

初中物理跨学科实践作业的实施

欧旭升 刘作志

【摘要】新课标下,物理作业设计由“知识能力立意”向“价值引领、素养导向、能力为重、知识为基”的目标转变,核心素养导向的教学改革致力于实践育人。以跨学科实践为抓手,将单元知识整合,多角度设计“动手、动脑、动口”作业,通过作业形式多样化、流程趣味化、内容融合化、评价增值化,帮助学生构筑知识之间的联系,拓宽视野,实现学以致用,切实发展学生的核心素养。

【关键词】跨学科实践;作业设计;初中物理;核心素养

基于跨学科实践的初中物理作业可以让传统作业有以下转变:(1)从被动到主动。(2)从解题到解决问题。(3)从继承知识到创造知识。(4)从零散到融合。为实现跨学科实践学习的最大效能,笔者对跨学科实践作业进行了以下探索。

一、作业形式多样化,开放度高,重在因材施教

跨学科实践不以知识学习为最终目的,也不是几个学科的简单拼盘组合,而是要求学生综合运用各学科知识与思维解决真实情境中的复杂问题,使知识学习走向实践创新。跨学科不仅局限于学科内,也可以应用于学科外,可以和生活、科技、社会相融合。物理教师对于本学科教学内容最为熟悉,不妨以学科内章节跨越为主着手实践,强调问题的真实性,融合日常生活、工程实践和社会热点等主题的课程内容,从整体的角度引导学生学习与科学、技术、社会密切联系的知识,让不同层次的学生都能参与其中,从而达到因材施教的目的。

(一)选择多样化

以“作业超市”方式让学生自主选择,结合校本课程、居家实验等促进学生动手实践。例如“平面镜成像”的课后作业可以是一件潜望镜的小制作、一个拍摄空中悬浮揭秘视频、一项隐身保险箱“金点子”创意、一份科技馆参观研学报告、一张“临摹神器”新产品原理剖析等等,学生可以根据自己的兴趣或者能力而选择作业内容。

(二)完成作业时间灵活,短长作业结合

作业形式不仅有融合教学单元的长作业,也有拆解到课时的短作业。例如教师将自制吉他融合到

“声音”这一章的教学中,引导学生按照课时顺序渐次弄清吉他发声的原理,第一节课教师引导学生固定一根弦,拨动使其振动发声,讲述声音的产生及其传播;第二、三课时引导学生不断增加弦的数量和改变材质,调节松紧长短等进而学习声音三要素;第四课时引导学生在演奏过程中理解乐音、噪音,并推广到声音的应用以及噪声的防止。在整章学完时,学生也就完成了吉他的制作,也掌握了声音的相关知识,将整个“声学”单元的知识整合在一起。在实验或活动视频作业的处理上,教师可以放宽到一周甚至一个月内完成,让学生不断地优化改进,参观研学作业则视情况而定,因地制宜。

二、流程趣味化,玩中学,凸显教育无痕

部分学生对作业有抗拒感,收齐作业成为教师面临的“老大难”问题。玩是孩子的天性,教师可以设置跨学科实践作业,通过玩什么(小制作、科技创新、魔术表演、小实验等)、在哪里玩(参观研学)、怎么玩(将实践作业与书面作业有机结合)三种“玩法”来减轻学生的学业压力。这种实践作业不管成功与否,学生只要参与都会有收获,学生可以总结成功经验或吸取失败教训,物理学科核心素养都能潜移默化地在学生身上得到发展。例如跨学科实践作业“巧妙的灯”(如下页图1所示)让灯泡以卡通形象流浪儿的成长经历统整个电学大单元:它出生就被抛弃在某个角落(奄奄一息,只能发出微弱光芒,涉及简单电路),需要不断寻找食物(如下页图2所示声控辉光球实验了解电的产生),补充能量(如下页图3所示制作各种水果电池),有时也会迷茫

