

文章编号:1005-4642(2025)08-0053-10



技术赋能物理教学实验探究的设计与探索

——以阿基米德原理为例

基础教育

梁 喆

(淄博市淄川第二中学, 山东 淄博 255100)

摘 要:针对传统实验存在误差大、情境还原不足,难以有效培育学生科学探究能力与核心素养等问题,本文以阿基米德原理为切入点,构建了“三线融合”的教学模型,形成了“实验探究—知识迁移—社会应用”闭环,以技术升级提升精度与情境还原,连接物理原理与习题应用,探索物理规律在实际问题中的应用.该模型有效弥合了物理原理与真实问题的鸿沟,实现了知识内化与核心素养落地的双重目标.

关键词:技术赋能物理;物理教学;实验探究;阿基米德原理

中图分类号:G633.7

文献标识码:B

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2025.08.009

2025 年 1 月,中共中央、国务院印发的《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》指出,要强化学校教育主阵地作用,全面提升课堂教学水平,加强科学教育,着力加强创新能力培养与核心素养培育^[1].《义务教育物理课程标准》(2022 年版)(以下简称“新课标”)新增的“实验探究”部分包含测量类和探究类学生必做实验,旨在体现物理课程实践性特点,培养学生发现问题、提出问题、动手操作、收集数据、分析处理数据、解释表达交流等方面的能力,靶向问题、证据、解释、交流等科学探究要素^[2].

物理教学以实验探究为显著特色,但亟待解决在科学探究中面临的诸如问题不清、证据不足、解释不恰、交流不畅等问题,以实现对学物理核心素养的培育.2025 年 1 月,教育部办公厅印发的《中小学科学教育工作指南》指出,要利用智能装备为科学教学创设沉浸式学习环境,将数字技术引入实验操作,提高实验考查的可行性和有效性^[3].为落实立德树人根本任务,让学生具备适应未来社会发展的必备品格和关键能力,研究以技术赋能物理教学实验探究的设计与探索尤为重要.

1 新课标理念引领新教材亮点优势深度解析

新教材以实验创新、跨学科实践、素养导向与文化浸润为核心亮点,构建了“情境创设、实验设计、认知路径、文化联结”的立体化教学体系,既遵循了物理学科本质,又回应了时代育人需求,为培养创新型、综合型人才提供了优质载体^[4].当前,初中物理教材在浮力单元的技术融合呈现明显梯度,例如理想的阿基米德原理教学借鉴了“传感器+跨学科实践”模式^[5],融合了科学的适配理念和低成本的创新策略,构建了技术工具赋能探究深度,工程实践驱动原理迁移的范式,在精确测量与创新应用的双重维度上实现了技术赋能的价值最大化.

不同版本的物理教科书中“阿基米德原理”的设计侧重点和特点有所不同.不同教材通过主题、情境、图示、实例、实验和问题,以不同的设计主线为学生提供了多元化的学习路径,以满足教材编写者对学生能力培养的不同理解和需求(见表 1).师生则根据教学需求和学习风格选择教材,以促进深度学习的发生.

收稿日期:2025-05-13;**修改日期:**2025-06-17

基金项目:山东省淄博市淄川区教育科学“十四五”规划 2024 年度立项重点课题(No. 2024ZCZD03);山东省淄博市教育科学“十四五”规划 2025 年度立项课题(No. 2025ZJY035);山东省教育科学“十三五”规划 2020 年度立项课题(No. 2020ZC074)

作者简介:梁 喆(1986—),男,山东淄博人,淄博市淄川第二中学一级教师,学士,主要从事物理教学工作. E-mail: liangzhe2007@163.com

