

优质课例

初中化学“自制简易鱼泵”跨学科实践活动设计*

刘秋芳¹ 张玉芳² 叶永谦^{3**} 张贤金³(1. 福建省大田县第六中学 福建大田 366100; 2. 福建省大田县第五中学 福建大田 366100;
3. 福建教育学院化学教育研究所 福建福州 350025)

摘要 以“自制简易鱼泵”为任务,开展跨学科实践活动。通过市场调查、资料查阅、草图设计、鱼泵制作等过程,体验化学与多学科知识的融合应用,提升学生解决实际问题的能力。通过简易鱼泵的设计、制作、展示、应用等,构建以跨学科实践活动促进学生素养发展的活动模型。

关键词 跨学科实践 自制鱼泵 活动模型

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2023060215

《义务教育化学课程标准(2022年版)》倡导“做中学、用中学、创中学”,明确要求开展跨学科实践活动,并鼓励教师自主研发^[1]。跨学科实践活动是解决真实情境中的问题,通过知识的关联、整合和迁移,触动学生的兴趣、动机及批判性思维、系统思维、创新思维、元认知等高阶思维的发生,促进学生深度学习^[2]。夏雪梅认为:学生在学科课程中习得的能力,不应该只在这门课程中才有运用价值,不应该只在考试中才有价值,而应该成为自己在未来解决更复杂的、跨学科的、真实问题的基础^[3]。

鱼泵是为鱼塘、鱼缸补充空气或氧气的设备。以“自制简易鱼泵”为主题开展跨学科实践活动,从真实情境中挖掘主题,在活动实施中发展高阶思维能力,在活动成果中建构思维模型,有助于发展学生的综合素养。活动中构建的跨学科实践活动模型,可以作为“核心素养-跨学科综合能力-实践活动的协同教学系统”^[4]课堂实践的探索和补充。

1 主题的选择和目标的设定

单一的理论知识学习制约了学生对工程技术实践的感受力,不利于学生积累实践经验,形成工程实践能力^[5]。“自制简易鱼泵”跨学科实践活动主题的设计来自2部分内容:(1)新课标中推荐的跨学科实践活动“基于特定需求设计和制作供氧器”;(2)人教版九年级化学下册“溶解度”章节“资料卡片”中的“如何增加养鱼池中的含氧量”。知识内容涉及物理学科的压强知识、生物学科的光合作用,以及化学学科的氧气制取、溶解度等;思路方法涉及化学与物理、生物、工程、技术等多学科能

力的融合;活动目的在于培养学生解决实际问题的能力,发展学生的跨学科综合素养。具体目标如下:

(1)通过“自制简易鱼泵”的任务实施,有意识地应用氧气的实验室制取与性质等化学核心知识,自主调用物理和生物等多个学科的相关知识,应用技术和工程的方法解决实际问题;加强知识之间、学科之间的横向联系,实现知识的意义建构。

(2)通过“自制简易鱼泵”的设计制作和改进升级,学会比较、分析、迁移应用等科学研究方法,体验系统思维的意义,并在活动中培养创新精神和实践能力。

(3)通过小组展示、交流与评价制作的简易鱼泵产品,培养交流表达与团结协作优良习惯,反思和总结“鱼泵”模型的拓展应用,提升建构模型、修正模型、应用模型的能力;外显解决问题思路,明确跨学科实践活动实施路径。

(4)通过“自制简易鱼泵”的产品价值分析,感受工程师的科学态度与社会责任,强化学习的重要性和自豪感,并在活动中磨炼意志品质。

2 任务的分解和活动的设计

本活动的教学过程采取课内外相结合的方式,实施流程分为导引课、探究课、展示课等3个环节,为期10天。其中导引课的主任务是初识鱼泵,子任务是了解增氧原理、构建增氧思路、设计增氧方案;探究课的任务是自制简易鱼泵;展示课的任务是鱼泵展示和反思改进。具体的活动任务及设计意图见表1。

* 福建省教育科学“十四五”规划2023年度立项课题“基于项目式学习的初中化学跨学科主题教学研究”(课题编号:FJJKZX23-436)

