基于素养目标的初中物理跨学科实践研究*

——以“制作角反射器”为例

朱峰磊 (张家港市梁丰初级中学 江苏 215600)

摘 要 自行车尾灯是生活中最常见的一种角反射器,其原理是“光的反射”。由于初中生认知水平的局限性,他们无法准确认知光在立体空间内经过多次反射而形成的传播路径。文章旨在让学生在真实的情境下,通过跨学科的实践,来克服物理与其他学科间的隔阂、学习与生活间的隔阂、理论与实践间的隔阂,在真实问题的解决中,获得关键能力,提升自身的核心素养。

关键词 素养目标 跨学科实践 角反射器

文章编号 1002-0748(2024)4-0039 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

“跨学科实践”是《义务教育物理课程标准(2022年版)》新增设的一级主题,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”三个二级主题。“跨学科实践”主题的内容具有跨学科性和实践性特点。“跨学科实践”以发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决问题的能力、动手实践的能力,培养学生积极的学习态度和乐于实践、敢于创新的精神为目标。

“跨学科实践”立足于真实问题的解决,以培养学生的关键能力。而解决真实的问题往往是单一学科知识所无法实现的。“跨学科实践”并非两个或两个以上学科知识的简单拼盘,而是核心概念和关键能力的融合,或者是基于一套超学科的概念体系的共同作用来促进对客观世界的深度理解。学生运用两个及两个以上的学科概念来解释现象、解决问题、创新成果,从而产生新的理解,形成新的认知。“跨学科实践”学习路径如图1所示。

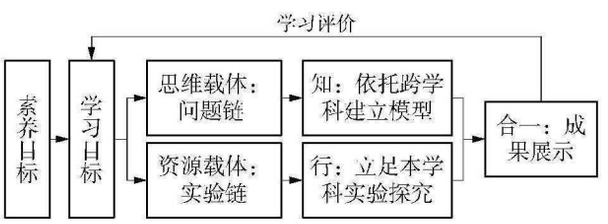

图1 “跨学科实践”学习路径

1 基于素养目标,预设学习目标

根据真实的情境素材,基于课标的学业要求和学生的实际需求,选择开放性、综合性、实践性的研究问题,确立可评可测的学习目标。

苏科版《物理(八年级上册)》第三章“第五节光的反射”课后第3小题:

例题 如图2所示,自行车尾灯本身并不发光,它是由许多角反射器组成的反光装置。角反射器是由互相垂直的反光面组成的,当汽车的灯光照在它上面时,它能将光反射回来,引起司机的注意。请在图3中的角反射器上画出入射光经过两个平面反射的光路,看看反射光线和入射光线在方向上有何关系。



图2 自行车尾灯

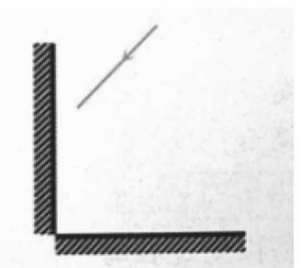

图3 光路图

现以教材对“角反射器”的介绍为基础,确定以“制作角反射器”为主题的跨学科实践活动,并从核心素养的四个维度设计了如表1所示的学习目标。

* **基金项目**:本文系江苏省教育科学“十四五”规划专项课题“知行合一:初中跨学科实践的主题式研发与实施研究”(课题编号:B/2022/03/108)及无锡市教育科学“十四五”青年教师专项规划课题“素养目标导向的初中物理重构实验教学实践研究”(课题编号:A/C-c/2021/09)的阶段性研究成果。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1　“制作角反射器”的学习目标

核心素养	学习目标
物理观念	(1) 根据角反射器的反射现象，了解在立体空间内“光的反射定律”仍然适用； (2) 通过实验，形成激光、可见光、红外线都属于电磁波的观念
科学思维	(1) 提出自己的设计方案，并论证其可行性； (2) 用3D建模软件，构建立体空间内光的反射模型
科学探究	(1) 通过实验，观察光在角反射器中的传播路径，验证角反射器的反射效果； (2) 查询生活中角反射器的种类及其相关应用
科学态度与责任	(1) 形成实事求是的科学态度； (2) 初步形成质疑、创新的科学品质

