

指向真实问题解决的高中物理抛锚式教学 ——以“光的折射”教学为例

吴天忠 林明雯

(海南中学,海南 海口 571158)

摘 要 抛锚式教学核心是通过创设真实的“锚”激发学生的探究兴趣,引导学生主动思考,从而提升学生解决真实问题的能力。本文以高中物理“光的折射”一课的教学为例,具体展示了抛锚式教学的应用过程。课堂围绕“抛锚、探锚、解锚、起锚”的核心,教师先创设科考队因探测设备进水导致测量误差的真实问题情境作为“锚”,并以问题链为引导,通过设计递进式任务,学生在引导下逐步进行实验观察、数据分析、科学论证、探索规律等各项环节,先实验探究折射规律,学习规律后再应用规律进行问题的解决。学生在“做中学”,在解决真实问题的过程中培养科学思维,这也体现出抛锚式教学的优势。

关键词 抛锚式教学;真实问题解决;高中物理教学

ANCHORED INSTRUCTION IN HIGH SCHOOL PHYSICS ORIENTED TOWARDS REAL PROBLEM-SOLVING: A CASE STUDY OF “REFRACTION OF LIGHT” TEACHING

WU Tianzhong LIN Mingwen

(Hainan Middle School, Haikou, Hainan 571158)

Abstract The core of anchored instruction is to create a real “anchor” to stimulate students’ interest in inquiry, guide students to think actively, and thereby enhance their ability to solve real problems. Taking the teaching of “refraction of light” in high school physics as an example, this paper specifically demonstrates the application process of anchored instruction. The classroom revolves around the core of “anchoring, probing the anchor, solving the anchor, and lifting the anchor.” The teacher first creates a real problem situation of a scientific expedition team experiencing measurement errors due to water ingress in detection equipment as the “anchor.” Guided by a series of questions and through the design of progressive tasks, students gradually engage in experimental observation, data analysis, scientific argumentation, and exploration of patterns. They first experimentally explore the laws of refraction, learn the laws, and then apply them to solve problems. Students learn by doing and develop their scientific thinking in the process of solving real problems, demonstrating the advantages of anchored instruction.

Key words anchored instruction; real problem-solving; high school physics teaching

收稿日期: 2025-09-14

基金项目: 海南省教育科学规划课题“抛锚式教学提升高中生物理问题解决能力的研究”(QJH202310119)。

通信作者: 林明雯, 1710621618@qq.com。

引文格式: 吴天忠, 林明雯. 指向真实问题解决的高中物理抛锚式教学——以“光的折射”教学为例[J]. 物理与工程, 2025, 35(5): 297-302.

Cite this article: WU T Z, LIN M W. Anchored instruction in high school physics oriented towards real problem-solving: A case study of “Refraction of Light” teaching[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(5): 297-302. (in Chinese)

物理学是一门源于自然,服务于生产生活的实验学科。《高中物理课程标准》(2017版2020年修订)中明确指出“通过问题解决促进物理学科核心素养的达成”^[1],可见设置真实问题并引导学生经历问题解决过程是提升物理学科核心素养的有效路径。抛锚式教学与问题解决能力具有深度内在契合性,该模式以“真实情境中的复杂问题”(即“锚”)为核心,通过创设与学生生活经验紧密关联的具象化问题情境将抽象的物理原理转化为可感知、可探究的具体问题,激发学生主动解决问题的内驱力^[2]。在此过程中,学生需经历“抛锚—探锚—解锚—起锚”的完整解决问题流程,其思维活动贯穿了信息提取、模型建构、推理验证及创新应用的全环节,本质上是对科学思维的系统训练,而科学思维正是解决问题能力的核心支撑^[3]。本文将详细阐述如何将这一模式应用于“光的折射”教学中,以期为一线物理教师提供可借鉴的案例。

1 抛锚——真实问题,引发思考

在抛锚式教学中,“抛锚”是启动一切学习活动的首要且至关重要的环节。其核心重要性在于通过创设一个真实、复杂、有挑战性的真实情境(即“锚”),为整个教学过程提供了明确的目的和意义。一个精心设计的“锚”能够瞬间激发学生的内在学习动机和探究欲望,将传统的“要我学”彻底转变为“我要学”^[4]。它不是知识的抽象铺垫,而是将需要掌握的核心知识自然嵌入一个亟待解决的真实问题中,使学生意识到学习的价值在于应用。因此,“抛锚”的成功与否直接决定了后续“探锚”与“解锚”的深度和效果,是培养学生问题意识、启动高阶思维、连接知识与现实世界的根本支点。在“光的折射”一节教学中,我们选用了以下情境作为锚点:

某海洋科考队在进行深海探测时,探测器因触到礁石使摄像头进水出现成像误差,传回的图像显示的目标位置与实际位置偏差较大,科考队需要应用物理知识及时修正定位,找到这个重要探测器的位置并将其回收,他们需要了解哪方面的物理知识并进行应用呢?

