

基于理解的进阶表现性任务设计与评价

——以“益启实验 玩转物理”项目为例

邓晓敏（北京师范大学未来教育学院 广东 519087；珠海市凤凰中学 广东 519000）

摘 要 学生对比较抽象的物理概念和规律的理解停留在表层，通过传统的讲授、有步骤的实验探究等方式无法让学生达到深度理解，并在新情境中实现迁移应用。为了培养学生的物理学科核心素养并深入理解物理实验中蕴含的物理概念和规律，设计基于理解的进阶表现性任务，让学生通过逐步迁移应用在项目式学习过程中提高核心素养。文章通过介绍“益启实验 玩转物理”项目中三个相互促进的进阶表现性任务的设计与评价方法，以提供在物理教学中促进深度理解且可行的项目设计思路和实践方式。

关键词 表现性任务 项目式学习 物理实验 核心素养

文章编号 1002-0748(2025)6-0041

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 前 言

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》指出，物理课程旨在促进学生核心素养的养成和发展，引导学生学会学习、学会合作、学会生活，为学生的终身发展奠定基础^[1]。义务教育物理课程是一门以实验为基础的自然科学课程，具有基础性、实践性等特点。在物理实验教学的实践过程中，面对抽象的概念和规律，演示实验和根据既有步骤探究能让学生获得技能和体验，但学生对物理概念和规律停留在知识层面，没有达到深度理解，面对新的情境无法进行有效的迁移应用^[2]。而基于理解的学习更有利于迁移^[3]。为了培养学生的物理学科核心素养并深入理解物理实验中蕴涵的物理概念和规律，笔者以“益启实验 玩转物理”项目为例，设计了基于理解的进阶表现性任务^[4]，利用同一内容主题下三个难度递增的任务，让学生通过逐步迁移应用在项目式学习过程中提升核心素养。同时设计了对应的评价量规^[5]作为学生的行动指南，评估学生的理解程度。

2 项目设计

《物理(八年级下册)》主要涉及力学知识，教学实践中发现由于力学知识比较抽象，学生难以理解其中的概念和物理规律，而此时学生对物理学科已有一定的认识和储备，有能力进行探究完成任务，并作为下一届学生的示范，实现项目传承。因此，在学期期中我们设计了“益启实验 玩转物理”项目，针对四个学生难以理解的实验，让学生自选感

兴趣的实验进行探索。八年级的学生在感受到物理的奇妙之处的同时，把这份奇妙传递传承给七年级的学生。

项目包括项目驱动、解决问题、完成任务、成果展示评价四部分，流程如图 1 所示。每一部分有纵向的先后次序，比如在解决问题部分，学生需通过选题选材制作实验装置，才能继续利用实验装置进行实验。同样地，在完成任务部分，也是按任务难度递增的次序进行的，在完成制作流程图和录制实验讲解视频两个任务的过程中，熟悉实验过程和实验原理，降低了第三个任务现场实验展示演讲的难度。每个任务都有对应的成果展示和评价，使整个项目围绕一个主题，让学生在迁移应用的过程中实现深度理解。

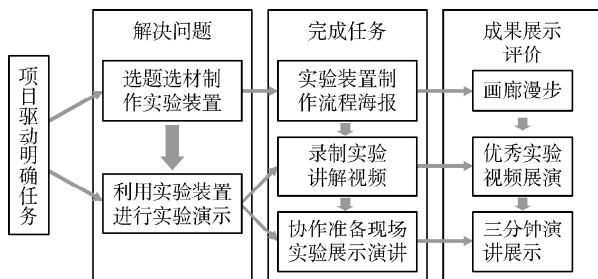


图 1 项目流程图

在表现性任务的设计上，通过三个难度逐步递增的任务(见图 2)：静态任务(实验装置制作流程海报设计)、动态任务(实验讲解视频录制)和实时任务(现场演讲展示)，让学生通过逐步迁移应用实现深度理解，培养学生的核心素养。



图 2 进阶表现性任务

2.1 项目驱动情境

为了提高项目的真实性和学生参与的积极性,设计驱动情境:作为高年级学生,如何利用日常生活中常见物品完成物理实验,通过有趣的演示和讲解激发学弟学妹亲自完成实验,并让他们在制作说明的帮助下也能制作实验装置进行实验,感受生活中的物理。