表 1 不同版本的物理教材(2024 年版)中浮力单元的对比

版本	浮力单元教学主线	阿基米德原理的设计	素养提升路径	教材设计亮点和优势	最终实现结果
鲁科版	认识浮力——浮力产生原因——探究浮力大小与哪些因素有关——探究 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{排}}$ 的关系——阿基米德原理——浮沉条件	以阿基米德的灵感启示,引导学生探究 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{排}}$ 的关系,再在习题实验化中加强概念.	根据探究目的,设计实验方案.教材提供了 1 种方案,与同学交流探讨其他实验方案.	观察与实验中的操作更为清晰,以实例解释浮力原理,帮助学生理解和应用.	通过实际应用问题,鼓励将原理应用到实际生活中,培养学生的实践能力.
人教版	压力——上下表面压力差——浮力——影响浮力大小的因素——阿基米德原理——浮沉条件——跨学科:微型密度计	给出阿基米德原理,引导学生测量不同液体中的 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{排}}$,通过数据验证阿基米德原理.	实验经历的“制定方案——收集证据——分析论证”等步骤,是科学探究的关键环节.	给出阿基米德原理的规律后,学生通过探究实验的数据加以验证,前后呼应.	通过生活化实验,引导学生理解原理,鼓励学生推理和解决问题,适用条件延伸到气体.
沪科版	认识浮力——影响浮力大小的因素——阿基米德原理——物体浮与沉——调研相关应用	探究 $F_{\text{浮}}$ 与 $V_{\text{排}}$ 及 $\rho_{\text{液}}$ 的关系,并比较 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$.	体会浮力实验设计的巧妙与精彩,感受阿基米德的求索精神.	从实验中提炼原理规律,单元的整体感强,关联密切,层层进阶.	结合理论和实际应用,加深学生对知识的理解.
北师大版	用古诗引出浮力——探究浮力成因——影响浮力的因素——验证阿基米德原理——浮沉条件.	探究浮力的影响因素,验证 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 的关系.	“制定方案——收集证据——分析与论证”的探究过程科学规范.	让学生通过实验探究得出物理规律,学生掌握程度更高,易于理解.	验证实验中,使用了 3 种液体,排除了偶然性,实验效果更佳.
教科版	在流体中的运动——认识浮力——科学探究:浮力的大小——沉与浮——跨学科实践:潜艇.	实验探究影响浮力的因素后,再通过实验研究 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 的关系.	探究过程层层递进,科学探究步骤要素全面、规范、合理.	通过探究性学习,引导学生自主探索 and 发现,培养学生的创新能力.	设计了系列探究任务,通过弹簧测力计和力传感器,实现数据分析.
粤教版	浮力——讨论浮力产生原因——决定浮力大小因素——探究浮力大小——让鸡蛋像潜艇浮沉	曹冲称象启示,到相同的吃水深度,实验探究 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 的关系.	设疑后猜想,物理课堂的科学探究更有乐趣,增强参与程度.	以活动设计实验和观察,让学生参与,培养实践能力和观察力.	通过实验让学生体会探究的乐趣,以船等生活应用拓展知识,并延伸至气体.
苏科版	认识浮力——破解沉底物受浮力的难题——探究影响浮力的因素—— $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 关系——浮与沉	以学生实验,探究影响浮力大小的因素,引转到阿基米德原理.	猜一猜、做一做等活动丰富,科学探究步骤严谨合理,扩展适用条件.	注重生活化探索,重视原理与实际应用,强化学生的理解和应用.	用精选的问题链和习题串,激发学生的思考和探索.

1.1 情境创设从单一现象罗列到生活技术的融合探究

新教材均以实验探究为核心,突破传统对浮力现象的简单枚举,抓住了技术赋能的契合点,如传感器和生活化实验器材的引入,既能提升实验效率,又能将抽象原理具象化,支撑起探究链落地的核心,实现从定性感知到定量分析、从静态观察

到动态建模的关键跃迁.技术赋能实验教学的科学性与严谨性,实现了“技术—实验—素养”三位一体的教学闭环.

1.2 实验设计从验证性操作到开放性技术的赋能探究

传统实验主要以验证结论为目的,步骤固化,新教材实验设计预留技术接口,如用 Phyphox 力

传感器替代测力计方案,强调多方案对比(传统工具 vs 数字工具)和误差分析(如讨论测力计读数难点)。技术工具及其平台直接解决传统实验痛点(读数不稳定、数据处理低效),并拓展探究深度(如实时绘制曲线、多变量关联分析),实现从“按步骤操作”到“自主设计优化”的转变。

1.3 认知路径从结论灌输到技术支撑的建模思维进阶

传统教材呈现“定理—例题”线性结构,新教材通过“猜想(下沉物体是否受浮力)→方案设计(如何测 $G_{\text{排}}$)→矛盾点挖掘($V_{\text{排}}$ 与 $V_{\text{物}}$ 的关系)→技术辅助归纳(数据拟合)→反例论证(沉底物体)”重构认知路径。数据的可视与拟合是支撑学生经历完整科学建模过程的核心,将抽象的 $G_{\text{排}}$ 转化为可测量、可关联、可验证的数据模型,突破“公式记忆”的浅层学习。

1.4 文化联结从史实点缀到古今智慧对话

新教材巧妙融合传统文化与现代科学,提升了学生的学习内驱力,将科学史从趣闻轶事升级为贯穿古今的工程思维载体,如从曹冲称象到万吨货轮结构设计,揭示了原理的技术演化脉络。

调研航海史关联科技使命,通过文化浸润增强学科认同感,使抽象的文化联结具象化、可交互,让学生在“设计—测试—优化”的现代工程实践中,深度理解原理的跨时代价值。

2 技术赋能三线融合实验探究路径

科学探究的实践是运用科学探究理论指导探究实践,再运用科学探究实践验证科学探究理论^[6]。新课标明确提出灵活运用多种教学方式发挥物理教学独特的育人功能^[2]。在“做中学、用中学”活动中,建构“实验创新进阶线→物理核心素养线→迁移应用拓展线”的递进关系。研究浮力单元发现阿基米德原理的理解对学生仍较困难,从实验探究入手^[7],尝试从传统实验到数字实验的设计,从物理原理到物理习题的实验,从物理规律到拓展应用的探索,建构技术赋能物理实验探究的三线模型(见图1),靶向节点(如创新实验、项目任务、生活应用)表征技术赋能下实验探究的进阶路径,最终形成“实验教学—知识迁移—价值拓展”的闭环体系,强化巩固阿基米德原理的学习和知识掌握。