** 通信联系人, E-mail: 15880968680@163.com

表 1 活动任务及设计意图
Table 1 Active tasks and design intent

导引课：初识鱼泵			
活动任务	学生活动	教师支持	设计意图
子任务 1： 了解增氧原理	观看市场鱼缸供氧视频；通过查阅资料、市场调查等了解增氧原理	提供视频、学案等资料	引发学生建立分类观的思路与方法；加强知识之间、学科之间的横向联系，实现知识的意义建构
子任务 2： 构建增氧思路	查阅资料、文献，构建增氧思路的流程图	引导产品设计要考虑的因素，提供参照的格式	引导学生将思路、过程用流程图方式表示出来，逐步学会建构思维模型
子任务 3： 设计增氧方案	查阅文献，分组学习，结合所学知识、生活经验等设计草图	提供支持帮助，引导自主设计，完善方案	学会应用比较、分类、分析生活原理进行迁移应用等科学思维方法，并将思维显性化、可视化
探究课：制作鱼泵			
子任务 4： 自制简易鱼泵	(1) 根据草图制作鱼泵； (2) 实验鱼泵效果，分析优缺点，做好记录	(1) 提供仪器与药品； (2) 提供技术支持； (3) 提供工程思想	(1) 在科学探究中发展学生创造性思维、批判性思维和系统思维，提高学生的综合实践能力； (2) 训练学生的思维意志品质，提升合作能力
展示课：展示鱼泵、模型应用			
子任务 5： 评价 反思改进	(1) 小组分析、组间互评； (2) 分析鱼泵模型多种用途，与同学切磋技艺，完善鱼泵； (3) 反思学习过程谈感想	(1) 引导学生建构模型、修正并应用模型； (2) 介绍前沿科技发展趋势，引导学生反思	(1) 在表达与评价中，提升学生的反思鉴赏能力； (2) 培养模型认知、科学态度与责任等素养； (3) 认识和赞赏跨学科融合对科学技术进步和社会发展的重大意义

3 活动的过程和学习的成果

导引课由 3 个子任务组成，子任务 1 是了解增氧原理，教师做好分组，发放学案。课堂上学生自主调用化学与物理、生物等学科知识，汇报增加水中含氧量的原理和做法。子任务 2 是构建增氧思路，具体流程为：原理→装置→草图→初产品→终产品。依据原料易得、成本适宜、操作简单、安全环保等原则进行设计，1 周后小组进行展示汇报。