在项目驱动课堂中播放七年级级长的求助视频,邀请八年级的同学成为七年级学弟学妹的物理领路人,激发他们学习物理的兴趣。除了播放求助视频,为了让学生对项目有一个总体的概览,课堂上会进行相关趣味实验展示(非项目中的四个实验),包括实物装置展示和录制视频展示,让学生了解到利用生活中常见的物品能完成物理实验,通过分析能理解其中的物理原理,通过视频录制的方式能把制作实验装置和实验过程的乐趣传递给学弟学妹们。

2.2 评估理解的证据——表现性任务的设计与评价

学生在自制弹簧测力计、自制气压计、自制自动供水装置、自制会爬坡的魔罐四个实验装置中选择一个,利用日常生活中的物品制作该装置并进行实验,同时解释其中的原理。根据以上要求,在完成项目时,学生需要完成三个表现性任务,即提交实验装置的制作流程海报、实验讲解视频和进行实验展示演讲。这三个任务都需要学生深刻理解实验装置中隐含的物理概念和物理规律,即使在制作前学生只知道部分物理概念,但随着项目的进行,学生通过探索和应用迁移实现对物理概念和规律的进一步理解,评分量规可以评估学生在表现性任务中的理解程度。同时由于是给低年级同学作示范,学生在完成任务的过程中获得成就感,提高了学生学习物理知识的内驱力,三个任务的联动提高了学生的实验操作能力、表达能力、团队协作和沟通能力。

2.2.1 静态任务——实验装置制作流程海报设计

任务一:绘制实验装置制作流程海报,内容包括材料、制作方法(分步流程)、实验现象和实验原理。利用日常生活中的物品制作实验装置,并根据制作的过程绘制海报,展示制作流程中的关键步骤,让学弟学妹们能根据制作流程海报的指引独立制作实验装置并完成实验。

设计意图:①利用日常生活中的物品制作实验装置降低了实验门槛,让实验装置更容易复刻,具备推广性。学生在课外利用常见的物品就能制作实验装置并进行物理实验,让学生体验生活中的物理。②实验装置的制作方法需要分步展示和说明(见图3)。学生在制作过程中通过探索掌握制作实验装置的关键要点(如“自制气压计”需要把瓶塞和管子之间的缝隙填满,需要用有色的液体便于观察等),总结出成功制作实验装置的方法,并利用流程图传递制作方法,实现知识的迁移。③海报的设计包含美育元素,在既有科学性的基础上,培养了学生的审美能力。

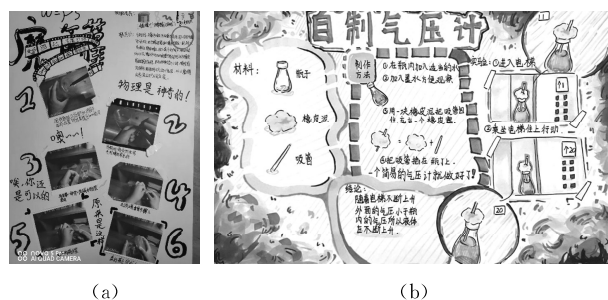


图 3 “会爬坡的魔罐”制作流程海报和“自制气压计”制作流程海报

完成任务需解决的子问题:①所选实验装置的原理是什么?②怎么制作实验装置实验现象会更明显?③海报中的实验装置制作流程要怎么分解和解释更容易让初次接触物理实验的学弟学妹理解和制作?④如何让海报设计得更美观、更具有可读性?

解决问题活动策略:①八年级下学期期中时学生已具备相关实验的基本物理知识,但是要深入理解还需要通过网上查找资料和小组研读讨论的方式再次认清所选实验装置的基本原理;②实践显示,子问题2需要学生在制作实验装置过程中,通过不断探索和教师提供部分指导去解决;③子问题3需要学生进行换位思考,从初学者的角度分析如何分解实验装置的制作步骤,其中的原理和制作技巧是什么,在此过程中让学生实现深度理解;④子问题4需

要跨学科协同,请美术老师在课上讲解有关海报设计方面的知识,让学生掌握海报设计的方法和技巧。

评分量规:在任务开始前给学生提供评分量规,学生在明确标准的情况下能更好地完成任务。根据任务的设计意图设计了如表 1 所示的基于理解的评分量规^[6],制作实验装置流程海报任务中四个基本

特征的权重不同,主要权重在图文的科学性,任务总分=完整性得分×20%+装置实用性得分×20%+图文科学性得分×50%+艺术性得分×10%。在这项任务中总分获得 3.5~4 分表示超出预期,2.5~3.4 分表示达到预期,1.5~2.4 分表示基本达到预期,1~1.4 分表示没有达到预期。量规评分见表 1。

