

初中园地

基于项目命题 落实立德树人 考察核心素养 培养关键能力^{*}

——以 2024 年福建中考“项目式试题”为例

任少锋 (厦门市海沧区东孚中学 福建 361000)

摘 要 针对 2024 年福建中考卷的一道“项目式试题”,指出其通过依托我国古代发明设计项目、将项目分解为不同的子任务、运用物理原理指导项目实施,并基于项目产品的不足与改进,落实立德树人根本任务、考察物理学科核心素养、培养学生关键能力。基于我国古代漏刻的演化,提出了对比沉漏以及浮漏、分析刻度是否均匀、结合时代改进产品等项目拓展建议。针对当前的命题趋势,提出强化实验教学、加强实践联系、注重跨学科学习、改进教学方式等教学建议。

关键词 项目式试题 漏刻 核心素养 关键能力

文章编号 1002-0748(2025)9-0034

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

随着项目式学习被越来越广泛地用于中学物理课堂教学^[1],中考试题中也逐渐出现了以项目驱动的“项目式试题”,其根据真实需求设计“项目”,在项目“实施”的过程中设置问题,考查学生的物理学科核心素养,培养学生的关键能力。2024 年福建省中考物理卷的实验题(压轴题)即为一道典型的“项目式试题”。

1 试题原题及背景

1.1 试题原题

例题 (2024 年福建中考物理卷第 28 题)“漏刻”是古代一种滴水计时的工具。项目式学习小组制作了一个漏刻,装置如图 1,播水壶不断滴水,受水壶内由标尺与浮块组成的浮箭上升后,通过指针指向浮箭上标尺的刻度即可读取时间。

(1) 测滴水量:播水壶装满水后,计划用烧杯接取滴水。为了减小误差,测量滴水的质量应选择以下方案中的_____ (填写序号)。

① 先测空烧杯质量,接水后再测滴水和烧杯的总质量。

② 先测滴水和烧杯的

总质量,倒去水后再测烧杯质量。

测得 1 min 滴水的质量为 80 g,则 1 刻钟(15 min)滴水的体积为_____。

(2) 分析测算:圆筒形受水壶内部底面积 600 cm^2 ,浮箭总重 6 N,长方体浮块的底面积 300 cm^2 、高 3 cm。受水壶内无水时,指针对应标尺的位置标记为“←开始滴水”。滴水后,当浮箭刚浮起时,受到的浮力为_____ N,此时受水壶内的水面高度为_____ cm。

(3) 标尺定标:图 2 所示的标尺上每一格表示 1 cm,请在标尺上对应位置标出“←3 刻钟”。

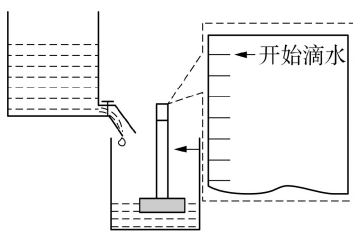


图 2 标尺定标

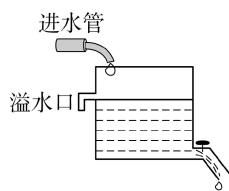


图 3 改进方案

(4) 成品试测:经检测,漏刻每 1 刻钟的实际时间均超出 15 min,发现随着播水壶内水量减少,滴水间隔时间越来越长。为使滴水间隔时间相同,小组讨论后,将滴水装置改进成如图 3 所示,依据的物理知识是_____。

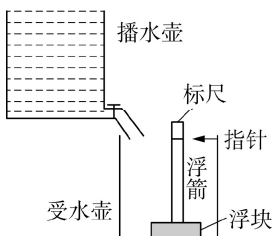


图 1 福建中考题图

^{*} 基金项目:本文系 2022 年福建省中青年教育科研项目(基础教育科研项目)“核心素养视域下初中物理跨学科实践课例研究”(项目编号:JSZJ22040;福建教育学院资助)的研究成果。

1.2 试题背景

漏刻,又称漏壶,是我国古代一种利用漏水来计量时间的装置,具有深厚的历史底蕴。

漏刻的起源可以追溯到新石器时代的早期,当时我国先民已能制作陶器,并观察到陶器漏水与时间流逝的关联。据梁代《漏刻经》记载,“漏刻之作,盖肇于轩辕之日,宣乎夏商之代”,说明早在公元前三四千年的父系氏族公社时期,中华大地就已经出现了漏刻的雏形。随着历史的推进,漏刻逐渐得到完善和发展。东汉以后,我国漏刻的日误差大都在 1 分钟以内,最好的可达 20 秒左右,其计时精确度甚至高于同时期欧洲的机械钟^[2]。图 4 所示是 1976 年我国在内蒙古伊克昭盟发现的西汉铜漏^[3],其精致的做工充分展示了我国古代劳动人民的智慧和当时的科技发展水平。每分每秒、时时刻刻,时间在滴答声中流逝,也将古人的智慧流传至今。