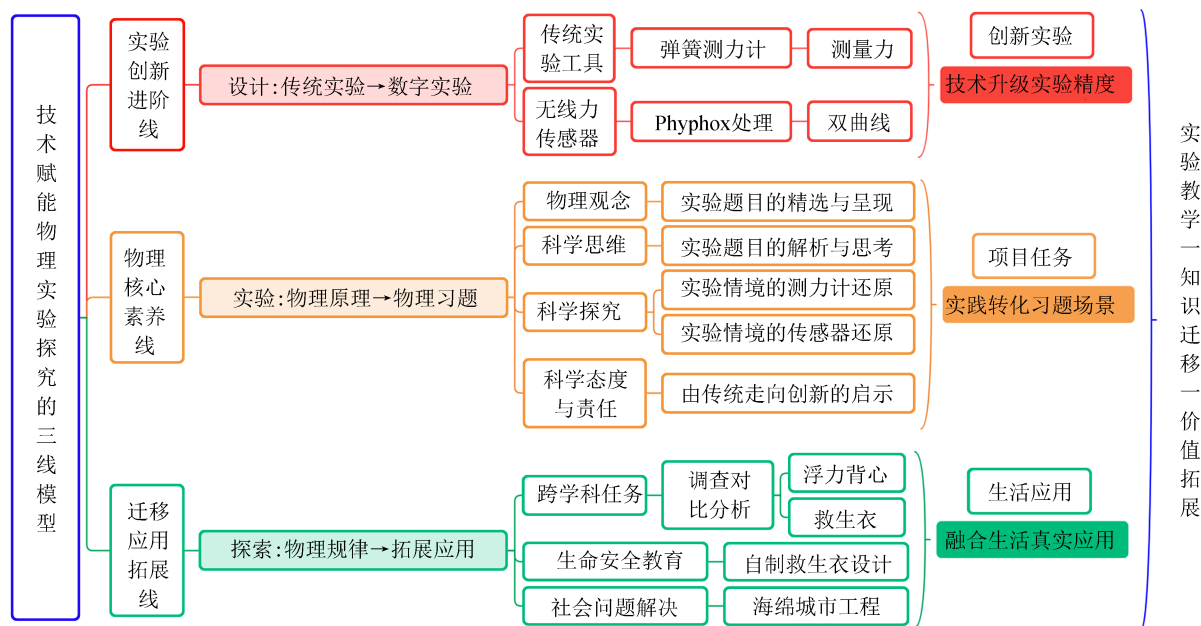


图1 技术赋能物理实验探究的三线模型

2.1 技术升级提升实验精度,数据驱动深化原理内化

此主线以“传统实验→数字实验”为核心,通过技术工具革新实验方式,提升数据精度与直观

性。传统实验中,弹簧测力计、溢水杯等工具虽能验证阿基米德原理,但存在人为误差大、动态过程难以捕捉等局限。“称重法测浮力”时需多次手动记录数据^[8],而数字实验引入 Phyphox 后,可实

时采集浮力与排液重力的数据,实现“双线”动态可视,直观理解 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$ 的定量关系.同时,借鉴北师大版的液体验证设计^[9],排除实验偶然性,强化结论可信度.技术赋能不仅提升了实验效率,更通过数据动态交互(如还原实验情境),将抽象的公式和规律转化为具象物理现象,帮助学生突破机械记忆困境,真正内化原理本质.

2.2 实践转化突破习题瓶颈,分层探究驱动能力进阶

此主线以“物理原理→物理习题”为纽带,通过实验任务驱动知识迁移,破解学生认知难点.传统习题教学常停留于公式套用,学生难以理解浮力的实际意义.三线模型中将习题转化为可操作的实验任务,如“阿基米德原理的习题化验证”实验前后,弹簧测力计示数恢复到最初值.设计采用分层进阶策略,从基础验证(如测 $F_{\text{浮}}$ 与 $V_{\text{排}}$ 关系)到复杂应用(如结合习题实验优化设计),逐步提升思维难度.融合阿基米德原理的习题还原任务,引导学生结合浮力知识解决问题,以实践强化逻辑推理能力,激发主动探究意识,使学生在实验与习题融合中掌握知识迁移的核心方法.

2.3 融合生活彰显应用价值,创新实践培育核心素养

此主线以“物理规律→拓展应用”为延伸,通

过真实问题与跨学科实践深化科学价值认知.教材设计跳出单一学科框架,将阿基米德原理与工程、环境、社会需求相结合.教科版“潜艇浮沉”任务需综合流体力学与机械控制知识^[10];沪科版“造船与航海调研”关联历史科技发展^[11],引导学生思考浮力对国家海洋战略的意义.同时,任务设计强调创新性与社会责任感,如“自制救生衣”需权衡材料成本与安全性能,海绵城市工程需分析浮力在雨洪管理中的作用.此类实践不仅能培养学生的工程思维,更通过解决真实问题,让学生感悟科学的社会价值,形成“知识—责任—创新”的完整认知链条,塑造学生科技报国的使命感.

3 阿基米德原理深度教学设计实践

基于技术与物理教学融合的视角,通过系列实验、问题和探究活动,将理论知识与实际应用相结合,旨在激发学生的兴趣,培养学生的观察能力、实验能力、逻辑思维和问题解决能力.这种综合教学方法使学生能够从实践中更好地理解和应用阿基米德原理,加深对物理学的认识.“阿基米德原理”的设计基于新课标(见图2),并借鉴了不同版本教材的优势做法,让学生经历与科学家相似的探究过程,体会自主实验与获取知识的乐趣,从而培养学生的科学探究能力.