表 1 制作实验装置流程海报任务评分量规

	4	3	2	1
完整性 20%	内容完整(包括制作材料、制作过程、实验现象和实验原理)且清晰;制作实验装置的关键步骤完整	内容基本完整且清晰;制作实验装置的关键步骤基本完整	内容基本完整,缺失实验原理;制作实验装置的关键步骤有部分缺失	内容不完整,缺失实验现象和实验原理;缺失大部分制作实验装置的关键步骤
实验装置 实用性 20%	实验装置使用的材料成本低,容易获得;实验装置容易制作,能反复使用	实验装置使用的材料成本较高,容易获得;实验装置比较容易制作,能反复使用	实验装置使用的材料成本高,难以获得;实验装置比较容易制作,但不能反复使用	实验装置使用的材料成本高,难以获得;实验装置难以制作,不能反复使用
图文科学 性 50%	海报组织结构具有逻辑性;正确运用科学术语根据图片说明制作实验装置的关键步骤,操作流程清晰易懂,容易理解	海报组织结构具有一定逻辑性;基本能根据图片运用科学术语说明制作实验装置的关键步骤,基本操作能理解	海报组织结构稍微有逻辑性;实验装置制作图文内容存在部分科学性错误;运用了科学术语,但部分不准确;语义含糊不清,部分操作难以理解	海报组织结构混乱无逻辑;实验装置制作图文内容大部分存在科学性错误;没有运用科学术语或科学术语错误;语义含糊不准确,大部分操作难以理解
艺术性 10%	海报设计美观形象,制作精美,有独特风格和创意	海报设计形象,但不精美,有风格但不明显	海报稍微有设计,但不明显	海报无设计,无修饰

2.2.2 动态任务——实验讲解视频录制

任务二:录制实验讲解视频。视频内容包括制作实验装置的关键步骤,主要内容是利用实验装置进行实验,展示实验现象并解释实验原理。让观看视频的学弟学妹能够根据视频知道制作的方法、实验的过程,理解实验中的物理原理。

设计意图:①基于视频呈现的实验现象展开探索实现深度理解。第一层面,要完成展示实验现象的视频录制,需要学生先成功制作实验装置并且亲自进行实验才能实现。学生在实验探索的过程中深挖细节实现深度理解。同时学生在进行实验时需要考虑展示什么现象、如何进行实验才会让实验现象更明显,才能根据该现象说明其中隐含的物理原理。这促使学生从老师的角度去思考如何录制,才能让观看视频的学弟学妹理解。比如“自制气压计”的实验现象关键要点是气压计的液柱会随着楼层的升高而升高,学生通过尝试改进逐步探索发现,要使实验现象更明显可以做以下调整:液体改为有色的;吸管上要有刻度显示液面位置变化;液柱液面的起始位置要高于瓶口才更容易观察;吸管要足够长;气压计应尽量靠近电梯楼层显示屏,以便能直观看到气压计液柱随楼层高度的变化而变化。第二层面,在此任务中,学生在解释实验现象前需要通过查阅资料、小组讨论

等方式理解物理原理,并通过讲解的方式进行解释。根据费曼学习法,学生通过解释实验原理可以加深对知识的理解,从而达到深度理解的目的。第三层面,从初学者角度思考,如何讲解才能让学弟学妹理解操作的过程和原因,并理解其中的物理原理,在转换角度阐述的过程中实现理解。②促进学生的合作学习。制作实验装置、进行实验、理解物理原理、讲解、录制视频都需要项目小组进行合作才能实现。讨论制作实验装置的选材、解决实验装置制作过程中的问题、实验过程中的分工、讨论辨析实验现象中的物理原理、讲解的逻辑条理、录制视频要注意的细节、剪辑视频等能够让小组学生在合作过程中培养核心素养。

完成任务需解决的子问题:①如何拍摄才能更好地展现实验现象?②讲解过程中如何组织语言让讲解更具有逻辑、条理更清晰?③如何进行视频剪辑使视频更加生动有趣?

