基于 STEAM 教育理念的“伪 3D 全息投影”项目化学习探索

方　强
（江北高级中学　陕西 安康　725000）
王长江
（安徽师范大学物理与电子信息学院　安徽 芜湖　241002）
张红洋
（陕西师范大学物理学与信息技术学院　陕西 西安　710000）

（收稿日期：2022－04－10）

摘　要：STEAM 课程是综合性人才培养方式的典型代表，基于 STEAM 教育理念，以“新奇”的物理现象作为项目化学习的起点，通过“伪 3D 全息投影”原理分析，培养学生跨学科的意识，以产品制作为抓手，培养学生实践动手能力，利用产品改进为契机，落实学生创新实践的理念，通过 STEAM 学习质量评价，审视课堂教学效果，积极探索本土化的 STEAM 课程.

关键词：STEAM　伪 3D 全息投影　实验制作　评价标准

STEAM 课程以培养多方面综合型人才为目标，是近年来综合课程的典型代表. 然而，由于社会教育资源分配不均衡、功利性评价制度制约等客观因素，导致教师 STEAM 教育理念薄弱及其教学实践的缺失. 目前我国尚无成熟的一贯制 STEAM 课程体系，STEAM 课程的实施需教师自行探索. 课程实施首要条件是对 STEAM 课程载体的发掘，否则，一节 STEAM 课难免会变成理论分析课，若遴选的载体缺乏整合性，教学也难以向综合性思维推进. 因此，如何遴选蕴含 STEAM 知识的综合性载体，如何引导学生从浅层学习推向深度学习？如何评价 STEAM 教学目标是否达成？成为践行 STEAM 课程必须思考问题. 本文试图以“伪 3D 全息投影”为例进行 STEAM 项目化学习探索.

1　项目化学习目标

该项目化学习适用于初中“光的反射”演示实验和高中“光的反射”和“光的折射”“折射率”等内容的探究实验. “伪 3D 全息投影”项目的 STEAM 知识目标如下.

Science：光的反射、光的折射、折射率、虚像和有机化合物.

Technology：尺规作图、材料分析.

Engineering：设计、裁剪、组装和制作以及游标卡尺的使用.

Art：绘画、视频素材的选择.

Mathematics：三视图、余弦定理、勾股定理.

能力目标：绘图能力、立体空间想象力、数学运算能力、实验操作能力和溯因推理能力等.

2　项目化学习过程

2.1　问题生成

教师在暗环境下演示关于地球运动的“伪 3D 全息投影”实验（图 1），激发对“新奇”现象的探究，组织学生近距离观察演示实验，完成观察记录表（表 1）.

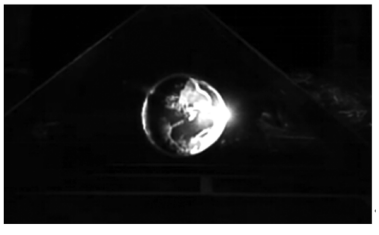

图 1　教师演示实验

作者简介：方强（1991－　），男，硕士，中教一级，主要从事物理教学及研究.

表 1　观察记录表

观察项目	观察结果	原因分析
不同侧面观察的信息是否相同(图 1)		
投影盒特点(图 2)		
播放视频界面的特点(图 3)		

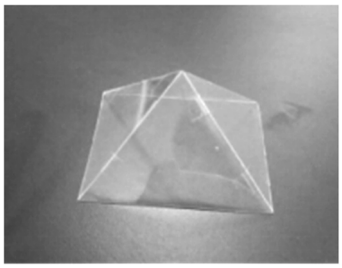

图 2　演示的投影盒

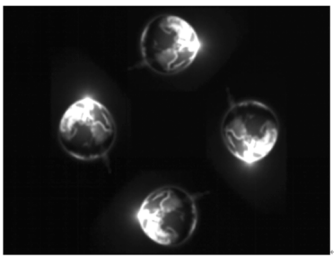

图 3　演示的四分视频

通过观察记录表和教师提问,引导学生有目的地观察物理现象并提出问题,进而建立物理过程模型,将教学推进至下一个阶段 —— 原理分析.