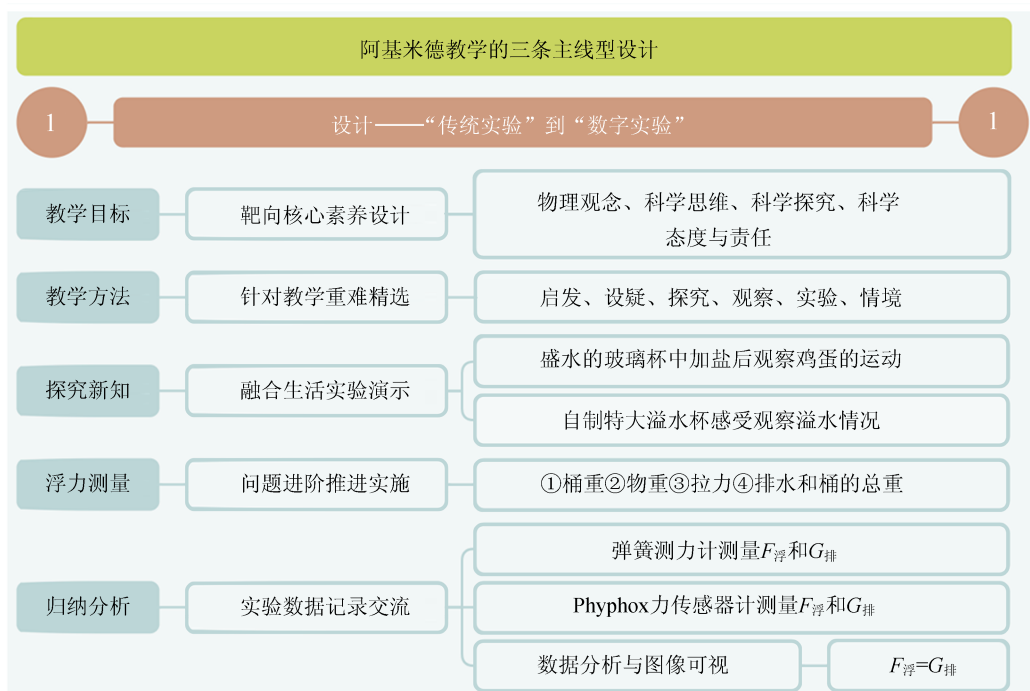


图2 从传统实验到数字实验的设计图

3.1 素养导向锚定教学目标

依托新课标,培养学生设计和动手实验、观察和分析实验现象、概括和总结实验结论,以及探究物理规律的能力.通过边学边做的探究性学习,

增强学生的学习兴趣,培养学生实事求是的科学态度和良好的学习合作习惯.基于对学生核心素养的培养理念设计教学目标(表 2),让学生形成物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任.

表 2 基于新课程标准核心素养的教学目标设置

核心素养层面	教学目标
物理观念	掌握阿基米德原理.
科学思维	利用所学知识优化阿基米德原理实验,掌握控制变量法、等效法等物理思维.
科学探究	经历探究阿基米德原理的实验过程,进一步练习使用弹簧测力计测浮力.
科学态度与责任	通过阿基米德原理的探究活动,体会科学探究的乐趣并增强交流合作的能力.
关联核心素养制定学习目标	1)知道浮力大小与哪些因素有关. 2)经历浮力大小与哪些因素有关的探究过程,在活动中能大胆提出自己的猜想,能实事求是地记录数据,根据收集的数据提出自己的见解,善于同他人交流. 3)知道阿基米德原理的内容、公式和适用条件,能应用阿基米德原理计算浮力和解决简单问题. 4)学习阿基米德善于观察思考的精神,养成乐于观察、善于动脑的习惯.

3.2 技术融合突破教学重难点

阿基米德原理的重点是其内容、公式和适用条件,能用其计算浮力和解决简单问题;难点是探索阿基米德原理的实验设计及操作过程,以及对阿基米德原理的理解和应用.

根据新课标的要求,以知识和技能为载体,让学生经历科学探究过程,理解交流与合作的意义.教学过程中,结合启发、设疑和科学探究等要素,采用以演示、理论讲解为辅的探究法、观察法和实验法,引导学生分析讨论数据结论,使用传统实验与数字化实验,让学生在自主探究中体会情境化教学,激发学生的学习兴趣,实现“做中学、用中学”的实践效果.

3.3 生活实验直观感知

阿基米德测量王冠体积的故事,为比较物体浸入(排开)液体的体积埋下伏笔.组织生活实验,将鸡蛋放入水中,然后加盐,观察鸡蛋的运动(见图 3),让学生思考鸡蛋浮起的原因,进而思考加入盐的作用.同时,将易拉罐缓慢压入装满水的水杯中,让学生观察水的溢出量,分析手的受力情况(见图 4).根据观察到的现象,让学生梳理:物体在水中的浮力与液体密度的关系;易拉罐受到的浮力与排出水的体积的关系.通过实验进一步验证 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 和 $V_{\text{排}}$ 的关系.然后,教师再引导学生将影响浮力大小的 2 个因素 $\rho_{\text{液}}$ 和 $V_{\text{排}}$ 转移到 $G_{\text{排}}$.



图 3 鸡蛋在盐水中运动



图 4 $F_{\text{浮}}$ 与 $V_{\text{排}}$ 的关系

3.4 问题进阶驱动浮力测量

建立起 $F_{\text{浮}}$ 与 $m_{\text{排}}$ 有关后,自然过度到 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 有关,然后用实验研究 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 的关系.设计测量浮力的实验活动时,首先需让学生明确 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{排}}$ 的定性关系,然后制定实验测量方案.使用 2 个弹簧测力计设计分组实验,同时为数据双显示做好铺垫:

- 1)测出小桶所受的重力;
- 2)测出物体所受的重力;
- 3)将物体浸入水中,测出物体所受的拉力,并收集物体排开的水;
- 4)测出被排开的水和小桶的重力.

