

科学教育视域下初中物理教学中学生创新力的培养策略

——以“物体的浮沉条件及应用”教学为例

卢喜艳

广州实验中学 广东广州 510700

摘要: 随着国家对教育事业的日益重视,科学教育在新时代肩负起了更加重大的责任^{[1][2]}。科学教育是培养学生创新力的重要途径,初中物理作为科学教育的关键载体,其教学创新对提升学生创新力具有显著价值。本文以人教版初中物理“物体的浮沉条件及应用”为例,构建“问题驱动—实验探究—多维评价”的创新教学模式。教学实践表明,将真实问题融入课堂、鼓励学生动手实践并注重思维可视化反馈,能有效激发学生的科学探究兴趣,促进物理学科核心素养的落地。

关键词: 科学教育;初中物理;创新能力;分层任务链;过程性评价

1 课标—教材—创新的三维分析

1.1 新课标要求与教材内容对应表

表 1 课标—教材—创新力培养关联表

课标要求 ^[3]	教材对应点	创新力培养指向
2.3.4 通过实验探究浮力大小与哪些因素有关	实验 10.2 “探究浮力的大小与排开液体所重力的关系”	设计实验能力
3.4.2 运用浮沉条件解释生产生活中的现象	第三节“物体的浮沉条件及应用”中第二个内容“浮力的应用”(轮船、潜水艇、热气球、飞艇)	解决问题能力
4.1.3 开展跨学科实践(如工程技术设计)	教材 77 页制作微型密度计	工程思维

1.2 教材创新潜力点挖掘

1.2.1 实验改进空间

教材 74 页“想想做做”,把新鲜鸡蛋放到清水、盐水中,让学生理解浮沉条件;在新授课时,我们改用生活中的各种水果,例如:桔子、圣女果、芒果等水果,把这些水果两两放到清水中,观察现象;观察到的现象与学生的认知发生了冲突。在这个过程中,学生的思维发生碰撞,他们带着疑问进行探索,开启了学习新知的动力。课上还可以设置一些驱动性任务,如利用各种材料和工具(食盐、水、空玻璃瓶、锡箔纸、橡皮泥等)使沉底的黄豆浮起来。

1.2.2 跨学科联结

(1) 与轮船与船舶工程的联结:教材 75 页内容,轮船能漂浮在水面上,是通过增大“空心法”来增大浮力,也涉及到轮船排水量的问题,在这里我们可以提到轮船载重线,工程师们在设计轮船载重线时涉及到哪些问题,学生可以利用课余时间上网查找资料,课上与同学交流。

(2) 与潜水艇与深海探测技术联结:教材 75 页内容:

潜水艇通过水箱注水和排水改变自身重力实现浮沉;这里我们可延伸“深海探测器耐压外壳设计与浮力调节系统”,“蛟龙号”如何克服深海高压与浮力平衡问题,绘制其浮力控制系统简图,学生利用课外时间进行探究,课上与同学交流。

(3) 与化学的联结:教材 74 页内容:通过调节盐水浓度改变鸡蛋浮沉状态;这里我们可延伸到“溶液配制中的溶质质量分数计算(化学定量分析)”以及“工业浮选法分离矿物(如选矿工艺中的浮沉应用)”

2 教学现状诊断

2.1 教材实施问题

(1) 实验程式化:教材紧用 74 页“想想做做”的实验,鸡蛋+盐水来验证物体的浮沉,未尝试其他方案。

(2) 思维浅表化:教材 73 页直接给出 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{物}}$ 关系,并没有推理过程。应该先对物体进行受力分析,利用物体的运动状态来判断 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{物}}$ 关系,还可以推导出物体的密度与液体密度的关系。

(3) 评价单一化:教师对学生“自制密度计”作业仅检查是否完成,并没有检查密度计刻度准确性,也没有让学生在班级展示,达到互相学习的效果。

2.2 教师观念问题

2.2.1 “知识本位”主导:从“探究规律”降为“背诵结论”教材实验“探究物体浮沉条件”,应利用多种材料进

行实验，引导学生通过实验现象、分析实验现象、总结归纳规律，而有些教师连教材 74 页“想想做做”的实验都没有做，只通过分析教材 73 页图 10.3-1 的三幅图，直接记 $F_{\text{浮}}$ 与 $G_{\text{物}}$ 关系。

2.2.2 创新认知窄化：将“创新”等同于“手工”