(如图4所示水灯泡发光真的是因为摩擦起电吗?),为了健康进行多项体检(各种电表测电流、电压、消耗电能等),成长过程中它要找伙伴变多(串并联)、锻炼变亮(涉及变阻器、电功率)、化妆变美(多组合、多功能,结合编程),不断探寻身世(如图5所示铅笔芯灯泡的发明过程,涉及焦耳定律)的途中,化身“小飞侠”(如图6所示悬浮飞行发光球),获得成功秘笈(如图7所示制作亮度“渐变眼”)的过程中遇到一个发光二极管,避开“杀手”(安全用电),最终一家团圆,生活变得绚丽多彩(如图8所示)。一系列的趣味实验、小制作、调查报告等实践作业贯穿整个电学大单元,作业环节“看一看”如观看电影般引人入胜,“玩一玩”如游戏闯关般不断突破,“探一探”如破案般抽丝剥茧,“成功秘笈”如仙人指路般指点迷津,“秀一秀”成果展示如魔术表演般不可思议,并且融合信息技术和化学,能够有效地激发学生学习兴趣,契合“立德树人”的育人目标和“五育并举”的时代要求,更能让教学走进生活,让学生向往科技创新,达到教育无痕的目的。

三、作业1+N融合化,突出单元整体性,促进学以致用

传统的作业偏向于以知识点为中心,记知识、套知识、练知识,作业之间互相割裂、缺乏联系,学生难以融会贯通。跨学科实践的目的和难点在于找到一个融合点,然后加以发散,将各个章节相关知识打通整合。例如教师从钻木取火活动中引出多种点火方法;以一次争执“到底是先有马德堡半球实验还是托里拆利实验”探寻一条关于研究大气压的历史脉络;一个灯泡融合整个电学大单元知识;一种“隐身”功能统整光学(光的直线传播——躲在遮挡处隐身,反射——平面镜相同背景隐身,折射——水弹相同折射率、透镜组合隐身)和生物(变色龙——模仿周围环境、迷彩服伪装),最新科研成果量子“隐身衣”的原理等。

在校本课程跨学科实践学习中,笔者对应大单元进行以下作业设计(见表1)。

表1

校本课程		对应大单元
日常生活	舌尖上的物理:自制棉花糖	热学
	人体中的物理	所有内容
	居家小能手:生活技巧	力学
工程技术	物理好声音:自制吉他	声学
	“眼”说家:自制针孔照相机、透镜照相机、显微镜	光学、生物
	小制作:弓箭、投石机、乒乓球机关枪、电磁炮	能量、简单机械、流速与压强、电与磁
	光明使者:神奇的灯	电学
社会发展	飞天计划:火箭(气球火箭、白醋火箭、液氮火箭、水火箭)	能量、化学
	火星登陆:鸡蛋撞地球	压强、能量

“飞天计划——自制火箭”(如下页图9所示)作业把物理知识结合工程技术融于社会发展中,作业即学生学习的导航仪,主角是学生,设计全部围绕学生展开,通过“看一看”中国火箭创设情境,激发民族自豪感,引出火箭为什么能起飞的问题,接着动手“玩一玩”气球火箭,让学生明白“力的作用是相互的”原理。“做一做”引导学生自制水火箭并发射。



图1



图2



图3



图4



图5



图6



图7



图8

“探一探”引导学生探究水火箭飞行距离的影响因素。教师引导学生像科学家一样应用控制变量法去研究。“你敢挑战吗?”鼓励学生上网搜索尝试制作其他火箭:白醋火箭、液氮火箭、带降落伞的多级火箭等。这种作业能为学生提供一个平等、民主、开放的空间,提高学习热情,学生在欢愉的气氛中完成学习任务,接受知识,提高能力。