围绕锚点情境,设计了递进式问题链:

(1) 摄像头进水为什么会出现成像误差?

(2) 光从一种介质进入另一种介质时,传播方向会发生什么变化?

(3) 这种变化遵循什么规律?

(4) 如何定量描述这种变化?

(5) 在什么情况下光不会进入第二种介质?

(6) 如何应用这些规律解决海洋科考队遇到的问题?

通过6个问题形成的问题链引导学生面对新的问题由表及里、由现象到本质,抽丝剥茧地进行思考,从而探求问题的本质。

2 探锚——分析问题,设计路径

“探锚”是连接情境导入与知识建构的核心环节,具有承上启下的关键作用。其重要性在于:当“抛锚”激发学生探究欲望后,“探锚”引导学生围绕真实问题展开主动探索,寻找合适的问题解决路径。这一过程不仅深化了对物理概念的理解,更重要的是培养了学生模型建构和科学推理能力,确保学习从感性认知走向本质理解,为最终成功“解锚”奠定坚实的理论与实践基础。

在“光的反射”一节中,通过抛锚引出问题1,在学生回答出光的折射是造成摄像头进水出现成像误差的原因,也是解决此问题所需的相关知识主题之后,教师进行引导提问,带学生简单回顾初中所学光的折射定律内容,在光的反射定律基础上对照着回答出光的折射定律的定性规律,作出光在两种介质分界面的反射与折射光路图。

学生活动:“当光传播到两种介质的交界面发生折射时,入射光线、法线、折射光线在同一平面内,入射光线与折射光线分别位于法线两侧,折射角不等于入射角。”学生根据问题情境展开思考,在教师引导下回顾初中所学光的反射定律与折射定律内容,并自己画出大致光路图。

然后,教师继续引导学生从情境中寻找学习任务“运用初中已学的光的折射的内容,可否足够帮助到科考队?”在教师的提问中,学生意识到已学的定性规律只能作出大致的折射光路图,不能求出探测器具体位置的偏移,无法彻底解决以上情境中的问题。

学生:“还需要找到光的折射的定量规律,才能进行偏移量的计算。”

教师顺势引出如何才能计算偏移量,“折射角

不等于入射角。那么二者间存在何种定量关系?接下来我们通过探究实验,按照实验数据表格测量并记录多组数据,通过数据来尝试归纳总结折射角与入射角关系的定量规律”。

3 解锚——分析问题,实验探究,总结规律

“解锚”是学生将所学知识内化并转化为解决问题能力的关键阶段,其重要性不亚于“抛锚”本身。如果说“抛锚”是设定挑战、激发动机,那么“解锚”就是学生主动探究、协作建构的实践过程^[5]。在此阶段,学生围绕真实锚点,通过教师搭建的“脚手架”,将复杂问题分解,进行实验探究、数据分析、逻辑推演和协作交流,从而自主“生成”和理解核心知识(如折射定律)。这不仅深化了学生对概念的理解深度,更培养了科学思维与探究能力。最终,学生应用新知识创造性提出解决方案,完成从知识获取到迁移应用的闭环,真正实现了素养的提升,避免了学习与实践的脱节。

在进行了“探锚”活动后,学生已经明确了要通过实验探究的方法找到折射角和入射角的定量关系,老师提供实验器材,每一组实验器材包括:由书立固定的A4纸打印制作的量角器(两个半圆量角器拼图,已经调整为介质交界面上 90° 、法线上 0° 方便读数),激光笔一支(带磁吸支座可固定于书立上,有红色与绿色),盛水圆形透明盒/半圆形玻璃砖等,学生独立操作。

3.1 探究实验小组活动,记录数据

学生活动:学生运用实验仪器,小组合作,通过改变和记录激光笔发出激光的入射角度,观察并在实验数据表格中记录介质中折射角的度数。

教师活动:运用手机投屏功能,在巡视过程中实时将各组实验情况投在大屏幕上,并及时纠正个别小组的操作细节。最终选择水介质、玻璃介质各一小组数据上台输入到课前准备好的Excel数据表格中。

3.2 观察数据,初步猜想后Excel函数计算,再分析数据

教师活动:“从大家实验得到的入射角与折射角数据,是否可以得出定性结论?”教师在获取学生实验数据后先引导学生定性分析角度变化情况。

学生回答:“无论是在水中还是在玻璃中发生折射,入射角增大时,折射角也都在增大。”

教师引导分析:“像这样变化的两个数值,最直观的二者函数关系猜想是什么?”