解决问题活动策略:①子问题 1 需要学生了解实验装置能展现的实验现象关键要点。教师可在学生制作和实验过程中提供必要的指导和帮助。②子问题 2 需要学生梳理清楚讲解的逻辑。有条件的情况下可邀请语文老师对语言表达提供相关的支持和帮助,或者提供相关的表达技巧视频供学生自学后小组在课堂中进行演练并修正讲解稿。③子问题 3 需要学生掌握视

频剪辑的技巧,呈现的趣味性能吸引观众看完整个视频,并激发观看的同学跟着视频动手重做实验。教师可以提供其他实验装置制作和实验的视频作为示范参考,也可邀请专业的视频剪辑老师进行专题讲解。

评分量规:基于实验讲解视频任务的设计意图,

设计了如表 2 所示的评分量规对任务中的四个基本特征(内容完整性、实验现象、原理解释和趣味性)进行评价。录制实验讲解视频任务主要评估学生的实验操作能力以及对实验原理的理解程度,因此在实验现象和原理解释中分别赋予 40% 的权重。

表 2 录制实验讲解视频任务评分量规

	4	3	2	1
内容完整性 10%	视频完整详细展示装置制作关键步骤、实验现象并解释实验原理	视频中展示基本的装置制作关键步骤、实验现象并解释实验原理	视频中简略展示装置的制作关键步骤、实验现象和实验原理	视频中展示的制作过程、实验现象和实验原理有严重缺失
实验现象 40%	实验装置有效且有创意,实验现象准确且清晰明显	实验装置基本有效,实验现象基本准确	实验装置稍微有效,但实验现象不明显	实验装置无效,实验现象与预期不符
原理解释 40%	根据实验现象准确运用科学术语解释实验原理;逻辑清晰,容易理解	根据实验现象解释基本实验原理;科学术语表述基本准确;有逻辑,能理解	实验现象和实验原理解释不清,科学术语大部分不准确;理解有困难	实验现象和实验原理解释有明显错误;未使用科学术语;无法理解
趣味性 10%	视频剪辑生动有趣,具有吸引力	视频剪辑有趣,有一定吸引力	视频剪辑简易,稍微具有吸引力	视频无剪辑,无修饰,缺乏吸引力

2.2.3 实时任务——现场演讲展示

任务三:三分钟实验展示演讲。项目小组在展示会中给专家老师和七年级的同学展示自制实验装置,选择实验原理、制作注意要点或创新之处进行解说。

设计意图:①通过给学弟学妹们展示演讲,介绍实验的亮点和趣味性,邀请校长和专家老师,让学生感受到老师的重视和体验传授知识的过程,增强学生的获得感和驱动力。②限时解释对学生要求更高,更能体现学生的理解程度。在前两个任务的实践积累下,任务难度降低,而现场演讲能进一步加深学生的理解。③培养学生的协作能力。现场实验展示需要小组共同协作完成 PPT 制作、现场进行实验展示并解说。④限时解说锻炼学生即时表达能力,要求学生提炼语言,在限定时间内解释清楚实验原理、制作要点或创新之处。

完成任务需解决的子问题:①如何运用演讲的技巧,结合 PPT、实验演示等简要地分享小组的实验装置的亮点和特别之处? ②制作或实验过程中的

关键要点和实验装置的创新之处是什么? ③在展示过程中小组成员如何分工才能在限定时间内达到最佳效果?

解决问题活动策略:①子问题 1 需要专业教师组织培训演讲技巧和 PPT 制作技巧,通过实战演示,或者视频自学的形式,让学生掌握演讲的技巧和 PPT 制作技巧。②子问题 2 需要小组讨论复盘制作和实验过程,找出在此过程中决定制作和实验成败的关键要点,或者为解决某一个过程中遇到的难题而做出的创新之处,培养学生的创新意识和能力。③子问题 3 需要学生与小组成员间进行分工并协作配合,根据小组内各成员擅长的领域进行分工,使组内展示效能最大化。

评分量规:实时任务是为补充学生的真实临场表现能力,在限时情境下表达理解。根据任务的设计意图,对三分钟实验展示演讲任务设计了如表 3 所示的评分量规。此任务的四个基本特征中主要关注创新性和表述理解,分别赋予 30% 和 40% 的权重。

表 3 三分钟实验展示演讲任务评分量规

	4	3	2	1
创新性 30%	实验装置有创新,解决了关键问题,使实验现象更明显,更能说明物理规律	实验装置有一定创新,解决了基本问题,实验现象明显,能说明物理规律	实验装置有小部分创新,未能解决关键问题,实验现象没有改善	实验装置没有创新,没有解决关键问题,实验现象不明显
表述理解 40%	表达清晰流畅,准确运用科学术语解释实验原理,说明现象和概念、规律之间的联系。逻辑清晰,容易理解	表达基本流畅,基本准确运用科学术语解释实验原理。基本能说明现象和概念、规律之间的联系。解释有逻辑,能理解	表达有停顿,运用部分科学术语解释实验原理,但解释不清,现象和概念、规律之间的联系不清晰,理解有困难	表达不清晰,没有运用科学术语解释实验原理,现象和概念、规律之间的联系模糊,逻辑混乱,无法理解
协作展示 20%	小组展示自信大方,成员协作结合 PPT、实验装置展示,卓有成效	小组展示基本能配合展示,结合 PPT、实验装置展示有效	小组配合展示有疏漏。小组协作配合展示效果一般	小组成员展示缺乏默契,展示不流畅,效果不佳