2.2　原理探究

(1) 投影盒化学成分分析

投影盒使用的是亚克力板,学生查阅网络资料了解其化学成分,它是丙烯酸类和甲基丙烯酸类化学品的通称,是以丙烯酸酯类为单体的均聚物或共聚物,化学分子式为 $\left[CH_2-\underset{COOR}{CH}\right]_n$,在此基础上可设计如下判断题:

a. 单体结构简式为 $CH_2=CH—COOR$(√);

b. 链节为 $—CH_2—CH—$(×)

c. 聚合度为 n(√);

d. 有固定的熔沸点(×);

e. 在一定条件下能发生加成反应(×)

f. 在一定条件下能发生水解反应(√);

g. 聚丙烯酸酯具有很强的吸水性(×)

化学课标要求:知道有机化合物分子是有空间的,以甲烷、乙烯等为例认识碳原子的成键特点,以乙烯、乙醇等为例认识官能团;结合典型实例认识官能团与性质的关系,知道加成、聚合等有机反应类型,知道在一定条件下可以转化[1]. 通过聚丙烯酸酯结构分析,它由 $CH_2=CH-COOR$ 经加成聚合反应生成,属于高分子化合物,而高分子化合物均属于混合物,没有固定的熔、沸点;由于聚丙烯酸酯结构中没有碳 — 碳双键,所以不能发生加成反应,分子式不含亲水基,故无吸水性;由于有脂的结构,因此可发生水解反应. 判断命题侧重对学生能力的培养和方法的考查,准确判断官能团,依据相应官能团结构和性质,灵活运用,有利于培养学生的知识迁移和逻辑推理能力.

(2) 投影盒几何分析

学生分析投影盒侧面与桌面夹角 45° 为宜,若设底面的正方形边长为 b,如图 4 所示,则投影盒尖 E 到桌面的高度 $h=\frac{b}{2}$,所以,两个放置手机的 Z 形支架(图 5) 的高度是 $\frac{b}{2}$.

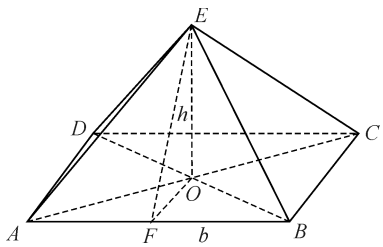

图 4　投影盒立体图分析

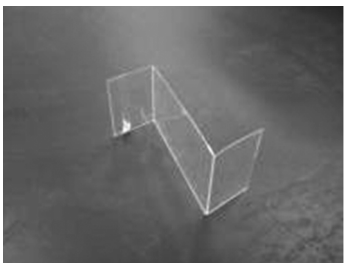

图 5　Z 形支架

已知等腰 $\triangle ABE$ 边长 AB 为 b,在求顶角的过程中,培养学生演绎推理能力和空间想象能力,推导演绎如下:

1) 在直角 $\triangle EFO$ 中,因为 $\angle EFO=45°$,故 $OE=OF=\frac{b}{2}$.

2) 在等腰直角 $\triangle AOB$ 中,$AB=b$,根据勾股定理,$OA=OB=\frac{\sqrt{2}}{2}b$.

3）在直角 $\triangle AOE$ 中，$OE=\frac{b}{2}$，$OA=\frac{\sqrt{2}}{2}b$，根据勾股定理，$AE=\frac{\sqrt{3}}{2}b$.

4）在等腰 $\triangle ABE$ 中，$AE=BE=\frac{\sqrt{3}}{2}b$，$AB=b$，应用余弦定理，$AE^2+BE^2-2AE\cdot BE\cos\theta=AB^2$，计算器计算得出 $\theta\approx 70.5°$（图 6）.

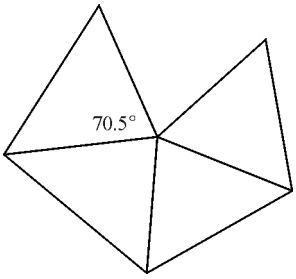

图 6　投影盒侧面展开图

（3）投影盒成像原理分析

投影盒尖端正对屏幕中心，四分屏的视频经投影盒各侧面反射出去（图 7），当观察者在不同侧面观察时，反射的是不同位置的图像，观察者看见的是悬置于投影盒正中的虚像，故产生“3D”的错觉.

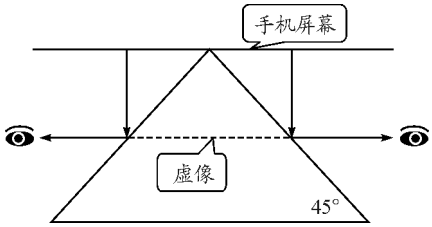

图 7　成像原理示意图

2.3　成果导向

材料：手机或平板，尺规，量角器，计算器，小刀，胶带，透明塑料板，四分屏视频等.

教师选取材料较薄和较厚的学生作品展示同一素材，分析成像差异，潜在地引入“厚度”要素，为重影分析做铺垫，图 8 ～ 11 是某学生制作主要环节及效果呈现.