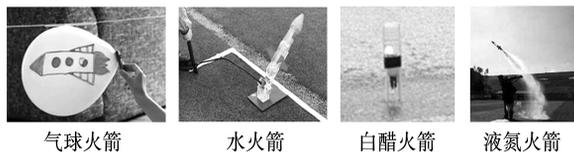


图 9

以上是动手实践作业,教师也可以在其中以成功秘笈等方式渗透书面作业,让学生“知其然且知其所以然”,加深对相关知识的理解。

成功秘笈:火箭是一种依靠火箭发动机喷射工作介质产生的反作用力推动自身前进的飞行器。火箭的飞行原理是它借助了物体的反作用力,就像一只充满气体的气球(如图 10 所示),当它被人从手中放开后,气球内的气体便顺着气球的气嘴喷出,同时气球向前冲去。因此火箭起飞时需要向_____ (选填“上”或“下”)喷射燃料,喷射后火箭向_____ 运动。这是因为_____ (填力学相关知识)。如图 9 所示,这是废弃的饮料瓶制成的水火箭,当用打气筒给密闭的饮料瓶打气时,是通过_____ 的方式使瓶内气体内能增加。同时由于饮料瓶内气压变大,堵在瓶口的橡皮塞脱落,水向后喷出,瓶内空气内能转化为水火箭的_____ 能,火箭向上飞行,水向下喷出而火箭向上运动说明力的作用是_____ 的。飞行过程中,水火箭的惯性_____ (填“变小”“不变”或“变大”)。

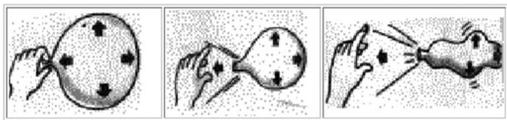


图 10

“居家小能手”作业主要让学生利用多学科知识来解决生活中的同一问题,掌握生活技巧及其原理。例如在“压强单元”知识的统领下以疏通堵塞的马桶为任务展开跨学科实践作业,学生通过上网查阅资料后,除了用马桶刷吸拔子(如图 11 所示)(大气

压)以外,用弹簧搅鞭(如图 12 所示)(固体压强)也可以通过提升水位(液体压强),还可以用适量白醋加上适量的小苏打(化学方法),也可以利用废弃矿泉水瓶和塑料袋制作疏通马桶的工具(如图 13 所示)(结合工程)。学生后来在教师的引导下找到关键部位反水弯(连通器),并且对该模型进行多次实验,不断地实践对比,寻找最佳方案,不但在实践中巩固所学知识,并且在日后生活中也能轻易地解决问题。



图 11



图 12



图 13

跨学科实践活动已经生成情境,便于学生在学习物理单元知识时,能够以某个活动情境为线索,并根据线索从不同角度、不同层面去思考和发现问题,在情境中逐步形成较为完整的认知结构,落实物理学科核心素养的培养。高质量的单元情境主线作业,在大观念和大单元的统领下,有议题、有任务、有物化,能帮助学生更好地学以致用。

四、作业评价增值化,以人为本,促进个性发展

跨学科实践未来能否落实在课堂教学中,评价方案的改革至关重要,增值性评价不以最终结果“论英雄”,更注重学生学习前后的进步,充分发挥评价的激励和发展功能。教师应用“多把尺子”评价不同起点的学生,不同的实践活动采用不同的评价量表,增加学生自评、学生互评、网友点赞等方式实现评价的多元化。在实践过程中,教师与学生交流并对其指导,实现评价的过程化;以实物、板报、视频或 PPT 形式多时空展示,实现评价的可视化和共享化;对照同一份评价量表(见下页表 2)在实践中期和后期进行两次评分,对照分差或根据教师指导和网友点评,学生能及时发现迷思概念、思维漏洞、技能欠缺等问题并不断改进,甚至可以参加各级科创比赛收获荣誉,获得更大范围的点赞认可,既能让作业提交者对学习内容有更深刻的认识,也能令评论者从中学学习到新知识,也可能因此产生兴趣,而投入任务中来,形成良性循环,从而实现评价的增值化。

