养与实践能力。

特色亮点:

STEAM 融合: 科学原理验证(物理)、技术工具应用(透镜组合)、工程设计(结构优化)、艺术表达(外观设计)、数学计算(放大倍数)全程渗透。

评价驱动: 通过量化评分与质性反思结合, 实现“教-学-评”一致性。

思政渗透: 以“中国天眼”工程奠基人南仁东先生践行的科学精神为典范, 引导学生构建基于实证研究的未知领域探索路径, 培育其在科学实践中遵循逻辑推演、敢于突破学术范式的创新素养。

实施效果: 学生通过自制望远镜项目, 不仅掌握了光学核心知识, 更在跨学科实践中提升了问题解决能力、团队协作意识与创新思维, 充分体现“做中学、用中学、创中学”的 STEAM 教育理念。

3. 实施过程

学生分组讨论后确定设计方案, 给每个小组发放制作材料, 如图 2 所示。在学生设计和制作期间, 教师提供适时引导和启发。

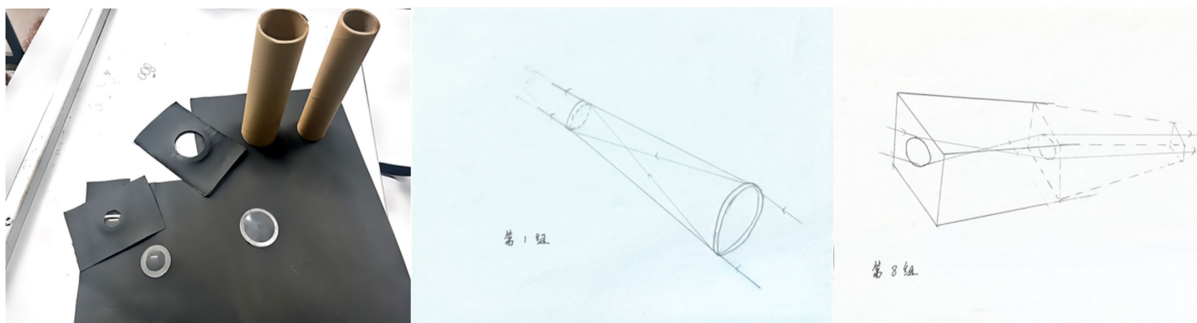


Figure 2. Materials and design draft
图 2. 材料及设计稿

学生依据所学知识构建望远镜模型, 小组确定望远镜的设计方案, 教师对各组设计方案按项目任务一的要求进行指导, 学生按指导意见对设计方案进行修改美化, 修改后的设计稿如图 3 所示。

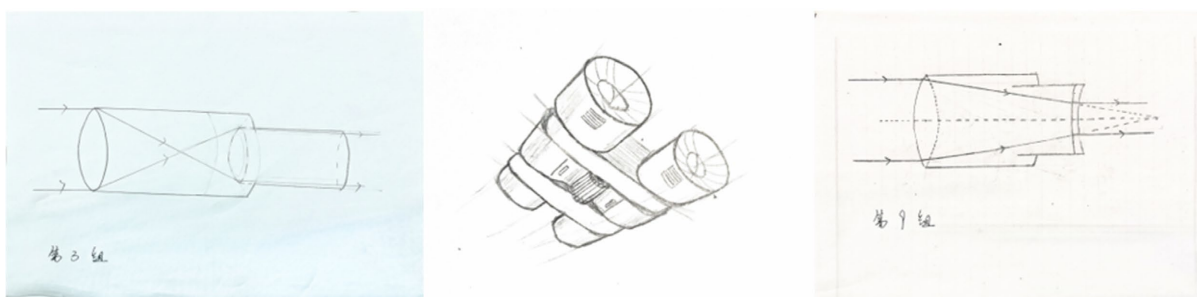


Figure 3. Modified design draft
图 3. 修改后的设计稿

学生小组合作动手制作开普勒望远镜, 教师对各组作品按项目任务二、三进行指导, 学生按指导意见改进作品, 作品实物如图 4 所示。

举办望远镜评比大赛, 如图 5 所示。

教师引导学生利用凹透镜将所制作的开普勒望远镜改装为用凸透镜制作的伽利略望远镜, 并进行“望月”活动, 如图 6 所示。



Figure 4. Physical object of telescope artwork
图 4. 望远镜作品实物

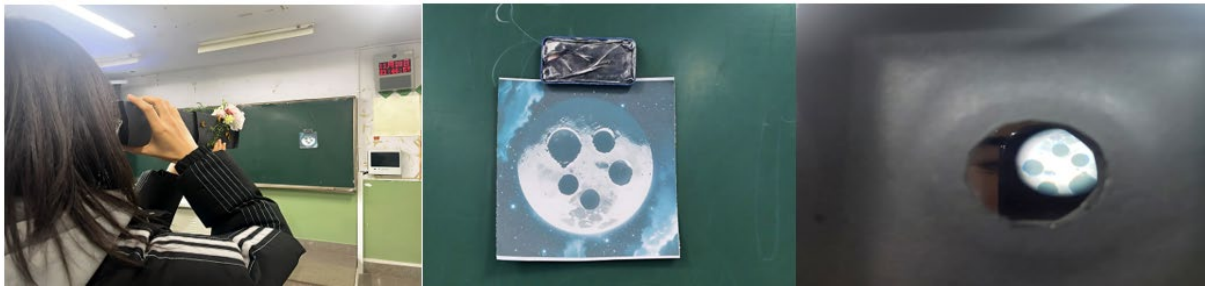


Figure 5. Telescope competition
图 5. 望远镜评比大赛



Figure 6. Kepler telescope extended learning
图 6. 开普勒望远镜拓展学习

4. 总结

跨学科实践已经成为了今后物理以及其它科目教学的重点，这一教学方向通过带领学生从多个不同的角度去看待物理学，既拓宽了学生的视野又在这一过程中潜移默化地改善了学生的物理思维，但由于教育发展的不均衡，对于某些地区可能不具备充足的能力去开展跨学科实践，本文以“自制望远镜”教学为例，基于 STEAM 教育理念和项目化教学模式开展本次跨学科实践活动。通过课堂导入、实践任务驱动、项目展示评价、拓展运用及总结回顾等环节，学生在科学、技术、工程、艺术和数学多领域获得综合发展，有效提升了核心素养。

跨学科实践促进学生对知识的深度理解与整合运用，培养其创新思维与实践能力，同时增强团队协作精神。教师在过程中应注重引导，提供丰富资源与及时反馈，激发学生自主探究热情。未来教学中，STEAM 理念下的跨学科实践有望得到更广泛应用与深入探索，助力培养全面发展、适应时代需求的创新型人才。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准: 2022 年版[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 云南省出台二十条措施加强新时代中小学科学教育[J]. 云南教育(中学教师), 2024(9): 48.
- [3] 杨润, 赵子烟, 张聪. 基于 STEM 理念的初中物理跨学科实践活动——以“自制简易密度计”为例[J]. 物理之友, 2024(7): 55-57.
- [4] Yakman, G. (2008) STΣ@M Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education.
- [5] 和晓江. 基于 STEAM 理念的高中地理实验教学设计研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南师范大学, 2024.
- [6] 刘国福, 廖杨芳. STEAM 教学理念视角下的跨学科实践教学设计——以初中物理“机械运动与力”单元为例[J]. 湖南中学物理, 2024, 39(10): 97-99+104.
- [7] 刘聿航. 基于项目式学习的跨学科融合主题设计与实践研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2023.