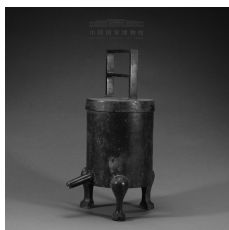


图 4 西汉铜漏

2 试题赏析

2.1 依托我国古代发明设计项目,落实立德树人

漏刻,这一源自我国古代的伟大发明,不仅是时间计量技术的重要里程碑,更是中华民族智慧与创新精神的璀璨结晶。试题以某小组同学“制作了一个漏刻”作为素材和主线,将“如何制成一个漏刻”作为驱动性问题,设计项目流程并考查物理知识。本题不仅能够考查学生对物理知识的掌握程度,更为学生打开了一扇得以窥见我国古代文明的辉煌与智慧的窗口,让学生深刻感受我国古代的科技成就,感受我国古人对自然规律的深刻洞察和巧妙利用。同时,也无形中提醒学生珍惜和传承文化遗产,增强其文化自信,落实立德树人的根本任务。

2.2 将项目分解为不同的子任务,串联不同知识

试题将“制作一个漏刻”项目分解为“测滴水量”“分析测算”“标尺定标”“成品试测”四个子任务。各个子任务对应的具体活动、涉及的物理知识、考查的物理学科核心素养和培养的关键能力如图 5 所示。



图 5 “制作一个漏刻”项目流程

由图 5 可见,试题通过“制作一个漏刻”项目,将液体质量测量时减小误差的方法、密度的计算、物体的浮沉条件、阿基米德原理、液体压强的影响因素等初中物理核心知识点有机串联在一起,综合考查学

生对这些知识的掌握程度和应用水平。

2.3 运用物理原理指导项目实施,考察核心素养

在明确了项目流程之后,本题引导学生运用物理原理指导项目的具体实施。在“测滴水量”环节,需要

利用质量及密度知识选择测量滴水质量的合理方案并计算 15 分钟内漏出水的体积,以此考查科学探究和物理观念素养;在“分析测算”环节,需要利用阿基米德原理等知识计算浮箭在刚浮起时受到的浮力以及此时受水壶中水的深度,以此考查模型建构等科学思维素养;在“标尺定标”环节,需要利用数学知识推导浮箭上浮速度与时间的关系,将时间刻度与水位刻度相对应(见图 2),考查学生科学推理等科学思维素养;在“成品试测”环节,需要利用液体压强规律分析改进方案(见图 3)的物理原理,考查学生科学推理和科学态度与责任等素养。整个过程全方位考查了学生的物理学科核心素养。

2.4 基于项目产品的不足与改进,培养关键能力

物理学科关键能力是学习者在面对与学科相关的生活实践或学习探索问题情境时,高质量地认识问题、分析问题、解决问题所必须具备的能力。教育部考试中心的程力、李勇提出,物理学科关键能力包括理解能力、推理论证能力、模型建构能力、实验探究能力、创新能力等 5 种关键能力^[4]。

本题在项目实施过程中注重培养学生的关键能力(见图 5),在成品试测阶段,对学生关键能力的培养尤为突出。例如,试题明确指出随着水量的减少,滴水间隔越来越长,继而给出改进方案(见图 3)。面对项目产品的真实缺陷,学生需要根据滴水的时间间隔不断变长推理得出滴水时间间隔可能与出水孔的液体压强有关,此过程培养学生对所学知识的理解能力和推理论证能力等关键能力。根据题目给出的改进方案,学生需要分析得出:图 3 中的改进方案之所以可以控制滴水间隔不变,是因为其可以保证漏水壶中液面的高度不变,从而使得出水口压强不变,继而确保滴水时间间隔不变。此过程可以培养学生的推理论证能力和创新能力等关键能力。

3 试题拓展

为了更好地计时,中国历朝历代都有人对漏刻进行改进。总体上,漏刻的发展大致经历了单壶泄水型沉箭漏、双壶受水型浮箭漏以及二级补偿式浮箭漏三个阶段^[5]。笔者认为,在试题变式或将该项目转化为课堂教学时,可基于历史上对漏刻的改进,在此题的基础上进行三点拓展。