2　依托合适载体，让真实学习发生

由于教材中并未直接提出角反射器是由相互垂直的三块平面镜组合而成，加上课后的示意图中只画了相互垂直的两块平面镜(见图3)，使得反射后的光线与入射光线平行，学生就会认为角反射器是由两块相互垂直的平面镜组成的。这将导致学生对角反射器的认知存在片面性和局限性，缺乏整体性和准确性，同时也反映了“角反射器”概念建构的不足或者实验教学的缺失。

2.1　依托思维载体，驱动深度思考

根据以上教学中可能存在的问题，笔者提出驱动型问题链(见表2)，让学生带着问题主动投入到相关内容的学习中去。

表2　驱动型问题链

驱动问题1	角反射器是由几块相互垂直的平面镜组成的？自行车尾灯内许许多多的角反射器其结构又是怎样的？
驱动问题2	如何证明在角反射器中的每一次反射都遵循光的反射定律？
驱动问题3	如何呈现光在角反射器中的传播路径？
驱动问题4	角反射器在生活中还有哪些应用？

2.2　依托跨学科，建立模型

通过i3Done软件绘制立体光路模型，如图4所示，并运用软件选择不同的视角观察此光路模型。光线在相互垂直的3个表面发生了3次反射。通过建立法线和辅助平面(见图5)，不难看出光的任何一次反射都遵循了光的反射定律。但是事实上，角反射器并非对每一条入射光线都需要发生3次光的反射。当入射光线和反射光线所在的平面和3个表面中的任意1个平行时，只需要2次反射，出射光线便可以平行于入射光线返回(见图6)。

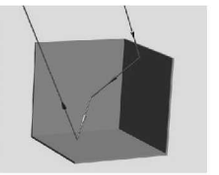

图4　立体光路图

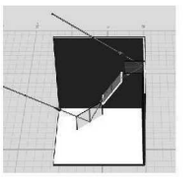

图5　研究反射规律

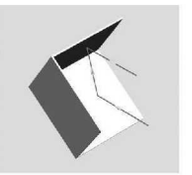

图6　光反射的特殊情况

初中生立体空间概念的普遍缺乏是无法回避的客观现实，但是随着信息技术的发展，我们可以将光在立体空间的传播现象用i3Done软件建立模型，将抽象问题直观化、形象化，从而可以有效地提升大多数初中学生对于光在立体空间内反射路径的认知。

2.3　依托资源载体，验证猜想假设

将三块大小相同的等腰直角三角形亚克力板粘合，内表面贴上贴片软镜子，即制作成一个由相互垂直的A、B、C反射镜面所构成的角反射器，如图7所示。

在烟室中用激光笔按照不同的方向向该角反射器发射激光，在经过平面镜3次反射后，出射光线将始终以平行于入射光线的方向射回(见图8)。



图7　角反射器

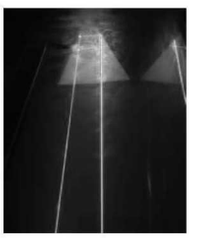

图8　烟室中的入射和反射光路

用一张表面粗糙的黑纸贴住角反射器的任一反光面，用激光笔按照不同的方向向该角反射器发射激光，则可发现，仅当入射光线和第一个反射面的法线所构成的平面(即反射平面)，与黑纸片所在的平面平行时，出射光线和入射光线仍可保持平行；除此以外，无论如何(入射光线直接打在黑纸片上、反射光线经过1次或2次反射射向黑纸片、反射光线压根就没有射向黑纸片)都无法观察到上述出射光线射回的现象。

以上通过实验从正向和反向证明了——任何入射光线经过角反射器的三个平面镜的3次反射，出射光线将始终平行于入射光线射回。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.4　立足本学科，实验探究