3.1 设计增氧方案

【子任务 3】依据子任务 2 构建的增氧流程与设计原则，寻找增氧方案，尝试画出简易鱼泵的草图。

【教师提问】根据自己绘制的草图，说明设计的思路过程及鱼泵的原理。

【小组 1】用化学方法，实验室制取氧气用的过氧化氢溶液，通过查阅资料，催化剂可用土豆、猪肝等，见图 1。

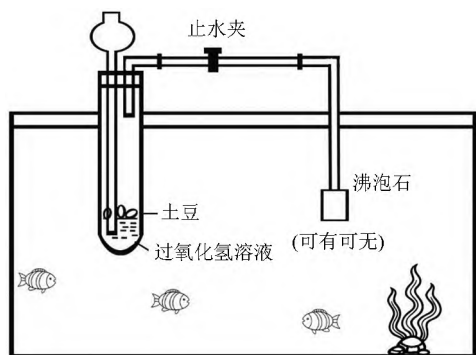


Fig. 1 Sketch of oxygen supply principle in laboratory

图 1 实验室制氧气原理供氧草图

【小组 2】过氧化氢溶液制氧气，为控制滴加速度，将长颈漏斗改为分液漏斗时，联想到医院输液时所用的调节器来控制加过氧化氢溶液的速率，操作更加简便，见图 2。

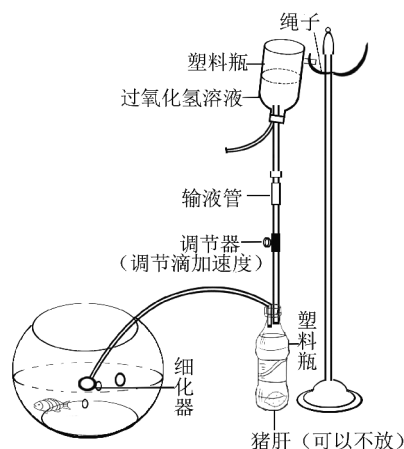


Fig. 2 Sketch of oxygen supply based on infusion principle

图 2 输液原理供氧草图

【小组 3】用生活中常见的塑料瓶、导管，利用压强差制作简易装置，见图 3。

【教师追问】你的创意灵感来自哪里？供氧原理是什么？

【学生】供氧原理是用物理方法，通过增大空气与水的接触面积来增加水中含氧量，创意来自“哔哩哔哩，DIY 空气泵”^[6]。

【教师】播放小组 3 分享的视频，进一步厘清供氧原理。该原理利用液体压强差产生虹吸现象，

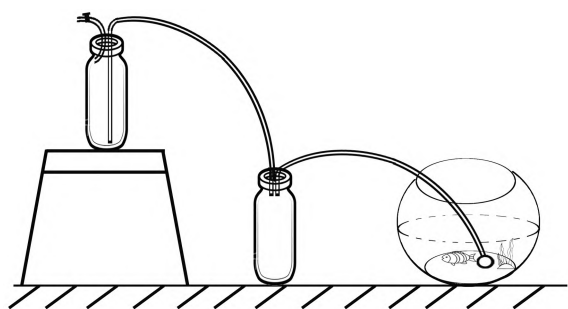


Fig. 3 Sketch of oxygen supply based on siphon principle

图3 虹吸原理供氧草图

挤压装满水的矿泉水瓶使虹吸管里装满水, 出水口封闭住, 此时管内压强处处相等。打开出水口, 由于进水端水位高、压强大, 推动矿泉水瓶中的水不断流出。

【小组4】原始设计是利用化学方法制氧通入鱼缸, 但查阅资料发现该方法在便利性、实用性和可操作性上存在诸多问题, 联想到打气筒原理可以将空气打入水中, 将打孔的空饮料罐连接橡皮布(气球皮)制成简易活塞, 把空气打入鱼缸, 见图4。

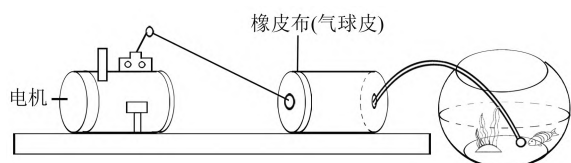


Fig. 4 Sketch of oxygen supply based on pump principle

图4 打气筒原理供氧草图

【教师总结】每组同学都展示了简易鱼泵的设计草图, 部分小组设计的装置复杂化, 成本太高(通电分解水)等。根据工程思想(约束条件、规范、系统、建模、预测分析等), 小组成员对设计草图应进行优化与权衡, 以最短的时间和最少的成本做出高效、可靠的样品。

3.2 自制简易鱼泵

【子任务4】自制简易鱼泵, 并完成实验报告单。

【教师准备】手电钻、502胶水、矿泉水瓶、空气阀、起泡器、输液管、塑料软管、5%的过氧化氢溶液、二氧化锰固体、玻璃导管、试管、长颈漏斗、分液漏斗、双孔橡皮塞、水槽、烧杯、镊子、小刀、小鱼缸、一次性使用输液器、橡胶翻口塞、铁架台等。

【过渡】根据自带和教师提供的仪器和药品, 同学们自制简易鱼泵, 小组做好分工与合作, 时间为20 min。

【教师提问】请同学们说明制作过程及应用的

技术。通过技术的运用, 将抽象的科学知识生活实践化^[7]。

【小组1】用过氧化氢溶液制氧气装置, 用长颈漏斗加液体不好控制, 后改用分液漏斗或注射器。制作过程中双孔橡皮塞与玻璃导管、胶皮管的匹配度较难控制, 容易漏气, 需要涂凡士林或502胶水。