学生回答:“折射角与入射角可能成正比例关系。”

教师活动:“那么我们利用Excel表格的函数功能,计算一下两组数据的角度之比,请大家再观察一下数据,看是否符合我们的初步猜想?”教师直接利用Excel表格的函数功能,计算并显示两组学生实验数据中角度之比的具体值。

学生分析数据并回答:“从实验数据来看,折射角与入射角不成正比例关系,如果成正比例关系,二者之比应是一个误差范围内的定值,但从数据分析来看随着空气中入射角的减小,二者之比明显在持续变小,不存在误差范围之内的来回波动,说明初步猜想不正确。”此问答部分在实际授课过程中,教师进行了分段引导,大部分学生能够回答出猜想正比例不正确,但还需要明确引导出具体的原因分析,充分培养学生严谨的科学推理能力。

3.3 物理学史中转变研究思路,总结定量规律

教师活动:“折射角与入射角之间究竟存在怎样的定量关系?这一问题我们乘坐时光机回到光的折射规律的探究初期,向当时的物理学家请教一下。历史上关于这一规律的探究经历了漫长的过程,古希腊的托勒密已实验并粗略得出“二者成正比”的结论,但直到1611年开普勒才在更精确的数据分析后将正比关系成立的范围缩小至入射角 30° 之内,最终1621年荷兰数学家菲涅耳正式于实验数据分析中得到了光的折射定律。他的成功一定程度上说明了规律的发现通常要经历漫长的过程,而且要不断接受事实的检验,研究思路转变非常关键。菲涅耳的研究思路转变是将前人在此规律探究过程中对角度的研究,转换成了能反映角度大小的对边的研究;他在实验中得到,入射角与折射角的余割之比为一常数,从光路图的角度来看,也就是我们今天要学习的折射定律中所说的入射角与折射角的正弦之比为一常数。”

由于从角度之比的猜想与分析转变到角度的正弦之比的猜想之间跨度太大,教师利用规律探究的物理学史完成此处的过渡引导,也通过对过程中物理学家的探究思路介绍,培养学生对科学

规律认识与探究的科学态度。

教师活动:利用 Excel 表格的函数计算与绘制图表功能继续选中实验数据完成入射角与折射角的正弦值函数图像,拟合后显示均为过原点倾斜直线,验证光的折射定律的定量规律,总结光的折射定律内容及公式表达 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n_{12}$ 。

3.4 规律中的概念学习(折射率的概念建立)

教师提问:“请根据折射定律内容合理猜想, n_{12} 应与什么因素有关?与什么因素无关?它能反映发生光的折射时介质怎样的性质?”

学生活动:“比例应与两种介质的性质有关,与入射角、折射角的大小无关。”学生进行小组讨论,结合之前所学的比值定义法相关物理量的内容作答。

教师总结:“对比我们的实验数据可知,当光从空气入射到某种介质时,这一常数越大,说明光以相同入射角在介质中发生折射时的偏折角度越大。在光路图中我们定性地将这两条折射光线表示一下,更加直观地进行感受。”

教师讲解:“我们将折射定律中的比值定义为折射率,它可以反映光从同一介质入射到不同介质时介质对光的偏折能力的强弱,这反映了介质的光学性质,是衡量材料光学特性的重要指标。当光是从真空入射到某种介质时,这个比值 n 称为这种介质的绝对折射率,简称折射率,这也是一个比值定义法定义的物理量,注意折射率没有单位。定义真空折射率为 1,而空气的折射率近似为 1,若是从介质 1 入射到介质 2,比值 n_{12} 为相对折射率,能够同时反映两种介质的光学性质。”最后教师再给出光在不同介质中传播速度不同的原因及相关公式,提示所有介质的绝对折射率均大于 1。“关于折射率的有关影响因素,大家是否还有想要了解的其他内容?”

学生提问:“我们还想知道,折射率的大小是否与入射光的颜色有关?是否与介质的密度有直接关系?”