评一评:“自制水火箭”评价量表(详细版)。

表 2

评价指标 (权重)		评价标准			评价		
		优秀(0.8~1.0)	良好(0.6~0.8)	需努力(0~0.6)	自评	互评	师评
主题确定		作品名称要求符合大赛宗旨,积极向上,不符合者扣5分,作品名称创新性强者额外加5分					
设计制作过程 (30分)	方案构思	能准确地在设计之初寻找出设计制作中的问题,能比较全面地寻找	能在设计之初寻找出部分问题	没有经过研讨就开始制作			
	分工合作	1.组内有明确的分工与合作计划 2.作品的制作是按分工集体合作完成的 3.每个成员既有单独的任务,又能有效合作,在交流和合作中解决问题方面表现较好	1.小组内有分工计划,但不明确 2.作品由一两个成员为主完成 3.小组内有个别成员没有积极参与制作	1.小组内没有明确的分工 2.作品全部由一两个成员完成 3.小组内有成员根本没有参与制作			
	设计草图	制图规范	制图较规范	制图无法体现设计特征			
	过程记录	实验报告认真详细记录每一次优化中的问题和解决方案	实验报告只记录存在问题,无解决方案	实验报告有记录但不明确			
制作作品 (30分)	思想性	设计主题明确,作品名称积极、健康向上	设计主题较明确,作品名称积极、健康向上	设计理念基本明确			
	创造性	1.设计方案形式新颖,非常符合技术原理 2.作品设计具有想象力	1.设计方案表达形式比较新颖,基本符合技术原理但存在一定问题 2.作品设计比较有创意	1.设计方案表达形式无创新点,方式不够新颖 2.作品设计无创新			
	艺术性	1.作品美观、连接处理非常好 2.“水火箭”的机翼设计得非常美观,具有流线型 3.外观设计漂亮,简洁而不失文雅,反映出制作者一定的审美情趣和审美能力	1.作品美观、连接处理较好 2.“水火箭”的机翼设计较美观,流线感不强 3.外观设计漂亮程度一般,简洁而不失文雅,基本反映出制作者一定的审美情趣和审美能力	1.作品美观、连接处理存在一定问题 2.“水火箭”的机翼设计存在问题,整体较厚重 3.外观设计一般,不能反映出制作者一定的审美情趣和审美能力			
	技术性	1.非常符合火箭发射的技术原理 2.工艺流程清晰,连接方式选择正确,连接处质量较高 3.在规定时间内高质量完成作品	1.基本符合火箭发射的技术原理 2.工艺流程清晰度一般,连接处存在问题 3.在规定时间内基本完成,有明显需要优化的地方	1.存在一定问题 2.工艺流程不太清晰,连接不合理 3.在规定时间内没有完成			
比赛过程 (40分)		1.“水火箭”飞行良好,降落的过程中,降落伞打开质量很高 2.飞行距离大于30米 3.比赛过程和结束后,不断探索优化设计作品,详细记录存在问题和解决方案	1.“水火箭”基本可以正常飞行,降落的过程中降落伞无法打开 2.飞行距离在20~30米之间 3.比赛过程和结束后,能做到优化设计作品,但记录不够严谨	1.“水火箭”飞行失败,或降落伞装置无法打开 2.飞行距离小于10米 3.比赛过程和结束后,能做到优化设计作品,但实验报告无记录			

跨学科实践作业就像学习的源头活水,让学生在知识的海洋中尽情遨游,为学生学习增添更多乐趣,也能增加学生对作业的期待。作为物理教师,应该不断开发优秀的基于跨学科实践的大单元作业,摒弃以应试为主要目的的题海作业模式,提供更多实践活动,让学生乐在其中,在实践中学习物理,在实践中解决问题,在实践中发展思维,在实践中发展素养。

参考文献:

- [1] 崔允漭. 学科核心素养呼唤大单元教学设计[J]. 上海教育科研, 2019(4): 1.
- [2] 余文森, 龙安邦. 跨学科主题学习的时间艺术[J]. 福建教育(中学版), 2022(10): 22-26.
- [3] 刘作志, 汤金波. 课程创生: 基于学生自主创新实验的教—学—评[J]. 实验教学与仪器, 2021, 38(6): 3-8.
- [4] 宋定飞. 追求理解: 以“做”为中心的初中物理概念教学[J]. 中学物理, 2022, 40(16): 24-27.
- [5] 孙伟河. 以学科图式为线索的融合式“跨学科教学”