重复以上测量步骤,将步骤 1)和步骤 2)中的弹簧测力计换成力传感器 1 和力传感器 2 进行测量,实验中 2 个力传感器用 Phyphox 采集处理数据,实时呈现测量曲线,同时读取并记录相对应的数据(见图 5).

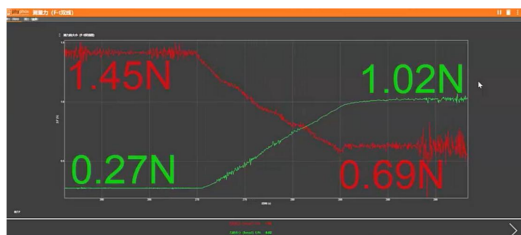


图5 Phyphox呈现力的变化和数值

3.5 数据智能深化交流理解

学生完成实验后,将实验数据记录在表3中.展示并分析各实验小组的实验数据,可以发现实验数据存在误差,分析产生误差的可能原因为:烧

表3 探究物体所受浮力大小的数据记录表

测量方法	$G_{桶}/N$	$G_{物}/N$	$F_{拉}/N$	$(G_{桶}+G_{排})/N$	$F_{浮}/N$	$G_{排}/N$
弹簧测力计	0.20	1.20	0.40	1.00	0.80	0.80
双力传感器	0.27	1.45	0.69	1.02	0.76	0.75

4 习题实验化情境还原深度教学重构

物理教学注重培养学生的物理关键能力,对比习题与原始物理问题,围绕问题设置与解决路径,以习题的深度分析与实验情境还原,让学生在真实情境中运用物理知识和科学方法识别和解决问题^[12]. 心理学家西蒙提出的规范理论阐明,解决问题的认知驱动模式有数据驱动和概念驱动2种,前者经历自下而上的“数据收集——材料分析——找出规律——解释规律”过程,科学研究将观察和发现科学事实作为出发点;后者经历自上而下的“提出假设——预测评估——理论检验”过程,科学研究将科学理论与经验事实的矛盾和科学理论本身的矛盾作为出发点^[13]. 针对阿基米德原理习题的深度分析与实验情境还原,加强学生理解.

以淄川区八年级下册的期末检测题为例:

在探究“浮力大小与哪些因素有关”的实验中,小明同学设计了如下步骤(见图6):

步骤甲:如图6甲所示,将小桶A和物体用细线依次连接,挂在弹簧测力计下,弹簧测力计示数为 F_1 ;

步骤乙:如图6乙所示,小桶A与小桶B完全相同,仅将物体完全浸没入装满水的溢水杯中,

杯里的水从杯外壁少量流出,小桶里的水未倒干净,力传感器数据采集波动,等等.比较 $F_{浮}$ 和 $G_{排}$ 的关系,归纳结论:物体受到的浮力等于排开液体的重力.进而转到阿基米德原理:浸入液体里的物体受到向上的浮力,浮力的大小等于它排开的液体受到的重力,表达式: $F_{浮}=G_{排}$,推导式: $F_{浮}=G_{排}=m_{排}g=\rho_{液}gV_{排}$. 强调:

1)各物理量必须是国际单位.

2) $\rho_{液}$ 是指液体的密度,与物体的密度无关.

3) $V_{排}$ 是指排开液体的体积.物体浸没时: $V_{排}=V_{物}$,物体部分浸没时: $V_{排}<V_{物}$.

4)阿基米德原理也适用于气体.

弹簧测力计示数为 F_2 ;

步骤丙:如图6丙所示,保持仅物体完全浸没,将小桶B中的水全倒入小桶A中,此时弹簧测力计示数为 F_3 .

(1)物体所受浮力的表达式为_____;根据实验数据若表达式_____关系成立,则证明阿基米德原理成立(均用步骤中的量表达).

(2)小明按照以上步骤多次实验,发现数值 F_3 每次都偏小,你认为可能的原因是:_____.

(3)某次实验中测得 $F_1=5.2\text{ N}$, $F_2=3.2\text{ N}$.小明将溢水杯的水中换为其他液体,重复步骤乙,测得 $F_2'=3\text{ N}$,说明浮力大小与_____有关;这种液体的密度为_____ kg/m^3 .

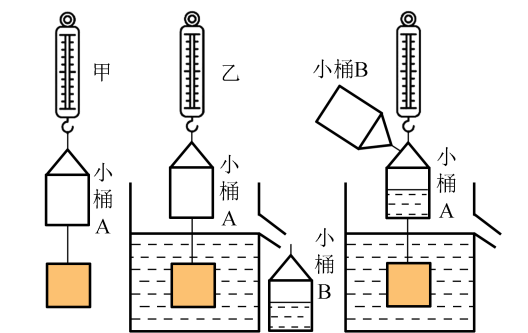


图6 习题配图中甲乙丙3个步骤

答案:(1) $F_1 - F_2, F_1 = F_3$; (2)小桶 B 中水在杯壁上有残留; (3)密度, 1.1×10^3 .

