·新课标研究·

基于项目式学习的“自制天文望远镜”教学实践案例

徐海浮　张马悦
(苏州工业园区星海实验初级中学,江苏 苏州　215021)

摘　要:项目式学习是一种以学生为主体的探究式学习方式,有利于培养学生的核心素养,打破“孤岛式学习”给教学带来的束缚.以苏科版(2011 课标版)初中物理“自制天文望远镜”项目为例,按照提出项目任务、分解项目任务、实施项目任务、作品展示与交流、项目评价与反思 5 步走进行项目学习的教学实践,探讨项目学习在初中物理教学中的实施路径.

关键词:项目学习;初中物理;教学实践

2015 年,巴克教育研究院提出项目式学习的“黄金标准”模型,包含七大项目设计核心要素和七大项目式教学实践两个部分,其中七大项目设计核心要素为:具有挑战性的问题或疑问、持续探究、真实性、学生的发言权和选择权、反思、批判性反馈和修改、公开展示的成果.[1]2018 年,国内学者夏雪梅提出了项目式学习设计的 6 个维度:核心知识、驱动性问题、高阶认知、学习实践、公开成果和学习评价.[2]罗莹、谢晓雨等学者系统地论述了中学物理学科项目式学习的模式,包括项目载体、项目支架、项目成果、问题驱动的合作探究学习 4 个要素,[3]为一线教师进行中学物理项目式学习的设计与实施提供了有效的理论指导.

1　问题的提出

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》强调了以结构化的方式(如按主题、项目、任务等)来组织课程内容,强化知识间的内在关联,凸显学科教学的本质.[4]项目式学习融入了杜威“做中学”的教育思想,让学生在真实问题情境中调动已有知识解决问题,发挥学生主体性,利于培养学生物理学科核心素养.因此,基于项目式学习理论的初中物理教学是实现有效教学的重要途径.

本文在上述理论基础上,结合初中物理教学可操作性提出了物理学科项目式学习的实施路径(图 1),并以苏科版(2011 课标版)初中物理“自制天文望远镜”一课为例,探讨项目学习在初中物理教学中的设计思路和课程实施.

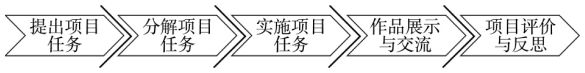

图 1　物理学科项目学习的实施路径

2　“自制天文望远镜”项目学习案例

2.1　提出项目任务

初中生对于星空有着很强烈的好奇心,简易天文望远镜的制作是对凸透镜成像知识的深化和应用,同时需要学生有一定工程基础,在学生最近发展区内又能够充分调动学生的求知欲.“自制天文望远镜”项目由真实事件——苏州电视台举办的“太湖金秋,星空观测月偏食”招募活动入项,星空浩瀚而神秘,人类虽渺小却可以凭借发明创造天文望远镜来“触摸”星空,揭开星空的奥秘.笔者向学生展示了学校特色社团“天文社团”在观测月全食时拍摄到的“红月亮”,学生纷纷表示赞叹.笔者趁势提问学生:大家是否也想制作一个望远镜来观测月球呢?学生愿意接受挑战,对该项目任务充满兴趣.

2.2　分解项目任务

“自制天文望远镜”项目可分解为 4 个子任务.任务 1:走进天文望远镜的发展历史,了解天文望远镜由古至今的发展脉络和使用情况.任务 2:教师引导学生根据已有知识一步步拆解天文望远镜的结构,初步设计天文望远镜制作方案.任务 3:教师给学生提供限定的实验器材,解决技术难题,动手制作天文望远镜,并填写“自制天文望远镜”任务评价单.任务 4:思考如何升级优化自制的天文望远镜.4 项子任务对应的学习目标如表 1 所示.

基金项目:本文系江苏省教育科学“十四五”规划市级课题“以学科核心素养为导向的初中物理微实验情境教学的实践研究”(项目编号:2021/JS/02/008/09);江苏省陶行知研究会“十四五”规划课题“基于‘教学做合一’的物理课堂教学实践研究”(项目编号:JSTY14633)阶段性研究成果之一.