【小组3】首先用打孔器或铁钉分别在2个矿泉水瓶盖或橡胶塞上打2个小孔, 用软管按照草图进行连接, 其中位于高位的矿泉水瓶中玻璃导管要伸到瓶底; 气密性不易控制, 要用502胶水或热熔胶进行封口, 见图5。



Fig. 5 Oxygen supply device based on siphon principle

图5 虹吸原理供氧装置

【小组2】输液原理的装置见图6, 软管改成输液器, 铁夹上的矿泉水瓶用于盛装过氧化氢溶液, 下方矿泉水瓶盛装二氧化锰、猪肝或红砖粉末等催化剂, 用橡胶翻口塞塞紧矿泉水瓶确保气密性良好。



Fig. 6 Oxygen supply device based on transfusion principle

图6 输液原理供氧装置

【小组4】取用一个空饮料罐，在其底部打一个小孔连接鱼泵，在上方打一个小孔安装自制的单向阀，用一块弹性橡皮布封口，依照内燃机吸气与排气的冲程原理，再用一根木棒转动把空气鼓入鱼缸，见图7。

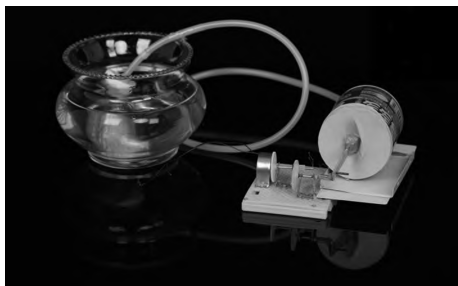


Fig. 7 Manual oxygen supply device based on inflater principle
图7 打气筒原理手动供氧装置

【教师总结】探究课后学生的制作并没有停止，利用课外时间不断完善产品，最为突出的是小组4的学生，安装了电源和连轴齿轮，用2根轻质木棍仿照内燃机的曲轴连杆，连接活塞和一个电动马达，使装置可通过马达来回驱动活塞达到吸气和排气，见图8, 9。

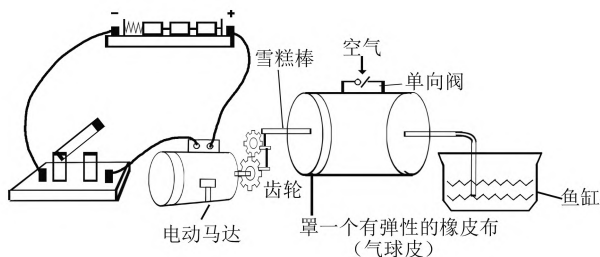


Fig. 8 Sketch of electric oxygen supply based on pump principle
图8 打气筒原理电动供氧草图

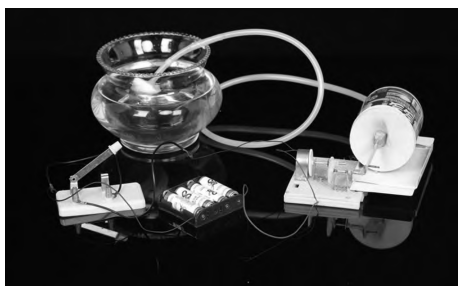


Fig. 9 Electric oxygen supply device based on inflater principle
图9 打气筒原理电动供氧装置

3.3 评价鱼泵，反思改进

【教师提问】工程强调系统性和计划性，即依目标需求，综合各种资源、技术和原理等形成设计方案，从而制造出目标产品^[8]，请从以上几个方面进行组间互评，并投票选出优秀鱼泵。

【学生评价1】用过氧化氢稀溶液制氧气，操作简单，能够持续较长时间供氧，达到增加缸内水质氧气浓度的目的，但成本较高，需要常添加过氧化氢溶液。

【学生评价2】图5装置的气密性要求高、利用瓶子间的高度差提供空气、增大空气与水的接触面积来供氧气，原料易得，操作简单；但不能持续供氧，上面一个矿泉水瓶里的水用完就停止，而且通气的速率较难控制。