为了更好地模拟自行车尾灯由许多微小的角反射器所构成，可采用由若干边长为2 cm的正方体小积木堆砌的方法（见图9），在积木堆的外表面的每一小块平面上贴上边长为2 cm的正方形贴片软镜子，从而形成如图10所示的模拟自行车尾灯。

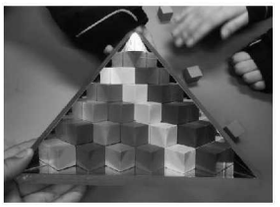

图9　积木堆砌建模



图10　模拟自行车尾灯

3　成果展示：知行合一，学科实践

《义务教育课程方案（2022年版）》指出，义务教育课程应该遵循“变革育人方式，突出实践”的基本原则。在跨学科实践活动中，提倡学生“在做中学、在用中学、在创中学”。

3.1　“动手实践”：做中学

用白色硬纸板当作光屏，以此模拟汽车驾驶员的眼睛。在光屏中央开一个孔径大小与手电筒粗细相一致的孔，把开孔的光屏套在强光手电筒上。打开手电筒模拟发光的汽车大灯，使光线射向自制的自行车尾灯。在入射光线经过该自制自行车尾灯反射后，即观察到光屏（白纸板）上有明亮的反射光斑（见图11）。教师改变光的入射角度，学生能观察到反射到光屏上的光斑始终存在。

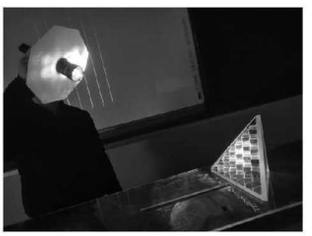

图11　成品效果展示

通过自制教具实验将生活情境在课堂中再现，证实了角反射器的原理以及自行车尾灯的作用。

3.2　“调查应用”：用中学

物理来源于生活，应用于生活。调查发现，角反射器在生活中的应用较为广泛，雷达反射器（见图12）就是其中之一。当雷达发射的电磁波扫描到金属角反射器时，会在角反射器上反射回较强的回波，从而在雷达的屏幕上形成较强的回波信号。由于角反射器有极强的反射回波特性，所以它被广泛地应用于军事、船舶遇险救生等领域，自二次世界大战中雷达技术成熟使用以来一直在被应用。

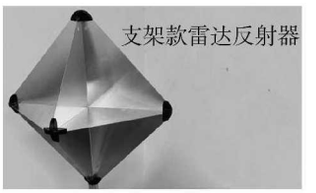

图12　雷达反射器

3.3　“创新方法”：创中学

苏科版《物理（九年级下册）》第十七章第二节“电磁波及其传播”中介绍了电磁波谱，指出可见光、激光、红外线、紫外线等都属于电磁波。有学生大胆质疑：雷达反射器可以反射不可见光吗？

如图13所示，选择用红外线遥控灯进行实验，遥控器作为信号发射源，灯则作为信号接收器。当图13中的遥控器背向灯发射红外线控制信号时，灯竟然没有反应，未被点亮；但是当学生用遥控器如图14所示那样向悬挂的雷达反射器发射红外线控制信号时，遥控器后方的灯能够顺利地被点亮。



图13　红外遥控灯



图14　验证雷达反射器效果

随着灯亮与灯灭，此创新实验验证了角反射器对于不可见光（红外线）的有效性。

4　学习评价：以评促学，以评促教

以评价促进学生发展为导向，明确跨学科实践活动的预设环节。首先确定学习目标，了解基本原理；然后对各环节进行评价，主要包括设计方案、行动实践、作品展示等。可以结合“自评、互评、师评”等形式。表3给出了本文“制作角反射器”的教学评价表。通过分析评价表反馈结果，掌握学生通过参与跨学科实践活动是否达成预设的目标，从而改进后续的教学活动。

表3　“制作角反射器”教学评价表

评价环节	评价内容	自评	互评	师评
学习目标	学习目标是否明确，你是否了解作品运用的基本原理			
设计方案	你设计的方案是否具有可行性和创新性			
行动实践	你能否积极参与实践活动，具体参与了哪部分活动			