本题是对浮力单元知识点的综合应用, 涉及阿基米德原理、称重法测浮力. 首先, 对物体做受力分析, 将小桶 A 和物块看作整体, 根据二力平衡: 甲图中弹簧测力计的示数 $F_1 = G_{\text{总}}$, 其中 $G_{\text{总}} = G_{\text{桶A}} + G_{\text{物块}}$; 乙图中物块浸没在水中受到了浮力, 此时弹簧测力计的示数 $F_2 + F_{\text{浮}} = G_{\text{总}}$, $G_{\text{排}} = F_1 - F_2$; 丙图中的 $F_3 = F_2 + G_{\text{排}} = G_{\text{总}} - F_{\text{浮}} + G_{\text{排}} = G_{\text{总}} = F_1$. 该题小桶 B 的创新使用, 改变了 $G_{\text{排}}$ 的处理方式, 这样设计的目的是让 F_3 回到 F_1 , 让学生更容易理解 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$ 的情形, 但经过误差分析, 存在小桶 B 的桶壁残留液体致 $F_1 > F_3$ 的情况, 考虑残留量小与设备精度情况, 可忽略残留问题对实验的影响.

4.1 测力计具象化传统实验, 溯源科学本质

实验既能在科学研究中发挥重要作用, 又是解决问题的有力工具^[14], 利用实验还原题目情境, 学生能更清晰地理清实验中的变化关系, 促进对阿基米德原理的深度理解.

实验从甲到乙是称重法测浮力, 容易理解, 但从乙到丙将小桶 B 的水加入小桶 A, 弹簧测力计示数恢复到初始值 F_1 , 需要结合受力分析进行阐释, 难度较大. 习题实验化还原了本题目的情境, 学生直观看到排出的水加入这个系统后让测力计示数恢复, 意在指明 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$ 的关系.

实验时, 使用弹簧测力计和阿基米德原理演示器进行探索(见图 7), 经过甲乙丙 3 步后分别记录数据: $F_1 = 1.5 \text{ N}$, $F_2 = 0.7 \text{ N}$, $F_3 = 1.5 \text{ N}$, 经分析, 很容易得出 $F_{\text{浮}} = F_1 - F_2 = 0.8 \text{ N}$, 证实了 $F_1 = F_3$, 即证实了阿基米德原理.

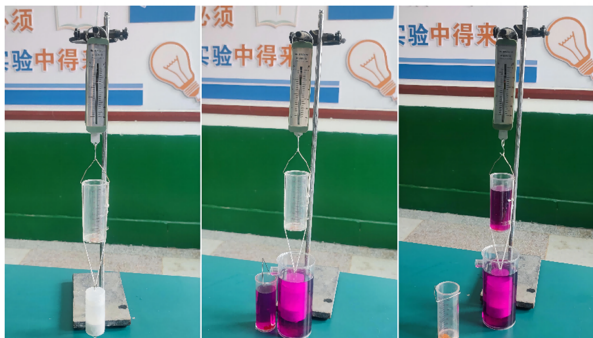


图 7 用弹簧测力计还原实验图

4.2 传感器动态建模核心规律, 建构科学模型

利用实验比较变量是生活中常用的方式, 特别是在观察力的变化时, 弹簧测力计的示数变化过程难以记录, 学生对前后 2 个力相等 ($F_1 = F_3$) 的由来存在疑惑.

引入力传感器测量并采集数据(见图 8), 通过 Phyphox 呈现数据的变化曲线(见图 9), 一定程度上让学生直观感受到了 $F_1 = F_3$, 重复实验中的步骤甲、乙、丙, 点击 Phyphox 里面的曲线, 选取数据, 观察到: $F_1 = 1.69 \text{ N}$, $F_2 = 0.9 \text{ N}$, $F_3 = 1.69 \text{ N}$. 所测浮力 $F_{\text{浮}} = F_1 - F_2 = 0.79 \text{ N}$, 同样满足 4.1 中的实验结果, 因此再次证实了阿基米德原理.

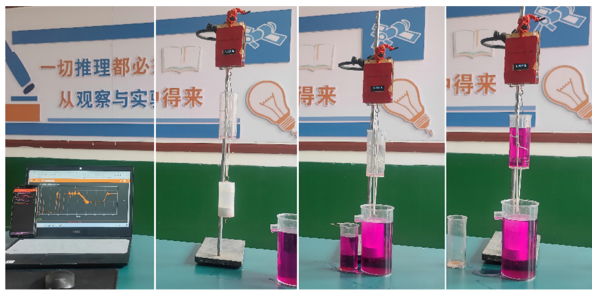


图 8 力传感器还原实验图

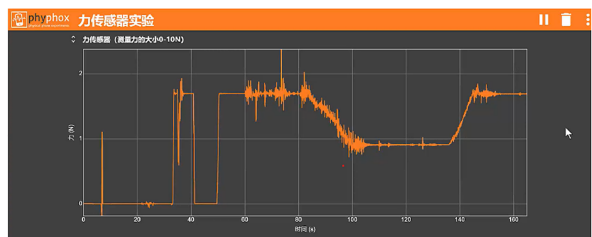


图 9 Phyphox 力传感器的数据采集及可视化呈现

4.3 思维延伸实践技术探索, 智慧创新启示

实验由传统走向创新, 启示师生利用实验释疑, 将疑问转化为可探究的科学问题, 通过具体的实验操作、现象观察、数据记录, 然后通过分析数据得出结论. 教学过程通过对比测力计和传感器的实验过程, 让学生观察分析测力计指针恢复到原位, 以及 Phyphox 呈现的曲线变化(不变—减小—不变—增大—恢复)(见图 9), 这种复刻力的恢复过程让学生从浅层观察转向深度思考, 理清了阿基米德原理中的各种关系.