教师引导:“为了回答以上问题,请大家看到课本给出的表格,请阅读表格并尝试给出答案。”

学生回答:“在入射介质相同的情况下,折射率应与光的颜色也有关系,因为给出的表格上方括号内标明了波长,还标明了温度,说明应该与二者都有关系,而且介质的折射率与介质的密度大

小好像没有什么必然关系。”

教师活动:肯定学生的总结,并布置课本例题作为规律应用的练习,引导学生课堂完成,在本例题中学习如何利用折射定律定量计算。

4 起锚——解决问题,拓展迁移

“起锚”是学习过程的成果升华和应用验证阶段,具有至关重要的意义。它标志着学生从知识建构者转变为问题解决者,是将探究所得应用于实践的关键一跃。在此环节,学生综合运用“探锚”阶段所获得的知识与技能,创造性地提出解决初始锚点问题的方案。这一过程不仅完成了对学习效果的终极检验,实现了知识的迁移与应用,更通过成果展示、交流互评培养了学生的创新思维、表达能力和实践能力,使学习形成一个从问题出发再回归问题解决的完整闭环,最终达成核心素养的全面提升^[6]。

学生通过实验得出折射定律后,教师最后引导学生解决并回答课堂初始情境中的具体问题。

某海洋科考队的深海探测器海底某处触礁,摄像头进水导致成像误差。传回图像显示目标位置是海平面下深度 $h=900\text{m}$ 。已知海水的折射率 $n=1.33$,忽略水流及光线弯曲的影响,科考队的船尽量在摄像头的正上方,请判断探测器在海平面下的实际深度 H 。

学生很快判断出由于摄像头进了海水,相当于光源在海底某处发出的光经过海平面折射,导致目标位置发生了偏差,根据课前复习的初中折射知识,实际位置应比目标深度要低。

学生画出图 1 所示示意图后需要利用几何关系进行计算。假设 O_1O_2 的距离为 d ,有

$$\frac{\sqrt{d^2+H^2}}{\sqrt{d^2+h^2}}=1.33$$

由于船贴近摄像头正上方,因此 d 可以忽略不计,于是有 $\frac{H}{h}=1.33$,可解得: $H=1200\text{m}$ 。

在课堂最后,教师给出几个光的折射相关的

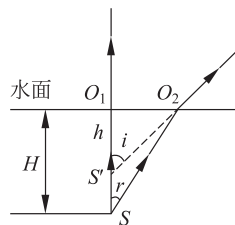


图 1 折射光路示意图

生活实例,如彩虹为七色、池水实际深度比目测大、近视眼镜制作原理等,作为本节课的课下活动小课题,在学习本节规律之后,学生可尝试在规律理解的基础上解释以上生活实例,可以再找时间进行小组分享活动,帮助学生进行知识迁移,灵活解决实际问题。

5 教学反馈

新课教学结束之后,教师通过对学生的访谈了解学生对于本节课的学习感受,并在后续的测验中通过学生对光的折射相关题目的作答情况,获取抛锚式教学在这一课中实践的教学反馈。

在访谈中,有的学生表示课堂的真实情境创设让自己体会到学习光的折射规律的必要性,课堂的目标非常明确,就是学习规律后应用规律进行真实情境中的问题解决,课堂收获很大;也有学生表示之前都是学习规律之后老师进行例题训练,感觉只是为了考试所以学习规律,这样的真实问题情境提出再到规律学习,课堂的进行过程感觉很自然也很完整,对规律的理解和如何应用也比较清晰和印象深刻。在之后进行的阶段性测试中,学生在光的折射定律应用的计算题(如图2所示)答题上表现良好,如表1所示,平均分在成绩平行的班级中位于前列(7班)。

表1 光的折射应用试题平均分对比

2班	3班	4班	5班	6班	7班
9.35	9.12	9.2	9.2	9.34	9.3

6 结语

高中物理教学要实现从“纯粹解题”向“解决真实问题”转向,抛锚式教学适用于新课内容的教

学。以“光的折射”为例,通过“科考队摄像头进水出现成像误差”这一真实的“锚”,将物理知识转化为解决现实问题的有力工具,极大地激发了学生的学习内驱力,促进了他们对物理概念的深度理解和迁移应用能力。在这一过程中,学生的科学探究能力、协作沟通能力、创新思维和社会责任感均得到了综合培养,有效落实了物理核心素养的培育目标。