（下转第38页）

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

活当中，构成了连贯、完整的有机整体。

例3　通过前面题目的解答，我们对于调光台灯、握力器的工作原理有了一定的认识。在生活中，通过改变电阻来改变电流，并把电流转换成其他物理量的仪器，还有风力计、水流计、水位计、斜度计等等。请根据所学知识以及生活经验，查阅网上资料，挑选一种相关的测量仪器，画出该仪器的电路示意图，并在表3中简单说明其工作原理。

表3　仪器简介

仪器名称	
电路示意图	
工作原理说明	

评价标准：

(1) 电路图有少许错误，工作原理说明不够清晰。(1分)

(2) 电路图正确，有基本的工作原理说明。(2分)

(3) 电路图合理且设计巧妙，有保护电阻等，配有详细的工作原理说明。(3分)

设计说明：通过之前对调光台灯、握力器、磅秤等内容的学习，学生已经初步了解滑动变阻器在生活中应用，本题运用知识的迁移的方法，结合生活中其他形式的滑动变阻器应用，考察学生资料阅读等的学习能力和对知识实际应用的能力。

4　小　结

与传统的以填空题、选择题等为主要形式的作业不同，本文所倡导的作业设计，是基于学生相关经验所创设的真实情境，并依托单元化、实验化的作业内容，实现培养学生核心素养的育人价值。为更好地撬动作业变革，学校也做出了诸多探索和尝试，例如学生本人、小组成员、物理老师三方都会针对每单元的学习情况，从知识落实、交流表达、合作能力、探究意识、创新程度等维度，对学生进行过程性的评价，以充分发挥作业评价的功能与价值。

与此同时，开展基于真实情境的作业设计变革，需要有一支高水平的作者队伍为其提供人力资源保障[6]，需要集聚专家学者与一线教师的力量开展这项具有创新性的工作。这就需要教师不断学习新的教育理念，学习并掌握新的作业设计理念，并对标单元目标的落实情况，动态评估作业设计的效能，从而及时优化和调整。同时，在进行更为系统的单元作业设计修改过程中，也宜构建教研共同体，充分发挥物理组内每位教师的特长，使单元作业设计更趋精准与完善。

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] 吴喆，何善亮. 物理教学的“情境化”“去情境化”与“再情境化[J]. 物理教师，2017，38(11)：21　25.

[3] 蔡亚萍. 基于真实情境问题解决的教学设计[J]. 电化教育研究，2011(6)：73　75，80.

[4] 李吉林. 情境教育的独特优势及其建构[J]. 教育研究，2009，30(3)：52　59.

[5] 王旭，赵坚. 指向高考评价体系的情境化习题命制策略　以“冰壶运动”问题为例[J]. 物理教学，2023，45(7)：52　56.

[6] 梁旭. 高中物理作业的规划与设计[J]. 物理教学，2023，45(7)：42　48.

(上接第41页)

续　表

评价环节	评价内容	自评	互评	师评
作品展示	你的作品能否达成预期效果？如能，请展示你的作品；如不能，请提出改进意见			

5　结　语

通过跨学科实践，建构角反射器的概念并深化对光的反射规律的认识，领悟其内涵及相互联系，使学生形成物理知识和真实情境建立关联的意识，会用光的反射知识分析和解决现实中的简单问题。

依据素养目标指向，通过跨学科实践，以问题链为思维载体，以实验链为资源载体，依托跨学科知识建立模型，立足本学科知识开展实验探究，培养科学思维，形成物理观念。依照概念建构的层递性，探究能力培养的连续性，程序性思维形成的必要性，做到格物致理，“知”“行”合一。

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] 何季军. 初中物理跨学科实践教学策略与思考[J]. 物理教师，2023(2)：43　45.

[3] 朱文军. 初中物理跨学科实践活动的实施策略和实践范式[J]. 江苏教育，2022(11)：7　9，19.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net