教材 76 页“练习与应用”第 5 题“自制简易密度计”，教材的材料是：吸管、铜丝；教师应该鼓励学生改进设计，可以用玻璃管、筷子来替代吸管，还可以增加多功能刻度；但是教师可能只看学生有没有做，是否可以竖立在液体中，而忽视了刻度线是否整齐，如用不同材料制作，所标的刻度是否一样等问题。

2.2.3 功利化教学：当“完成任务”压倒“创新培养”

对于现在大部分学校来说，每周物理课时只有 3 节，为了赶进度，对于一些必做实验都没有开展，何况让学生进行拓展实验。教师的观念未转变，又如何能培养出有创

新力的学生。

3 创新力培养的实践路径与评价体系

3.1 创设问题情境策略

教材实验的阶梯式改造

表 2 浮力任务层级－课标－创新评价对照表

任务层级	任务设计	课标对应	创新评价量表
基础层	鸡蛋浮沉实验	2.3.4 科学探究	实验操作规范性量表
进阶层	探究圣女果在不同液体中的浮沉情况	3.2.1 科学推理	变量控制评价量表
创新层	自制密度计	4.1.3 工程实践	创新方案评价量表

表 3 实验操作规范性量表

指标	评分标准（1-5 分）
器材选用	正确选择量筒、水、盐、搅拌棒器材
数据记录	系统记录液体密度与物体浮沉状态的对应关系
安全规范	妥善处理盐水废液，无洒漏现象

表 4 变量控制评价量表

评价维度	评分标准（1-5 分）	结合人教版改进实验
变量识别	1 分：未区分自变量与因变量；3 分：部分识别；5 分：完整识别自变量（液体密度）、因变量（浮沉状态）	学生明确“液体密度（盐水、糖水、酒精）是自变量，圣女果浮沉状态是因变量”
控制方法	1 分：未控制干扰变量；3 分：部分控制（如固定温度）；5 分：有效控制圣女果体积、种类、温度等变量	使用同一品种、大小的圣女果，在恒温环境下进行实验
实验设计	1 分：步骤混乱；3 分：设计合理但未重复；5 分：多组重复实验并记录数据（如三种液体，每种液体至少要做 3 次实验，使实验结论具有普遍性）	表格记录盐水（1.1g/cm ³ ）、糖水（1.3g/cm ³ ）、酒精（0.8g/cm ³ ）中的浮沉情况
数据记录	1 分：零散记录；3 分：表格完整但无分析；5 分：系统记录并标注关键结论	记录圣女果在密度为多少的液体中时漂浮
误差分析	1 分：未提及；3 分：简单描述；5 分：合理解释误差	1. 学生发现“糖水未完全溶解”并改进搅拌方法后复测 2. 在实验中，同种液体，多配制密度不同的液体，比如盐水，只知道圣女果放到密度为 1.1g/cm ³ 漂浮，什么时候是悬浮的。
总分与等级	20-25 分（优秀）：严谨控制变量，数据详实，误差分析深刻； 15-19 分（良好）：基本达标，局部需优化； 10-14 分（合格）：关键变量未控制； ≤ 9 分（需改进）	

表 5 创新方案评价量表

评价维度	评分标准（1-5 分）	结合教材任务拓展
科学原理	1 分：原理错误；3 分：部分正确；5 分：准确应用浮沉条件（ $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ ）	学生用吸管 + 橡皮泥制作密度计，通过浸入深度反映液体密度
创新性	1 分：完全模仿教材；3 分：局部改进（如增加刻度）；5 分：独创设计（如可调节配重、多功能测量）	密度计附带温度修正表或可切换测量范围（盐水 / 酒精）
实用性	1 分：无法使用；3 分：需辅助工具；5 分：成本 ≤ 5 元、操作简便、结果可靠（误差 ≤ 5%）	用废弃笔杆 + 小螺母制作，在家庭中快速检测食用油是否掺假
跨学科融合	1 分：无关联；3 分：简单关联；5 分：深度融合（如结合化学溶液配比或数学函数建模）	密度计刻度用 Excel 生成对数曲线，并标注常见液体密度参考值
表达逻辑	1 分：表述混乱；3 分：图文基本清晰；5 分：含设计图、材料清单、测试视频与迭代日志	方案包含手绘结构图、3 次校准记录及改进前后的对比数据
总分与等级	20-25 分（优秀）：原理精准、设计独创、高度实用； 15-19 分（良好）：功能完整但创新不足； 10-14 分（合格）：基础达标； ≤ 9 分（需改进）	

通过教材实验的阶梯式改造，在基础层，培养学生观察与质疑能力，复现教材实验，发现异常现象；在进阶层，培养学生实验设计能力，自主控制变量，优化实验方案；在创新层，培养学生跨学科迁移能力和迭代优化能力，学