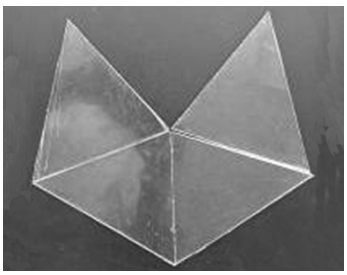

图 8　裁剪的投影盒侧面

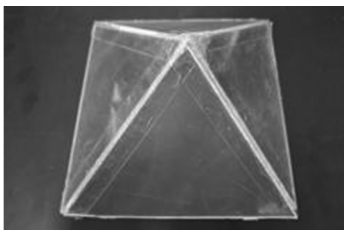

图 9　粘贴投影盒

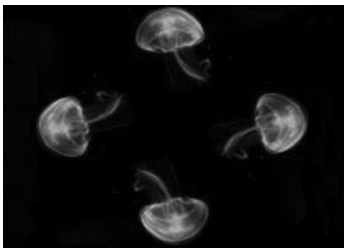

图 10　选择的视频素材

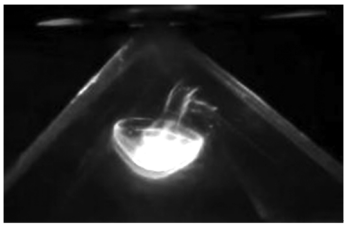

图 11　学生实验效果

2.4　次生问题（重影）探究

教师提问：是否观察到重影现象？引导学生有目的地观察和实验，学生感知手机原视频与成像清晰度的差异，发现“新”物理现象 —— 重影. 将重影作为新的研究起点，引导次生问题的生成，推动学生思维进入新阶段. 学生假设的影响因素通常有以下几个：表面粗糙度、板材厚度、板材透明度等.

学生甲用游标卡尺测量不同学生产品厚度，发现材料越厚，重影现象越明显，认为一束光经过材料上表面时（图 12），一部分光经上表面反射，另一部分光线从空气进入材料内部发生折射，经下表面反射，再次进入空气发生折射，于是形成了两束光线，因此，观察到“重影”现象.

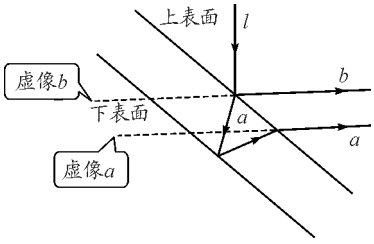

图 12　重影原理分析

2.5　产品优化及衍生问题

鉴于对“3D 全息投影”原理和重影影响因素综合分析，学生认为投影盒应选透明度好、厚度薄的化

学材料制作.乙学生提出:平板放在最下面,投影盒尖顶去掉,变成四棱台,将其倒放在屏幕上,则不需要Z形支架(图13).听了乙学生的观点,丙学生提出将其扣在屏幕上(图 14),验证发现二者方案均可投影,但投影上下左右恰好相反(图 15 和 16).

图 13　乙优化方案

图 14　乙优化后的效果

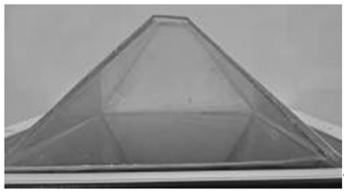

图 15　丙建议方案

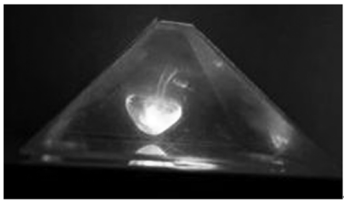

图 16　丙建议后的效果

经学生探讨交流,该组学生认为,因视频图像是中心对称图形(图 10),倒置投影盒时,正面亚克力板外表面反射光线(图 17),正置投影盒时,对面亚克力板内表面反射光线(图 18),因此成像上下和左右刚好相反.产品优化后的新现象又成为科学思维训练的起点和载体,前后问题的连续性和相关性有助于学生对几何光学精准的理解、应用及知识组块的形成.

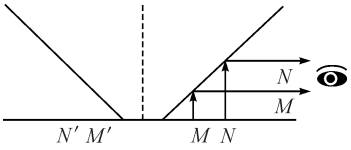

图 17　倒置投影盒的光路图

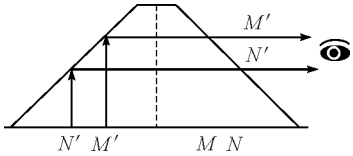

图 18　正置投影盒的光路图

3　STEAM 学习质量评价

STEAM 教学是否达到了预期教学目标,需建立 STEAM 学习质量评价指标作为教学判断标准,以基于深度学习的中学 STEAM 学习质量评价体系为基础[2],以该评价体系为基础,结合本项目内容,将评价指标具体解构,如表 2 所示.