【学生评价3】图6装置更稳定，仿照输液原理，利用调节器可以很好地控制液体的滴加量，若需要较长时间供氧，可将2个瓶子容积增大或用过氧化氢溶液，但该办法不够美观。

【学生评价4】图7手动供氧装置较麻烦。图9成本低，操作简单，可持续自动工作，通过往鱼缸中打入空气来增加水中含氧量（被评为最佳鱼泵）。

【子任务5】自制的简易鱼泵模型还有哪些用途？

【学生汇报1】利用图5，可以用贝壳和醋精制取二氧化碳，过氧化氢溶液和新鲜猪肝制取氧气，铁钉和醋精制取氢气等，也可以用来研究白磷在热水中燃烧，探究燃烧的条件，做水火相容实验，见图10。



Fig. 10 Exploring the conditions of combustion
图10 探究燃烧的条件

【学生汇报2】在物理中，该装置可用于探究压强与气体流速的关系；在生物中，该装置可用于探究光合作用和呼吸作用等。

【教师引导】在本次实践活动中，你有哪些收获？

【学生汇报1】此次活动，为我提供了展示自己的舞台，让我在团体中锻炼了自己的组织能力、研究能力和实践能力，我深刻感受到科学源自于生活，

服务于生活,我们要学会从多个角度探究问题。

【学生汇报 2】我收获最大的是将课本知识与实践相结合,将课本所学运用到生活实践中,提升了动手操作能力;在老师的引导下,我们弄清了原理与制作流程,考虑更加全面系统与完整。

【学生汇报 3】通过此次活动,感觉生活中处处有化学,许多生活中的实际问题可以运用化学思维来解释。学会遇到问题时,首先想到物质的性质和产生问题的原因,然后运用不同学科的方法,找出合适的方式解决。

【学生汇报 4】学会查找资料,但网络资料良莠不齐,要有自己的想法与主见,才能更好地应用资源。我很喜欢这样的活动,我想只要我们拥有一颗创造之心,努力尝试,最后必定会有所成就。

【教师总结】将自制的简易鱼泵与市场家用鱼缸中的氧气泵对比,设计思路、原则、原理基本符合真实产品,但目前市场上出售的大多是生态鱼缸(全光谱水草灯和过滤系统),以及一体机多功能氧气泵(包含鱼缸过滤器、增氧、循环用水、抽水、造浪、静音等),我们自制的简易鱼泵在系统性与功能性上有待进一步整合与改进。随着科学技术的进步,产品一直更新换代,期待新一代青少年的发明与创造。

4 活动的总结和成果的运用

以上跨学科实践活动,充分利用身边的物品,

以“自制简易鱼泵”的目标产品为目的,解决家中鱼缸供氧问题,有效激发学生的好奇心、想象力和探求欲,在教师的支持、同伴的互助及互联网的信息帮助下,产生源源不断的解决问题的动力,通过真实问题的研究激发了学习兴趣。将活动任务拆解成5个子任务,梳理每个过程的思路与方法,将思路外显、绘制草图,通过分解任务、控制活动难度增强了活动的可行性。在小组任务的完成和反思交流中,通过合作学习、合理分工、互动表达和辩论分析等不断清晰研究思路和方法,有利于学生团结协作和乐于分享的良好品格的养成。制作鱼泵时融合化学与物理、生物、工程、技术、审美、环境等学科思想,在拓宽视野的同时有利于发展学生的创新精神和实践能力。

总结以上活动,构建以跨学科实践发展学生综合素养的活动模型(图11)。在活动中,通过选择合适的生活化素材,促进学生发散性思考,培养学生的问题意识;通过结合学科核心知识,设置真实、挑战性活动任务,进行活动拆解,发展学生的逻辑推理能力;通过深化学科知识的纵向逻辑,促进不同学科知识的横向联系,促进学生形成结构化认知;通过应用技术与工程实施项目,引导思维先发散后集中,培养学生的决策意识;通过将建构的模型应用于社会环境中,再进行不断的修正与拓展,提高学生的跨学科思维,发展学生的综合素养。