5 跨学科实践任务靶向探索拓展

跨学科实践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,基于生命安全教育考虑,设置从物理规律到拓展应用的跨学科实践探索(见图 10)。制定“浮力背心设计”的任务,研究自制救生衣的浮力安全性,让学生发现生

活中的安全问题,提出解决方案,利用所学知识分析原理、绘图设计、选材制作,思考并践行安全与健康理念^[15]。引导学生分析阿基米德原理在安全防护中的应用,针对夏季暴雨极端天气给人们带来的危害,关注城市排水能力不足易产生溺水风险,关联海绵城市雨污分流工程,了解浮力对排水系统的影响。

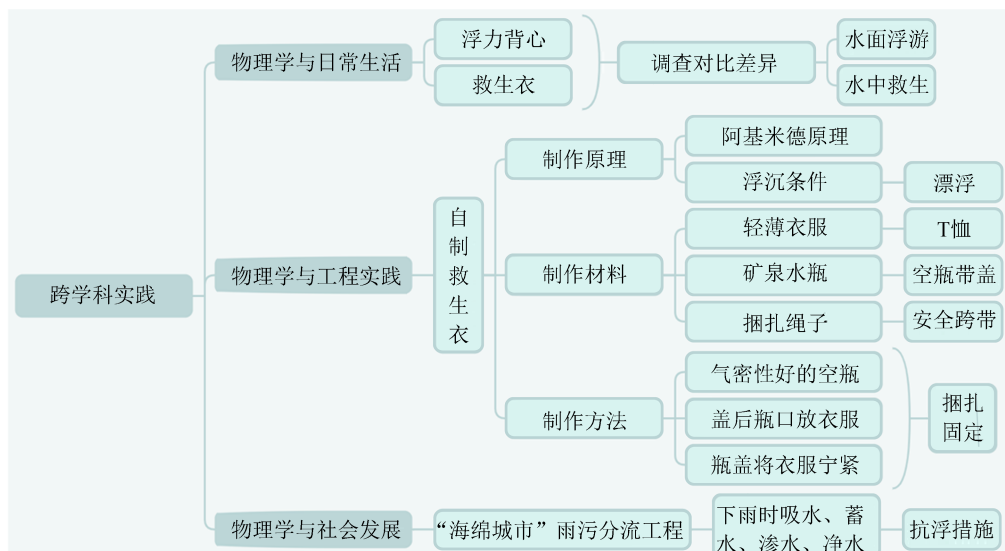


图 10 阿基米德原理的 3 条主线设计

5.1 浮力应用安全防护实践

在跨学科实践的日常生活主题中,以生活问题为靶点,针对夏季暴雨中人员溺水的安全隐患问题,设计“救生衣功能探究”的实验任务,让学生通过提出问题,对比调查市售浮力背心与救生衣的差异(见表 4),思考救生衣如何通过浮力分布保障人体仰浮。

表 4 浮力背心与救生衣的调查对比

名称	功能	结构	规范要求
浮力背心	水面浮游	体前浮力物小 体后浮力物大	无安全跨带 辅助游泳使用
救生衣	水中救生	体前浮力物大 体后浮力物小 颈部有浮力作用 支撑(面朝上)	系紧胸腰卡扣 固定安全跨带 找到救生哨

1) 定量分析。用矿泉水瓶模拟体前或体后的浮力物分布,结合力矩平衡,理清浮力对人体姿态的作用;

2) 情境模拟。自制救生衣方案,验证“体前浮力大→重心后移→仰面浮起”的浮力原理,将物理规律转化为安全防护方案,培养学生利用跨学科知识解决实际问题的能力^[16],形成技术服务于生命安全的责任意识,体现物理学与日常生活的深度联结。

5.2 原理物化产品制作创新

落实自制救生衣(见图 11)的任务,将物理原理转化为实用产品,是跨学科靶向实验的典型范例。围绕工程需求设计递进式实验链,以质量为 60 kg 的人为例,人体平均密度约 985 kg/m^3 ,溺水时至少需保证头部(占身体 10%)露出水面,推导救生衣需提供的最小浮力 $F_{\text{浮瓶}} = G_{\text{人}} - F_{\text{浮人}} \approx 51.8 \text{ N}$,估算 596 mL 矿泉水瓶提供的浮力约为 5.8 N,经计算约需 9 个空矿泉水瓶。利用暴雨天情境中的安全问题,用 T 恤、矿泉水瓶和绳子自制救生衣,增强学生安全防范意识,发展学生的核心素养。该项目经实验验证与迭代优化,将胸前密集捆扎 6 个水瓶,颈背部捆扎 2 个水瓶,检测瓶身气密性以提升有效浮力,融合劳动绳结技术、美

术设计完成产品制作,体现“玩中学、做中学、用中学、创中学”理念。



(a)常见救生衣

(b)自制救生衣

图 11 常见救生衣与自制救生衣

5.3 规律外延城市治理探究

通过社会问题驱动实验,将物理规律上升为公共安全解决方案,强化科学态度与责任。聚焦海绵城市雨污分流工程,浮力原理间接影响海绵城市的设计或运行,设计中需结合水文计算,评估浮力风险并优化埋深或加固措施^[17],选择抗浮性强的材料,通过设置排水层、防渗膜等分层结构,减少浮力对表层的直接影响。暴雨时,地下储水设施面临短时高水位压力,浮力可致井盖、阀门等设施被顶起,设计中需预留泄压通道或动态监测系统。通过了解本区海绵城市建设中的雨水处理机制,走访居住地附近的雨污分流工程,提高团队协作能力,促进学生必备品格和关键能力提升。