中国知网　https://www.cnki.net

表 1　“自制天文望远镜”项目学习任务设计

分解任务	学习目标
任务 1：了解天文望远镜发展历史	1. 经历文献查阅，了解天文望远镜的发展历史以及基本原理； 2. 学习科学家严谨、勇于创新的科学精神和品质
任务 2：设计天文望远镜制作方案	1. 基于凸透镜成像知识，理解天文望远镜的成像原理和构造； 2. 通过探究物镜和目镜的选择，培养科学推理能力； 3. 设计绘制望远镜的草图并明确制作步骤
任务 3：制作天文望远镜	1. 经历小组合作完成项目制作的过程； 2. 从实际情况、可行性等方面考虑，选择合适的材料优化制作； 3. 善于合作，能基于证据和逻辑发表自己的见解，具有科学批判精神和创新品格； 4. 初步具有运用跨学科知识解决问题的能力
任务 4：优化天文望远镜	1. 从实用性、美观性、可操作性等角度对项目进行优化； 2. 具有创新意识，能提出适当的、创造性的改进意见并且认识到创新对生产科技的作用

2.3　实施项目任务

2.3.1　了解天文望远镜发展历史

为了课堂活动的顺利展开，课前布置前学任务：请学生查阅资料及课本，初步了解望远镜的发展史和开普勒望远镜的结构.笔者利用苏州工业园区易加学院平台，提前查阅学生完成情况，统计结果显示大部分学生已在课前完成了前学任务，具备对天文望远镜的基本认识.

2.3.2　设计天文望远镜制作方案

天文望远镜的结构对学生而言是高深莫测的，初中生尚不具备对望远镜成像原理的认识，若是直接告知学生望远镜组装顺序，让学生根据提供的器材组装，那么学生将会失去自我探索的乐趣和每一次任务完成的成就感，课程也将失去其育人价值和意义.因此本项目从学生现有的认知（照相机和放大镜）出发，通过 3 个课堂活动引导学生一步步对天文望远镜结构进行拆解，进而设计出合理的制作方案.

活动 1：单个凸透镜观察远处物体.

学生所在教室窗外恰有一高楼塔尖，笔者向学生提出驱动问题：怎样将远处的物体“拉近”？学生利用已有知识很容易想到凸透镜可让远处物体成像在近处.于是笔者让学生拿起所给透镜中的一个凸透镜观察远处高楼的塔尖，模拟照相机对远处物体“照相”，利用物在无穷远，成像近似在焦点的原理，实现将远处物体“拉近”的效果.但是，学生发现观察到的像很小且不是非常清晰，与实际望远镜观测到的物体差距较大，引发学生进一步思考如何能将“拉近”后的物体放大.

活动 2：组合透镜观察远处物体.

笔者向学生提出驱动问题：怎样将远处的物体“拉近”后再清晰放大？学生提出各种猜想：让物体靠近透镜一点，换焦距大一点的透镜，再放一个放大镜.考虑到实际观测情况和可操作性，学生通过比较判断出最优方案是再增加一个凸透镜充当放大镜.学生根据已有认知“当物体在一倍焦距以内时，凸透镜成正立、放大虚像”，将两个凸透镜组合使用，可以使远处物体较小的像适当放大，初步建立起望远镜的基本结构.接下来，让学生从给定实验器材中再选择一个透镜放在所成像的后方，通过组合透镜，观察远处高楼塔尖.

活动 3：初识天文望远镜.

笔者向学生继续提问：怎样放置透镜能够使远方的物体拉得更近，放得更大一些？学生使用所提供的焦距分别为 2 cm、10 cm、36 cm 的 3 种透镜，两两组合透镜或交换两个凸透镜的位置，再次观察远处物体.通过探究、比较，得出结论：当物镜的焦距较长，目镜的焦距较短时，望远效果更好，并且前后微调凸透镜之间的距离还能改变成像大小.至此，天文望远镜的结构搭建初步完成.

通过对项目任务的分解，学生对天文望远镜的结构已经有了基本的了解，在动手制作前，请学生依据任务评价单，小组讨论方案，思考以下几个问题：

（1）制作过程中需要用到哪些材料？

（2）选择的目镜和物镜焦距各是多少？如何放置？

（3）物镜和目镜之间的距离是多少厘米？

（4）组内如何分工？组装时有什么注意事项？

给学生准备的项目材料：焦距不同的凸透镜（$f=2$ cm、$f=10$ cm、$f=36$ cm）、2 个内径不同的纸筒（形成暗室，并且可以调节两个透镜的距离）、钢锯、剪刀、螺丝刀、透明胶、双面胶、固定螺丝等（图 2，图 3）.学生根据小组讨论的结果确定制作天文望远镜的初步方案并画出设计草图.