生在实验中解决真实问题，融合多学科，分析失败的原因，改进方案。通过阶梯式改造教材实验，可突破“知识传授”的局限，转化为创新力培养的载体。教师需以“包容异常、鼓励试错、过程导向”为原则，让物理课堂成为学生“观察－

质疑－创造”的实践场域。

3.2 重构探究活动方案

“浮力应用”创新任务链设计：设计简易的浮力计

任务目标：通过设计、制作与优化浮力计，培养学生实验设计、跨学科迁移与工程思维能力，深化对浮沉条件的理解。

3.2.1 任务链设计与实施流程

表 6 浮力计跨学科实践活动阶段与目标对照表

阶段	活动内容	教材关联点	创新力培养重点
知识建构	分析密度计原理，教材 76 页，理解浮沉条件（ $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ ）	浮力公式、物体浮沉条件	科学原理应用能力
需求定义	调研实际需求（如检测鱼塘盐度、食用油掺假等）	STS 教育理念	问题发现与需求分析能力
方案设计	绘制浮力计草图，说明工作原理	$\rho_{\text{液}} = \frac{G_{\text{物}}}{gV_{\text{排}}}$ 浮力公式的变形应用	工程制图与数学建模能力
原型制作	用低成本材料（吸管、一次性筷子、回形针、橡皮泥、刻度贴纸等）制作浮力计	教材 77 页跨学科实践	工具使用与精细操作能力
测试迭代	校准浮力计精度，优化结构稳定性	实验误差分析（教材拓展）	批判性思维与迭代优化能力
成果展示	展示浮力计功能，答辩设计思路，科学交流与论证（课标要求）		逻辑表达与反思改进能力

3.2.2 任务实施案例：制作低成本盐度检测浮力计

（1）知识建构

教材衔接：复习教材 76 页密度计原理，分析浮沉条件公式： $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$

问题引导：

- ①如何将浮沉条件转化为可测量的工具？
- ②密度计的刻度为什么不均匀？

（2）需求定义

真实情境：某社区鱼塘因盐度异常导致鱼类死亡，需设计低成本盐度检测工具。

任务要求：

- ①测量范围：盐度 $1.0 \sim 1.2\text{g/cm}^3$ （适合淡水鱼养殖）；
- ②材料成本 ≤ 5 元；
- ③操作简便，适合非专业人员使用。

（3）方案设计

结构设计：

- ①主体：透明吸管（直径 5mm ）；
 - ②配重：底部封蜡嵌入小螺母（调节总重力）；
 - ③刻度：用油性笔标记盐度值。
- ④原理说明： $\rho_{\text{液}} = \frac{G_{\text{浮}}}{gV_{\text{排}}}$ ，浮力计浸入液体深度与液体

密度成反比。

（4）原型制作

- ①材料清单：吸管 1 根、橡皮泥 5g、小螺母 1 个、大头针、蜡烛 1 段、刻度贴纸；
- ②工具：剪刀、电子秤（精度 0.1g ）、量筒。
- ③制作步骤：
 - a. 吸管底部封蜡，嵌入螺母作为配重；
 - b. 调整配重使浮力计竖直漂浮在水中（盐度 1.0g/cm^3 ）；
 - c. 在吸管上标记水面对应刻度为“1.0”；
 - d. 用标准盐水（ 1.1g/cm^3 、 1.2g/cm^3 ）校准其他刻度。

（5）测试迭代

- ①发现问题：蜡封不严导致进水，浮力计倾斜；吸管直径过粗，分辨率低（相邻盐度刻度间距仅 2mm ）。
- ②改进方案：用热熔胶替代蜡封，增强密封性；更换细长玻璃管（直径 3mm ），提升灵敏度。

以真实问题为驱动，激发了学生创新动机，引导学生深度实践。学生通过自主设计浮力计校准方案，掌握了实验变量控制与数据验证方法，提高学生科学探究能力；学生将教材公式 $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ ，推导出 $\rho_{\text{液}} = \frac{G_{\text{物}}}{gV_{\text{排}}}$ ，浮力计浸入液体的深度与液体密度成反比关系，通过刻度标定实现了理论向工具的转化，提高了学生模型建构能力；学生在原型制作中融合了物理原理、化学知识与工程设计，提高了学生技术应用和学科融合能力；学生在测试过程中发现浮力计渗水了，学生找出问题、分析原因，提出改进策略，提高了学生批判性思维能力；以鱼塘盐度异常问题为驱动，引导学生聚焦社会实际需求，深度理解科学技术的伦理价值，助力学生养成“知行合一”的创新品格，让学生在解决真实问题中，实现知识运用与价值塑造的双向成长。