(1) 对比沉漏与浮漏,考查实践能力。

历史上,最早的漏刻是单壶泄水型沉箭漏,使用过程中逐渐被改进为双壶受水型浮箭漏。单壶泄水型沉箭漏仅一个漏壶,浮箭置于漏壶中,漏水时浮箭下沉,浮箭的下沉量即可反映时间流逝的多少,其实物图

和原理图如图 6 所示^[6]。用沉箭法观察时刻并不方便,不仅需要用另一个壶收集漏出的水,而且很难改进由于水位下降而漏水不均带来的计时偏差。在实践中,古人想到,如果用一受水壶承接播水壶漏出的水,并在受水壶中放一浮箭,随着受水壶中水位的上升,浮箭露出壶外的部分也会变长,由此就可以直观显示时间流逝的长短,且便于改进滴水时间间隔变长带来的影响。于是,双壶受水型浮箭漏就被发明出来了^[7]。

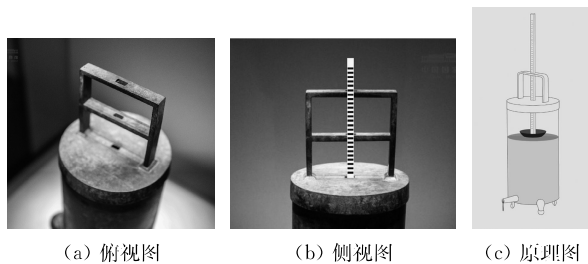


图 6 沉箭漏及其原理

一开始可先让学生自主设计不同形式的漏刻,或给出沉箭漏和浮箭漏两种方案让学生选择。如此,学生就不得不根据实际生活需求和操作的便利性去思考两者在实际使用中的优点和不足,从而培养理论结合实际实践能力。

(2) 分析刻度是否均匀,发展科学推理能力。

首先,可根据生活现象引导学生得出容器的漏水速度与漏水口的压强有关。随后,提出问题:假如漏刻中浮箭上的刻度每一格代表的时间相同,那么刻度是否均匀? 如果不均匀,刻度从上到下会越来越密还是越来越疏?

此问题要求学生结合液体压强变化对漏水速度的影响,推理出浮箭上刻度分布的变化。学生需要分析得出:随着水的不断流出,播水壶中的水面不断降低,出水口处水的压强不断减小,漏水速度会变小,从而导致滴水间隔变长,所以浮箭上的刻度不可能是均匀的,而且随着水位下降漏水会越来越慢,为了时间计量的准确性,刻度从上到下应当逐渐变密。这种设问不仅可以考察学生的推理和分析能力,也为后续的产品改进做铺垫。

(3) 结合时代改进产品,培养创新能力。

浮箭上的刻度变密必然会导致计时精度变差,在古代技术条件下应如何改进呢? 可将这个问题抛给学生。有学生会想到试题中的改进方案(见图 3),但如图 3 所示的改进需要“进水管”流入的流量不小于播水壶漏出的流量,这在古代又如何实现呢? 难道需要工人不停地加水以充当“进水管”吗? 便捷的方法是再加一个漏水更快的补水壶充当“进水管”给播水

壶补水,这就是补偿式浮箭漏,其原理如图 7 所示。图 7 中的漏刻工作时,只有当补水壶中水位下降到一定程度播水壶中水位才会开始下降,播水壶中水位开始下降后才需要人工补水,如此就可“间歇性补水”而非“不间断补水”。如何更好地解放人力、延长人工补水间隔呢?这就需要继续添加补水壶……从而延伸至多级漏刻,如图 8 所示。图 8 中补水壶 2 中的水位下降到一定程度后,补水壶 1 中的水位才开始下降,补水壶 1 中水位下降到一定程度后播水壶中水位才会下降,此时才需要人工补水,如此就延长了人工补水间隔。