续 表

	4	3	2	1
艺术性 10%	实验装置制作精美	实验装置制作美观	实验装置稍微有修饰	实验装置制作粗糙

2.3 成果展示会

成果展示会由画廊漫步、优秀实验视频展演、演讲展示三部分组成。

(1) 画廊漫步。成果展示会的场所安排在实验室,展示会前把制作流程海报按照序号张贴在实验室的墙上(见图 4),成为会场中亮丽的风景线。专家老师根据海报评分量规(见表 1)分别给作品打分,参与演讲展示会的学生通过画廊漫步对喜爱的作品进行投票,学生可在评价其他小组作品的过程中进行学习和反思,从而提高自身的制作水平。海报作品的最终得分由专家老师评分和投票结果组合而成。



图 4 画廊漫步海报展示

(2) 优秀实验视频展演。在演讲展示前,播放各个实验讲解视频的最佳代表作品,该作品由专家老师根据视频评分量规(见表 2)评分得出。让同年级学生相互借鉴的同时,激发低年级学生后续的制作和实验的兴趣。

(3) 三分钟演讲展示(见图 5)。各小组按照序号进行演讲展示,展示过程中专家老师根据演讲展示评分量规(见表 3)进行评分。低年级的学生在演讲展示中收获知识技能,演讲的学生也能在讲授实践中收获成就感。每个小组的最终得分是三部分的总和。

3 反 思

教材中关于四个实验装置只有一段简单的介绍,通过学生亲自探索,挖掘实验细节,能消除学生的误解,实现深度理解。基于理解的进阶表现性任



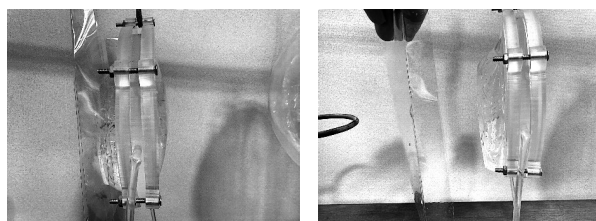
图 5 自动供水装置现场演讲展示

务设计可应用于教材中的同类型的自制实验装置类实验探索项目。项目中设计的三个难度递进的表现性任务让学生从制作实验装置,到利用实验装置进行实验,解决制作过程中的关键问题,呈现实验现象,并解释实验原理,再到通过绘制制作流程海报、录制实验讲解视频和现场演讲传递物理知识实现应用迁移,在完成任务的过程中,促使学生理解物理实验中蕴含的物理概念和物理规律,并培养学生的核心素养。基于理解的进阶表现性任务通过进阶的方式降低学生即时迁移应用的难度,让学生实现渐进式理解和应用,提高了表现性任务的可行性。在表现性任务的评价量表上可能还需要进一步的验证和斟酌,让评价结果更贴近学生的真实理解程度。

在项目设计过程中需要大量的准备工作,实践过程也需要教师团队合作,评价变得复杂,但为实现学生的深度理解,这些工作是有意义的。实践过程中发现即使是传统意义上的学困生都积极参与到任务中不遗余力地寻找答案解决问题。教师团队在收集的海报和视频作品中折服于学生的想象力和创造力。演讲展示中学生的自信表达让观众耳目一新。因此坚信只要项目和表现性任务设计得当,搭建合适的平台,参与的学生能发挥自主能动性解决问题,践行项目的过程中收获创意和成就感。在实践过程中老师需要充分相信学生的自主能力,及时给予适当的帮助和指导,学生在完成任务过程中加深对知识的理解并得到全面的发展。引用威廉·巴特勒·叶芝的一句话:“教育不是注满一桶水,而是点燃一把火。”我愿成为那个点燃学生兴趣和热情的人。

(下转第 37 页)

度从而可以达到矫正视力的作用[见图 9(a)、(b)]。



(a) 用 PVC 塑料片制作 OK 镜 (b) 佩戴 OK 镜后的眼角膜(暂时性重塑)