6 结束语

随着数字化技术的不断发展,物理教学更加注重实践性和个性化,提供了更多拓展和深化的学习机会。从实验探究方面,审视技术赋能物理教学并与之深度融合的实践;从核心素养层面,监测学生知识习得与习题化实验助力的探索;从跨学科实践,生成以生活化情境融入问题解决的范式。本文以阿基米德情境三线模型的探究教学模式,让学生参与实验设计、观察实验现象、还原物理情境,加深学生对物理原理的理解,激发其对物理的学习兴趣,既展示了数字化技术在物理教学中的巨大潜力,也强化了传统实验的重要意义。

参考文献:

[1] 中共中央、国务院. 教育强国建设规划纲要(2024-

2035年)[EB/OL]. (2025-01-19)[2025-03-13]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html.

- [2] 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.
- [3] 教育部办公厅. 中小学科学教育工作指南[EB/OL]. (2025-01-16)[2025-03-13]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202501/t20250122_1176589.html.
- [4] 廖雅琴,李钢. 湖南科技学院:深挖地方文化资源探索“三三三”文化育人模式[N]. 光明日报,2025-08-30(04).
- [5] 林军. 深度学习理念下实施物理模型建构的创新实验设计:以“阿基米德原理”的数字化教学为例[J]. 中学物理,2021,39(4):62-65.
- [6] 邢红军,王宇鹏,程柏. 论科学探究的构成要素及其对科学教育的启示[J]. 物理教师,2024,45(10):2-8,17.
- [7] 乔通. 对“阿基米德原理”教学逻辑的思考:基于单元教学设计的视角[J]. 物理教学,2022,44(10):33-36.
- [8] 山东科学技术出版社,人民教育出版社. 义务教育教科书(五四学制)物理八年级下册[M]. 济南:山东科学技术出版社,2024:64-80.
- [9] 北京教育科学研究院. 义务教育教科书物理八年级全一册[M]. 北京:北京师范大学出版社,2024:237-241.
- [10] 教育科学出版社. 义务教育教科书物理八年级下册[M]. 北京:教育科学出版社,2024:68-75.
- [11] 上海科学技术出版社,广东教育出版社. 义务教育教科书物理八年级下册[M]. 上海:上海科学技术出版社,2024:105-109.
- [12] 翟彦芳,邢红军. 从习题到原始物理问题:物理关键能力培养的有效途径[J]. 物理教师,2022,43(5):80-83.
- [13] 邢红军. 从数据驱动到概念驱动:物理问题解决方式的重要转变[J]. 课程·教材·教法,2010,30(3):50-55.
- [14] 秦晓文. 探究照亮未来:物理教学中科学探究的理论与实践[M]. 北京:中国青年出版社,2017:3.
- [15] 梁喆. 跨学科教学和教学研一体化的尝试[J]. 山东教育,2024(S2):76-78.
- [16] 梁喆. 混合式教学生态区块中的物理探析:以渐进分析连通器压强差为例[J]. 物理实验,2022,42(8):59-63.
- [17] 程桂. 海绵城市水文水质过程模拟与关键技术研究[D]. 苏州:苏州科技大学,2017.

Design and exploration of technology-enabled physical teaching experiment inquiry ——Taking Archimedes' principle as an example

LIANG Zhe

(Zichuan No. 2 Middle School, Zibo 255100, China)

Abstract: Traditional experiments often suffer from significant errors and inadequate situational reproduction, making it difficult to effectively cultivate students' scientific inquiry abilities and core competencies. Taking Archimedes' principle as a starting point, we construct a “three-line integration” teaching model, forming a closed loop of “experimental inquiry—knowledge transfer—social application”. This model utilizes technological upgrades to enhance precision and situational reproduction, connecting physical principles with problem application and exploring the application of physical laws in practical problems. This model effectively bridges the gap between physical principles and real-world issues, therefore achieves the dual goals of knowledge internalization and competency implementation.

Key words: technology empowers physics; physics teaching; experimental inquiry; Archimedes' principle

[编辑:龙玉梅]

(上接 43 页)

Summary and analysis of the 10th Chinese Undergraduate Physics Experiment Tournament (Innovation)

DONG Guobo, YAN Qiqi, XIONG Chang, CHEN Yan, ZHENG Xiao,
ZHENG Ming, WANG Jing, GAO Hong, XU Ping

(School of Physics, Beihang University, Beijing 102206, China)

Abstract: The final of the 10th Chinese Undergraduate Physics Experiment Tournament (Innovation) was successfully held at Beihang University from November 22 to 25, 2024. This competition implemented a series of reforms and optimizations, achieving a record-high scale. A total of 646 universities submitted 2 755 entries for the competition, and ultimately 548 entries advanced to the final. The organization and features of the competition were summarized, the competition was analyzed based on review process data and award results, finally the suggestions and opinions on various aspects of the competition were provided. It is hoped that this can promote its healthy development and dissemination, and enhance the teaching level of university physics experiment courses in China.

Key words: Chinese Undergraduate Physics Experiment Tournament; innovation competition; review organization; data analysis

[编辑:郭 伟]