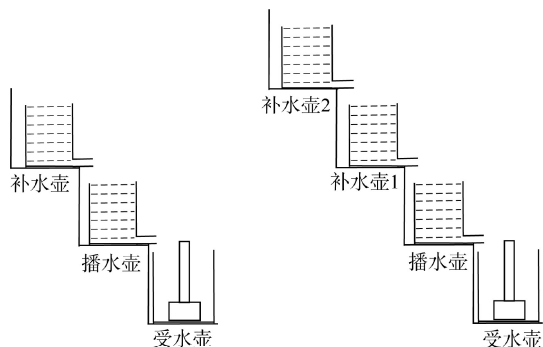


图 7 补偿式浮箭漏原理图

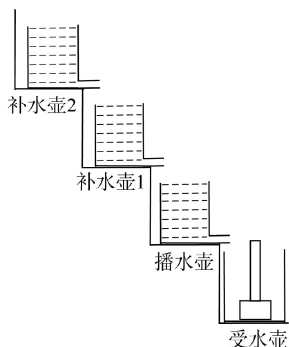


图 8 多级漏刻原理图

事实上,我国古人经过长期探索和实践,已发明了多种多样的补偿式浮箭漏和多级漏壶。现藏于国家博物馆的元代铜壶滴漏(见图 9),就是一个典型的多级漏壶。我国的多级式漏壶在几个世纪的时间里都是世界上最精准的计时工具,后人根据历史记载还原并做了复原实验,发现多级漏壶在理想状态下一昼夜 24 小时的误差不大于 40 秒^[8]。

在改进产品时,可一步步引导学生,最终引导其制作成多级漏刻,然后再展示历史上真实存在的多级漏刻,以激发学生的实践能力和创新能力,同时加深学生对我国古代发明的系统性认识,增强其民族认同感、自豪感和文化自信。

4 教学建议

(1) 重视实验教学,发展探究能力。

在教学中,教师应落实学生分组实验,开足开齐学生分组实验课,让学生在动手实验中提出问题、进行猜想、设计方案、实验探究并解释交流。同时,还可开展丰富多样的实验教学活动,鼓励学生利用课余时间进行课外实验活动,如家庭小实验、科技制作

等,组织学生参加科技竞赛、实验展示等活动,激发他们的学习热情,培养他们的科学探究能力。

(2) 加强实践联系,培养实践能力。

在教学中,可从生活中挖掘物理现象,将抽象的物理知识与学生熟悉的生活实际相结合,让学生在生活情境中发展实践能力。鼓励学生观察生活中的物理现象,如家庭电路、自行车原理等,并用所学知识进行解释。鼓励学生参加课外物理活动和竞赛,如科技制作比赛、物理知识竞赛等,促进其将所学知识用于解决实际问题。

(3) 注重跨学科学习,提升综合能力。

教学中可结合物理学科特点,设计涉及多个学科领域的实践任务。例如,“制作简易太阳能热水器”可以结合物理学、化学和工程学知识;“设计生活中各个场所需要的电路”可以将物理与生活 and 工程结合起来。这些任务能够让学生在解决实际问题的过程中,综合运用多学科知识,提高综合能力。

(4) 改进教学方式,培育创新能力。

可采用启发式、探究式、项目式等教学方式,激发学生的学习兴趣和创新精神。教师可以设计具有挑战性的问题,让学生在解决问题的过程中锻炼他们的逻辑思维和批判性思维以及创新能力。实施基于项目的学习活动,如制作简单的产品、进行小型科学研究等。通过项目式学习,学生可以综合运用所学知识,培养团队协作能力、解决问题的能力 and 创新能力。同时,教师还应完善评价机制,注重过程性评价,注重对学生的实践能力、创新能力等方面的评价,促进学生的全面发展。

参考文献

- [1] 任少铎. 实施跨学科教学促进深度学习提升核心素养——以项目式学习“制作定值电阻”为例[J]. 中学物理教学参考, 2023(7): 37—42.
- [2] 华同旭. 中国漏刻史话[J]. 中国计量, 2003(8): 37—40.
- [3] 董涛. 漏刻与汉代时间观念[J]. 史学月刊, 2021(2): 18—30.
- [4] 程力, 李勇. 基于高考评价体系的物理科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试, 2019(12): 38—44.
- [5] 陈美东. 我国古代漏壶的理论与技术——沈括的《浮漏议》及其他[J]. 自然科学史研究, 1982(1): 21—33.
- [6] 郭启超. 中国古代计时工具——漏刻的工作原理研究[J]. 中学物理教学参考, 2024(4): 55—57.
- [7] 关瑜桢. 中国漏刻的起源及其早期发展[J]. 质量与标准化, 2024(9): 35—38.
- [8] 央视网. 文博日历 | 距离龙年春节还有一个半月没有钟表的时代古人如何计时? [EB/OL]. https://content-static.cctvnews.cctv.com/snow-book/index.html?item_id=16518849532585230800&t=1704883972955&-toc_style_id=feeds_default&-share_to=qq&-track_id=ea083c78-762b-4911-ae7e-1e88d6f31f30. (2024-01-11)[2024-12-12].