图 2　实验器材



图 3　焦距不同的凸透镜

中国知网 https://www.cnki.net

2.3.3 制作天文望远镜

教师分发给学生任务评价单(表 2),小组依照评价单的任务内容完成天文望远镜的组装并勾画任务单.在这一过程中,学生可以充分显示在木工操作、分工协作、工程设计等方面的才能(图 4),通过组合不同焦距的凸透镜可以制作成放大倍数不同的望远镜.在此期间,教师进行巡视和管理,时刻提醒学生操作安全,并适时地提供帮助和引导.

表 2 "自制天文望远镜"任务评价单

内容	完成请打√
任务 1:制作天文望远镜	
1. 选择合适的凸透镜做物镜和目镜	
2. 选择合适的器材切割牛皮纸筒得到镶嵌透镜的组件	
3. 将镜片嵌入纸筒中(注意:为了更容易看到清晰的像,应尽量使两个透镜的主光轴共线)	
4. 尝试用自制望远镜观察远处物体,并能成清晰的像	
任务 2:优化天文望远镜	
1. 改进望远镜,使成像更稳定	
2. 改进望远镜,使放大倍数可调节	
3. 改进望远镜,使成像更清晰	
我的改进:	



图 4 天文望远镜的制作

2.3.4 优化天文望远镜

望远镜制作完成后,小组成员利用自制望远镜观测远处物体(图 5),检验产品质量,进一步调试产品,小组间也可以比较各组所做望远镜的性能,相互请教制作经验(图 6).学生在利用自制望远镜观测远处物体时,发现所成像不稳定、成像不清晰,观察亮度大的物体较刺眼等问题,各小组将自制的望远镜与专业天文望远镜进行比较,在下列问题的引导下思考如何对产品进一步优化升级:

(1) 发现看到的像不稳定、抖动,如何优化?

(2) 如果用来观察太阳太刺眼,如何改善?

(3) 如果想观察更大视域内物体,如何处理?

(4) 如何才能看到物体正立的像?



图 5 利用望远镜观测远处物体



图 6 交流制作经验

2.4 成果展示与评价

各小组要向公众展示制作成果,结合过程评价量表,对学生的项目成果进行评价,包括学生自评和教师他评(表 3).最后结合各小组成员整节课的过程动态、项目完成的速度和质量通过希沃白板的投票功能,评选出 6 个奖项,并颁发奖状.该环节旨在借助互相评价激励学生参与到学习中来,让他们从被评价者转变为评价者,帮助他们以不一样的视角来审视所经历的项目学习,加强学生集体荣誉感和成就感的同时,让学生学会给他人反馈、接受他人的反馈,并运用反馈优化项目过程和项目成果.[5]

表 3 "自制天文望远镜"过程评价量表

评价指标		行为描述	自评(优、良、中)	他评(优、良、中)
过程评价	决策	能根据任务设计方案,能选择合适的器材		
	协作	能积极参与讨论、有良好的沟通能力,组间有明确的分工,能共同促进计划的实施		
	制作	尝试理解任务并形成可能的解决方案,能动手完成制作任务,遇到困难和问题能想办法解决		
成果评价	外观	结构牢固,制作工艺精美,有个性化体现		
	性能	能观察到清晰的远景,望远效果好		

3 反思与小结

在项目学习中,"学生是工人,教师是教练",学生不仅是知识的接受者,更是知识的创造者和应用者.通过组内合作、组间评价等方式,真正实现生生互动、师生互动,感受学习物理的知识性、趣味性和人文性,[6]在激发学生学习兴趣的同时,也提升了学生的物理核心素养.通过这种教学方法,教育更加贴近真实世界,更能满足未来社会对人才的需求.[7]

(下转第 34 页)

中国知网 https://www.cnki.net

实验验证：两种猜想的学生在交流猜想依据后，教师再次收集现场学习证据，画出图 9(a)猜想的同学一致认可上述生 2 的推理依据，并通过实验验证，得出结论.

问题促思：教师提出问题，如何理解凸透镜对光的会聚作用？学生进一步归纳推理得出：所谓会聚作用，不是指使光会聚相交于一点，而是指跟入射光相比折射光更靠近主光轴.

实验论证：教师引导学生自主设计实验，学生讨论后确定实验方案，动态改变入射光方向(如图 10 所示)，观察实验现象，收集证据论证上述推理是否正确.