面对教育高质量发展的新要求,我们物理教师应勇于突破传统教学模式的舒适区,精心设计更多连接生活与科技的“锚”,打造出更多以学生为中心、充满探究乐趣的高效课堂,真正培养出能适应未来社会发展的、具备卓越问题解决能力的创新人才。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准[M]. 北京:人民教育出版社, 2020: 43-44.
Ministry of Education of the People's Republic of China. General High School Physics Curriculum Standards[M]. Beijing: People's Education Press, 2020: 43-44. (in Chinese)
- [2] 高文,王海燕. 抛锚式教学模式(一)[J]. 外国教育资料, 1998, (3): 68-71.
GAO W, WANG H Y. The anchored instruction model (Part 1)[J]. Foreign Education Materials, 1998(3): 68-71. (in Chinese)
- [3] 齐妙. 核心素养下“抛锚式教学”在高中物理规律课中的应用——以“滑动摩擦力”教学为例[J]. 中学物理, 2022, 40(5): 26-29.
QI M. The application of anchored instruction in high school physics concept courses under the core literacy framework: A teaching example of “sliding friction”[J]. Middle School Physics, 2022, 40(5): 26-29. (in Chinese)
- [4] 吴玉平,张伟平. 试论抛锚式教学的内涵、理论基础及特点[J]. 教育导刊, 2014, (12): 65-68.
WU Y P, ZHANG W P. On the connotation, theoretical

16. (10分) 如图所示,一束平行于直角三棱镜截面 ABC 的单色光从真空垂直 BC 边从 P 点射入三棱镜, P 点到 C 点的距离为 $1.6L$, 光线射入后恰好在 AC 边上发生全反射。已知 $\angle C = 37^\circ$, 光在真空中的传播速度为 c , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 求:

- (1) 该三棱镜的折射率 n ;
- (2) 光线从 BC 边传播到 AC 边所用的时间 t (不考虑多次反射)。

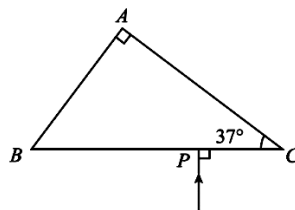


图2 阶段性测试中光的折射应用试题

- basis, and characteristics of anchored instruction[J]. Journal of Educational Development, 2014(12): 65-68. (in Chinese)
- [5] 汪明. 物理课堂中“抛锚式”教学模式的实践[J]. 物理教学探讨, 2008, (21): 8-9.
- WANG M. The practice of “anchored instruction” model in physics classroom[J]. Journal of Physics Teaching, 2008, (21): 8-9. (in Chinese)
- [6] 董航飞. 基于抛锚式教学的高中物理教学设计研究[D]. 延安: 延安大学, 2020.
- DONG H F. Research on the instructional design of high school physics based on anchored instruction[D]. Master's thesis, Yan'an University, 2020. (in Chinese)
- (上接第 296 页)
- DENG X J, ZHAO T T, QIAO C L. Theoretical analysis and educational practice of multidisciplinary participatory teaching for the Chineseization of STEAM(S) education[J]. Secondary Physics, 2022, 40(1): 7-11. (in Chinese)
- [7] 中华人民共和国教育部. 普通高中课程方案(2017 年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- Ministry of Education of the People's Republic of China. General high school curriculum program (2017 edition) [M]. Beijing: People's Education Press, 2019. (in Chinese)
- [8] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- Ministry of Education of the People's Republic of China. General high school physics curriculum standard (2017 edition revised in 2020) [M]. Beijing: People's Education Press, 2017. (in Chinese)
- [9] 国家义务教育质量监测方案(2021 年修订版) http://www.moe.gov.cn/srcsite/A11/moe_1789/202109/t20210926_567095.html. (in Chinese)
- [10] 中华人民共和国教育部. 普通高中课程方案(2017 年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019, 1: 8-9.
- Ministry of Education of the People's Republic of China. General high school curriculum program (2017 edition) [M]. Beijing: People's Education Press, 2019, 1: 8-9. (in Chinese)
- [11] 人民教育出版社. 课程教材研究所. 物理课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准实验教科书. 物理必修 2[M]. 2 版. 北京: 人民教育出版社, 2006.
- People's Education Press. Institute of Curriculum and Textbook. Physics curriculum materials research and development center. Experimental textbook of general high school curriculum standards. Physics compulsory 2 [M]. 2nd ed. Beijing: People's Education Press. (in Chinese)
- [12] https://www.ligo.caltech.edu/system/media_files/ binaries/301/original/detection-science-summary.pdf?1455157973.