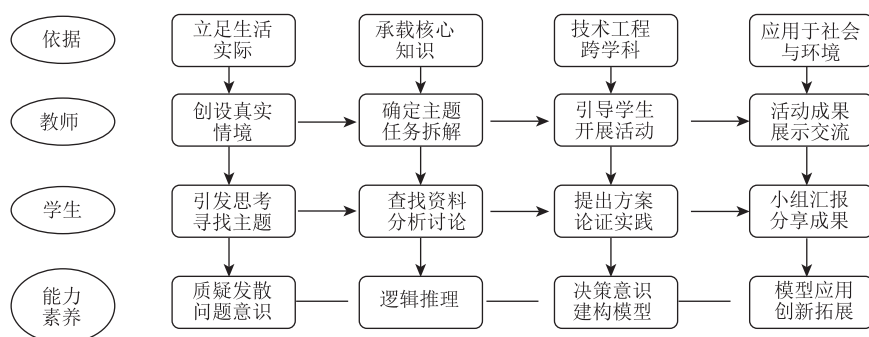


Fig. 11 Activity model for developing literacy through interdisciplinary practical activities

图 11 以跨学科实践活动发展素养的活动模型

教育部在《基础教育课程教学改革深化行动方案》中明确指出:要落实课程方案和课程标准,变革教与学方式,实施跨学科实践活动,引导学生主动思考、积极提问、自主探究,提升学生解决实际问题的能力,发展学生的科学素养^[9]。以上跨学科实践活动,以“自制简易鱼泵”为任务,通过市场调查、资料查阅、草图设计、鱼泵制作等过程,让学生体验化学与多学科知识的融合应用,有效提升

了学生解决实际问题的能力。通过简易鱼泵的设计、制作、展示和应用,构建以跨学科实践活动促进学生素养发展的活动模型,案例可以作为初中化学组织跨学科实践活动的有益借鉴。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育化学课程标准(2022年版). 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 2-4

- [2] 王雨, 毕华林. 中学化学教学参考, 2022 (13): 9-13
com/video/av57541197/
[3] 夏雪梅. 人民教育, 2018 (1): 61-66
[7] 张四方, 周辰爽, 黄盼盼, 等. 化学教育 (中英文), 2023, 44 (13): 4-11
[4] 王磊, 胡久华, 魏锐, 等. 化学教育 (中英文), 2022, 43 (16): 24-29
[8] 高新远, 张丽红, 吴金珠, 等. 化学教育 (中英文), 2022, 43 (11): 88-92
[5] 覃丽君. 化学教育 (中英文), 2021, 42 (20): 96-101
[9] 靳晓燕. 教育部印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》. 光明日报, 2023-06-06 (8)
[6] 哔哩哔哩. DIY 空气泵, 无需电源就让鱼缸充满氧气 [EB/OL]. (2019-07-02) [2023-10-26]. <https://www.bilibili.com/video/av57541197/>

Interdisciplinary Practical Activities Design of “Self-Made Simple Fish Pump” in Junior High School Chemistry

LIU Qiu-Fang¹ ZHANG Yu-Fang² YE Yong-Qian^{3**} ZHANG Xian-Jin³

(1. No. 6 Middle School in Datian County, Datian 366100, China;

2. No. 5 Middle School in Datian County, Datian 366100, China;

3. Institute of Chemical Education, Fujian Institute of Education, Fuzhou 350025, China)

Abstract This paper carried out interdisciplinary practical activities with the task of “self-made simple fish pump”. Through market research, data review, sketch design, and fish pump production processes, students can experience the integration and application of experiential chemistry and multi-disciplinary knowledge, so as to enhance students’ ability to solve practical problems. Through the design, production, display, and application of a simple fish pump, this paper builds an activity model that promotes student literacy development through interdisciplinary practical activities.

Keywords interdisciplinary practical activity; self-made fish pump; activity model