3.3 构建多元化评价体系

3.3.1 评价维度与课标对应

表 7 浮力计设计核心素养评价维度与观测点对应表

核心素养	评价维度	具体观测点（以浮力计设计为例）
科学观念	知识理解与应用	解释浮沉条件公式的物理意义
科学思维	模型建构与推理	推导密度计刻度公式 $\rho_{\text{液}} = \frac{G_{\text{物}}}{gV_{\text{排}}}$ ，知道浮力计浸入液体的深度与液体的密度成反比，绘制非线性刻度
科学探究	实验设计与问题解决	配制不同密度的盐水，校准方案，控制变量
态度责任	跨学科实践与社会参与	分析浮力计在鱼塘监测中的环保价值与社会效益

3.3.2 评价工具与实施策略

(1) 形成性评价工具:

课堂观察: 记录学生提出质疑的次数, 观察学生实验操作规范性

迭代改进日志: 要求记录3次以上失败案例及优化方案

(2) 表现性评价工具

表 8 浮力计任务层级评价体系表

任务层级	评价重点	案例(浮力计设计)
基础层	操作规范性与数据记录完整性	按教材步骤制作密度计, 刻度误差 $\leq 5\%$
进阶层	变量控制严谨性与跨学科关联性	设计温度补偿装置, 整合热膨胀知识
创新层	独创性、实用性、社会价值	开发双量程浮力计

(3) 总结性评价工具

收录学生设计的实验方案草图、校准数据表、改进日志、答辩视频; 纵向对比学生设计迭代过程, 关注思维进阶轨迹。

3.3.3 评价反馈与改进

(1) 个性化反馈: 针对《迭代改进日志》中的共性问题, 教师设计微课, 课后学生再进行学习, 优化自己的设计方案;

(2) 激励机制: 在展示阶段, 通过学生自评、互评、教师评, 设立总分前三的小组以及设立“最佳问题提出奖”、“最佳设计奖”, 强化创新内驱力。

通过构建多元化评价体, 将新课标核心素养目标转化为可观测、可量化的行为指标, 教师可依托多元评价工具, 从知识理解、思维品质、实践能力、价值观念全方位诊断学生发展, 实现“以评促学、以评促创”。

4 教学实施建议

4.1 教材资源开发策略

(1) 活用教材栏目, 挖掘创新基因。改造“想想做做”栏目, 将教材 74 页第一个“想想做做”升级为“液体密度与浮沉关系的探究——优化盐水选种工艺”, 第二个“想想做做”升级为“浮力工程师挑战——最优船体设计赛”。

(2) 开发“跨章节项目”。联系第九章第 2 节《液体的压强》内容, 设计“深海探测器”。

4.2 教师能力提升路径

(1) 逆向教学设计能力培训。教师研读新课程标准、教师教学用书, 研究近 5 年中考关于浮力的考题, 在日常教学中设计分层任务, 在课堂上落实教学目标。

(2) 实验创新能力专项提升。教师通过开发实验资源, 改变教学模式, 融合跨学科知识, 组建实验教学联盟, 定期开展案例分享会, 促进经验交流与设备共享, 实现提升自己的创新力。

5 结论与展望

本研究通过重构教材实验、设计梯度化任务链及动态评价体系, 系统探索了初中物理教学中创新力的培养路径。教学实践中, 学生从“水果浮沉探秘”中提出个性化猜想, 到“浮力计设计挑战”中自主优化方案, 再到“鱼塘盐度检测”中迁移跨学科知识, 逐步实现了“质疑—实践—迭代”的创新思维闭环。实践表明, 以真实问题为驱动、以动手探究为载体、以过程性反馈为支撑的教学模式, 能有效激发学生的批判性思维、创造性设计与工程化实践能力。未来, 可进一步深化跨学科融合, 或利用数学建模优化实验方案; 同时建议构建区域教研联盟, 共享“低成本创新实验案例库”, 并借助数字化工具突破传统教学限制, 为初中生创新力的持续发展提供更广阔的空间。

参考文献:

[1] 教育部. 关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/jc_kejgh/201404/t20140408_167226.html. 2014-04-15.

[2] 教育部等十八部门. 关于加强新时代中小学科学教育工作的意见 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html. 2023-05-29.

[3] 中华人民共和国教育部义务教育物理课程标准年版北京北京师范大学出版社

作者简介: 卢喜艳 (1978—), 女, 壮族, 本科, 研究方向: 中考备考和课堂教学