(上接第16页)

参考文献:

- [1] 荆鹏, 侯恕. 初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J]. 物理教师, 2022, 43(10): 32-36.
- [2] National Research Council. A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas [M]. Washington, DC: National Academies Press, 2012: 83-84.
- [3] 万昆, 饶爱京. 促进跨学科学习发生的学习环境设计研究[J]. 教育学术月刊, 2023(3): 91-99.
- [4] A. 焦尔当, 裴新宇. 变构模型: 学习研究的新路径 [M]. 杭零, 译. 北京: 教育科学出版社, 2010.
- [5] 李佩珊, 许良英. 20世纪科学技术简史(第二版) [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [6] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2022年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2022.
- [7] 詹泽慧, 季瑜, 赖雨彤. 新课标导向下跨学科主题学习如何开展: 基本思路与操作模型[J]. 现代远程教育研究, 2023, 35(1): 49-58.
- [8] R A Duschl. The second dimension—crosscutting concepts[J]. Science Teacher, 2012, 79(2): 34-38.
- [9] 李瑞雪, 王健. 美国科学课程中的跨学科概念: 演进、实践及启示[J]. 外国教育研究, 2021(4): 102-117.
- [10] J G Greeno. The situativity of knowing learning, and research[J]. American Psychologist, 1998(1): 5-17.

[J]. 中学物理, 2022, 40(10): 38-42.

【作者简介】 欧旭升(1978-), 男, 广东湛江人, 硕士, 东莞中学松山湖学校, 中学高级教师, 研究方向: 学科教学(初中物理)(广东 东莞 523808); 刘作志(1987-), 男, 山东高密人, 硕士, 高密市崇文中学二级教师, 研究方向: 中学物理实验教学、科学教育信息化(山东 潍坊 261500)。

【原文出处】 摘自《中学物理》(哈尔滨), 2023. 14.7~10

【基金项目】 东莞市基础教育高层次人才2022年度立项课题“基于跨学科实践的初中物理大单元作业设计”(项目编号: 2022GCZX17); 广州市哲学社会科学“十四五”规划2022年度课题“‘双减’背景下的青少年人工智能素养协同培养探索”(项目编号: 2022GZGJ171); 东莞市教育科研课题“核心素养导向下的学校STEM课程开发研究”(项目编号: 2022GH632)。

[11] 刘徽. 真实性问题情境的设计研究[J]. 全球教育展望, 2021(11): 26-44.

[12] 俞丽萍. 基于变构模型的深度学习研究[J]. 中国教育学报, 2015(11): 38-41.

[13] 曹鹭. 有效失败与知识迁移: 理论、机制与原则[J]. 开放教育研究, 2021(3): 4-14.

[14] N Azam, Data privacy ThREAT modelling for autonomous systems: A survey from the GDPR's perspective[J]. IEEE Transactions on Big Data, 2023, 9(2): 388-414.

[15] X Ye, J Huang. A framework for cloud-based smart home[C]//Proceedings of 2011 international conference on computer science and network technology. IEEE, 2011: 894-897.

【作者简介】 侯恕, 东北师范大学物理学院(吉林 长春 130024); 荆鹏, 东北师范大学教育学部(吉林 长春 130024); 刘雨欣, 东北师范大学物理学院(吉林 长春 130024)。

【原文出处】 摘自《物理教师》(苏州), 2023. 10. 33~37

【基金项目】 本文系教育部教育考试院“十四五”专项“基于核心素养的‘教师资格考试’理科教学设计试题的命制与评价跟踪研究”(课题编号: NEEA2021090); 2022年教育部哲学社会科学重大攻关项目“双减背景下基础教育课堂形态及高质量发展研究”(课题批准号: 22JZD047)的阶段性研究成果。