图 9

通过如图 10 所示的三种方式,也可以对眼角膜厚度进行改变。①打开角膜瓣膜,对角膜基质削切,最后合上瓣膜,这就是半飞秒手术。实验操作中,用美工刀将用果冻蜡制作的眼角膜进行削切。②在角膜上开一个微创,从角膜基质中取出一个透镜形状的角膜基质,使眼角膜曲度变得平缓,达到矫正视力的效果。③对眼角膜前两层进行消融,使角膜变薄,从而达到矫正视力的效果。实验操作中,可以将用果冻蜡制作的眼角膜表层切掉一层。反复试验,矫正视力效果很好。

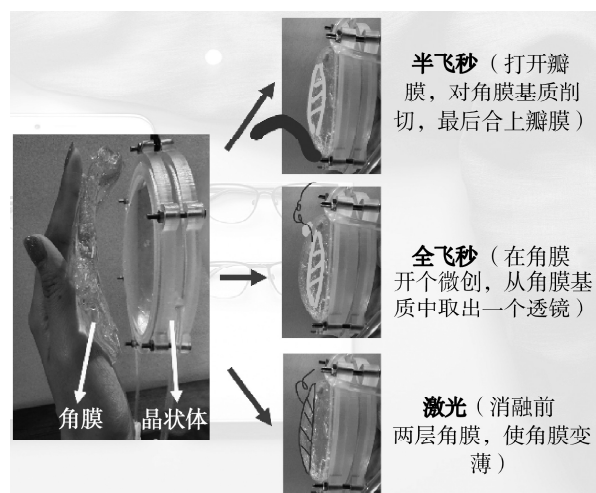


图 10 改变眼角膜厚度的三种方式

(3) 实验分析

除了佩戴近视眼镜矫正视力外,少年儿童通过佩戴角膜塑形镜(OK 镜)来矫正近视的方法也很普遍。少年儿童的眼角膜处于生长期还未定型,因此可以通过外界仪器干涉眼角膜塑形,从而达到矫正近视的效果。而成年人由于眼角膜形状基本定型,已经不适合用角膜塑形镜矫正,因此激光手术比较适合成年人矫正近视。

近视的矫正实验需要贴近生活,实验也应该体现社会生活、科技发展与时俱进的进步性。对于学生而言这样的探究可以变成项目化跨学科实践学习,即探究近视与晶状体曲度的定性关系,最后有了螺旋上升的认知,再回到利用光具座探究具体的定量关系,从而收集证据、得出结论,培养合作探究的能力,让学生深刻意识到保护视力的重要性。

4 总结与反思

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》要求实验探究体现物理课程实践性的特点,培养学生发现问题、提出问题和解决问题的能力,这要求教师在实验中不仅要培养学生的实验素养,还要培养学生的科学思维与实践能力。教材根据学生的认知规律设计了相关实验,在追求安全、环保、低成本、创新性实验的今天,教师更要认真审视教材,努力研究教材进行实验创新,努力为初中物理教学开发出更合理、更加与时俱进的实验,引导学生从生活的视角进行实验探究与创新,在学科实验整合、实验变式、实验仪器替代中培养学生的实验创新意识,创新性地开展实验教学,让物理课更加贴近生活,更加富有趣味性,使各学科知识不再割裂。

参考文献

- [1] 刘炳昇. 物理(八年级上册)[M]. 南京:江苏凤凰科学技术出版社,2024:76.
- [2] 张汉国,林翠荣. 近视患者屈光度、眼轴和角膜屈光力的相关性分析[J]. 中国卫生标准管理,2019(11):39—41.
- [3] 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.
- [4] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格. 追求理解的教学设计(第二版)[M]. 闫寒冰,宋雪莲,赖平,译. 上海:华东师范大学出版社,2017:293.
- [5] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格. 理解为先 单元教学设计实例[M]. 盛群力,张恩铭,王陈烁,等译. 宁波:宁波出版社,2020:190.
- [6] 何春林. 基于 GRASPS 的高中学生生物学表现性评价的实践研究[D]. 淮北:淮北师范大学,2023.

(上接第 45 页)

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] 鲍永新. 引导学生建立知识结构 助力理解迁移——以“振动和波”知识结构建构的单元教学设计为例[J]. 物理教师,2017(1):14—15.
- [3] 约翰·D·布兰思福特,等. 人是如何学习的:大脑、心理、经验及学校[M]. 程可拉,孙亚玲,王旭卿,译. 上海:华东师范大学出版社,2005:236.