表 2　“伪 3D 全息投影”学生实验学习质量评价标准

认知领域	知识掌握	1.理解光的反射、折射和折射率;有机物的性质;立体几何,三角函数. 2.了解演绎推理和科学探究的程序性知识
	跨学科思维	1.运用材料透明度、光学的反射、光的折射、三角函数和实验解释“伪 3D 全息投影”原理; 2.结合材料厚度、透明度、三棱锥制作水平等因素,得出合理结论
	抽象拓展思维	1.形成光的粒子性观念; 2.解释重影现象
	批判性思维	1.具有开明公正的态度; 2.多方收集证据解释重影现象; 3.聆听别人观点; 4.综合解释重影现象,修正错误观点
	创新能力	1.在教师没有提醒的情况下,能够自主发现“伪 3D 全息投影”原理,发现重影现象; 2.能够吸纳其他同学的正确观点; 3.从多个因素考虑成像原因,提出自己的观点和优化产品的想法; 4.通过实践实现改造想法

续表 2

人际领域	团队沟通与协作	1. 认真负责； 2. 平等对话，善于聆听； 3. 分享数据和观点
	成果展示与表达	1. 以语言、书面或制作成品表达自己观点或成果； 2. “伪 3D 全息投影” 和“重影” 原理的表达准确、逻辑清晰
自我领域	学习信念	1. 愿意在 STEAM 学习上花功夫； 2. 具有主动学习的意识； 3. 请教他人的精神
	科学精神	1. 实事求是的精神； 2. 不懈探究精神； 3. 独立思考和判断“伪 3D 全息投影” 和“重影” 的意识
	人文精神	1. 关注人的视觉，享受视觉盛宴； 2. 发现“新” 现象、欣赏地球对称和圆周运动蕴含美的要素； 3. 从宇宙视角观察地球，地球是人类共同的家园，培养人类命运共同体的意识

4　教学启示

4.1　以 STEAM 课程理念为蓝本审视物理课程实施过程

STEAM 课程理念强调综合性知识、探究性过程及真实情景等往往需要花费时间，与家长、学生及领导对“高效”“高分” 的功利追求相悖，让中学物理教学退变成物理习题训练，导致对 STEAM 教学理念的轻视和不顾，妨碍了 STEAM 课程理念的贯彻和落实. 由于师范教育没有 STEAM 对应的专业，即便是科学教育类的综合性专业也较少，目前不管从师资培养方案、课程设置、评价制度和教育现状，都对 STEAM 课程发展不利，教师应克服课改的主观或客观的阻力，结合 STEAM 教育理念，审视教学设计、实施过程等各环节，积极落实 STEAM 教育理念和内容，转变当前传统分科教育模式.

4.2　STEAM 理念与课改理念一致是中学生核心素养的实施路径之一

2015 年教育部《关于“十三五” 期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》明确提出，有效利用信息技术推进“众创空间”，探索 STEAM 教育、创客教育等新教育模式[3]. STEAM 课程是典型的融合课程，其多元化、跨学科、重实践等课程内容和理念与新课程改革倡导的中学生核心素养的理念一致，它为物理学科核心素养的落实提供一个具体、可行的实施路径，丰富了以核心素养为导向的教学策略和方法.

4.3　STEAM 教育探索有利于科技创新人才的培养和本土化方案的生成

STEAM 课程是在 90 年代后美国学生对科学兴趣下降、理工科专业遇冷的背景下，作为美国国家战略发展政策而提出，继美国之后，英国、德国、芬兰等都从国家人才战略层面制定了 STEM 教育发展政策[4]，在当前没有系统的 STEAM 国家课程和专业 STEAM 师资的条件下，结合本地特色资源积极开发学习化项目，推动 STEAM 课程本土化，主动承担起为国家培养科技创新型人才的任务，积极探索符合中国国情的 STEAM 教学模式，为 STEAM 教育贡献行之有效的教学方案.

参 考 文 献

1　中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京：人民教育出版，2020. 21

2　张辉蓉，唐佳欣，杨淏璇. 基于深度学习的中小学生 STEAM 学习质量评价指标体系构建[J]. 中国电化教育，2021(1)：102 ～ 108

3　中华人民共和国教育部办公厅. 关于“十三五” 期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)[EB/OL]. (2015 - 09 - 02)[2021 - 09 - 08]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201509/t20150907_206045.html

4　中国教育科学研究院. 中国 STEM 教育白皮书[EB/OL]. (2017 - 06 - 20)[2021 - 09 - 08]. https://www.ict.edu.cn/uploadfile/2018/0507/20180507033914363.pdf