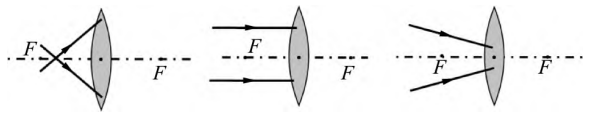

图 10　实验方案——入射光预设方向图

推理解释：教师引导学生再次审视实验现象图(如图 11 所示)，并提问，此次观察是否有新发现？学生观察后指出，图中有一条光线在传播过程中方向没有发生改变.进一步引导学生提出新问题：此类光透过透镜传播方向保持不变，入射光需具有什么特点？要求学生依据本节课所学知识，寻找理论依据推理解释.学生通过分析、推理，进行以下解释：不是因为入射光平行于主光轴或经过焦点，因为入射光具有以上特点，经凸透镜折射后的光将改变传播方向.学生继续审视图片，提出猜想：可能是入射光经过光心，学生通过实验验证，实验现象如图 12 所示.

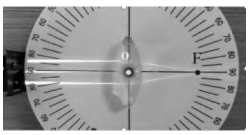

图 11　平行光入射实验现象

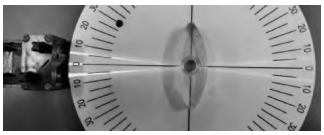

图 12　入射光经过光心实验现象

设计意图：在凸透镜对光的作用和 3 条特殊光线的教学中，让学生经历“推理猜想——实验论证”的多轮循环，以引导学生逐步逼近规律本质，推动思维进阶，加深对规律内涵的理解.但常规收集猜想信息的方式可能导致学生盲从他人、缺乏主动参与等情况，利用大数据 AI 精准教学系统，采集真实客观、全局精准的现场学习证据.通过精准追问和学生表述，既让教师了解不同学生当前的思维起点，又激发学生在同伴分享、思维碰撞中产生强烈的学习意愿：凸透镜对光的作用究竟如何？我的判断依据是否科学，猜想是否正确？在此学习过程中，关键不仅在于结论规律的得出，更在于推理过程的体验和论证实验的自主设计，这有助于学生获得更强的成就感，并发展推理论证思维.

3　结束语

物理概念与规律的教学对发展学生的科学思维至关重要.在设计学习活动时，教师应以学科核心素养为基石，深入挖掘并整合有助于发展科学思维的素材与资源，以提炼真实问题，确立核心学习内容；采用物理学科的典型学习方式，创新实验教具，推动思维进阶；借助大数据 AI 教学系统等先进工具，收集现场学习证据，实现快速、全面、精准的学习评价，使学生在真实、丰富而有深度体验的学习活动中主动构建知识体系，深化对物理概念与规律的理解，进一步发展科学思维.

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　董博清，彭前程.核心素养视域下科学思维的内涵及其实现路径[J].课程·教材·教法，2019，39(4)：84－90.
3　贲可敬.立足项目学习 推动知行合一——以“滑轮”教学为例[J].物理教师，2023，44(2)：29－32.
4　沈伟云.基于质疑创新思维培养的初中物理教学[J].物理教师，2021，42(4)：37－39.
5　张步青.基于物理学科实践的初中物理“力臂”概念教学策略探讨[J].物理教师，2023，44(11)：37－39，44.

(收稿日期：2024－03－08)

(上接第 29 页)

参考文献：

1　美国巴克教育研究院项目式学习计划.项目式学习指导手册(中学版)[J].2023(1)：10－14.
2　夏雪梅.项目化学习设计：学习素养视角下的国际与本土实践[M].北京：教育科学出版社，2018.
3　罗莹，谢晓雨，韩思思，等.中学物理教学新模式：基于项目的教学[J].课程·教材·教法，2021，41(6)：103－109.
4　中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准[S].北京：北京师范大学出版社，2022.
5　韩思思，杨杰.基于项目的初中物理与工程跨学科实践——以“制作潜水艇模型”项目为例[J].物理教师，2023，44(1)：40－43.
6　陈刚.基于项目学习的初中物理综合实践活动的案例分析——以“自制简易望远镜”为例[J].物理教师，2022，43(5)：43－47.
7　徐海浮.基于核心素养的初中物理微实验情境教学策略[J].物理教师，2023，44(8)：46－48.

(收稿日期：2023－12－31)

中国知网 https://www.cnki.net