

优质课例

初中化学跨学科实践活动的项目化设计与实施
——家用简易供氧器王 春^{1*} 郭三仙^{2*} 王庆元³ 喜崇菲²

(1. 北京教育学院 北京 100120; 2. 北京市第二中学通州校区 北京 101117; 3. 北京市通州区教师研修中心 北京 101199)

摘要 基于跨学科实践活动统整项目化学习的课程模式,以“家用简易供氧器”为项目主题,从制氧剂选择、制氧剂优化、制氧原理、产氧速率的影响因素、制氧机构造等问题开展“家用简易供氧器”制作的项目化学习活动,有效融合化学、物理、数学及工程技术等学科知识,帮助学生将多学科知识融合到生产实际中解决实际问题,体验科学探究的真实过程,感悟化学学科在社会发展和实际生活生产中的应用价值,有效建构初中化学核心知识体系,积极促进学生化学核心素养全面发展。

关键词 跨学科实践活动 初中化学 项目设计 项目实施

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2023060016

1 项目主题内容分析

本项目以“家用简易供氧器”为主题在内容设计上综合体现“物质的性质与应用”“物质的化学变化”学习主题的核心知识,承载学生必做实验“氧气的实验室制取与性质”,涉及“化学与社会·跨学科实践”学习主题中化学与材料、化学与健康的相关内容^[1]。另外,“家用简易供氧器”项目的设计不仅是从探索物质的制备及应用入手,模拟供氧器和简单制作供氧器的过程,还是一个综合、复杂、开放的实践活动,突出体现了“从生活走进化学,从化学走向生活”的课程理念^[2]。本项目在实施过程中,通过“实验室制备气体”关联到“供氧器制氧气”,形成产品制作的一般过程和方法,使学生有意识地将化学核心知识与技术、工程等跨学科知识关联,体验科学探究的真实过程,感悟化学学科在社会发展和实际生活生产中的应用价值^[3],培养了学生在解决与化学相关的真实问题中形成的质疑能力、批判能力和创新意识,发展了学生的“科学探究与实践”学科素养。

2 项目教学目标

本项目依据《义务教育化学课程标准(2022年版)》中相关主题的内容要求和学业要求,结合学生的具体情况,制订本项目教学目标如下^[4-5]:

(1) 通过对实验室氧气制取基本原理的复习,梳理实验室制取气体的一般思路方法,通过供氧剂选取的多角度优化,诊断学生是否会形成工业生产原理选择的一般思路方法,发展学生的“证据推理

和模型认知”科学思维。

(2) 通过“家用简易供氧器”的产氧原理、产氧速率等知识的探究分析,诊断学生是否会通过对比实验、控制变量等方法,对实验过程及实验现象进行准确分析,收集实验证据并正确表达实验结论,发展学生“科学探究与实践”的学科素养。

(3) 通过简易供氧器的设计、制作和产品发布过程,诊断学生是否会运用简单的技术与工程方法设计、制作及使用相关模型和作品,发展学生在设计优化产品的过程中及在解决与化学相关的真实问题中形成的质疑能力、批判能力和创新意识。

3 项目任务及问题设计

本项目依据项目化教学活动设计特点和教学目标,以“家用简易供氧器”为活动载体,根据项目式教学的特点及教学目标,以“家用简易供氧器”供氧原理的揭秘、供氧剂的选择、产氧速率的影响因素探究、“制作简易供氧器的产品发布”为主要探究任务设计了3个不断进阶的学习活动任务,让学生亲历复杂问题的解决过程。项目任务、项目活动及驱动性问题设计如表1所示。

4 项目实施过程及学生学习成果

4.1 “家用简易供氧器”供氧剂的选择

【情境创设】教师展示一组图片(略),并对图片中成边战士用的便携氧气罐、飞机上供氧系统的供氧知识进行简单介绍,引发学生探讨生活中哪些场景可能会用到便携式制氧机。

* 通信联系人,王春, E-mail: wangc2008@sina.com; 郭三仙, E-mail: Guosanxian2000@163.com

表1 “家用简易供氧器”项目任务、活动及问题设计
Table 1 Design of tasks, activities, and issues for the “household simple oxygen supply device” project

课时1			
项目任务	项目活动	驱动性问题	能力素养发展
【任务1】“家用简易供氧器”供氧原理的揭秘和供氧器中供氧剂的选择	<p>【活动1】梳理实验室制取气体的一般思路方法。</p> <p>【活动2】建立实验室制取气体和供氧器供氧之间的联系,探讨制作供氧器需考虑的因素。</p> <p>【活动3】综合各种因素,寻找最适合用于家用简易供氧设备的供氧剂</p>	<p>【问题1】生活中哪些地方需要用到供氧器?回顾实验室制取氧气的方法有哪些?</p> <p>【问题2】请综合考虑制氧原理、装置、操作、工程技术等因素分析制作供氧器方案是什么。</p> <p>【问题3】从定量和原理分析角度,比较各种供氧剂的优缺点有哪些</p>	帮助学生建立认识陌生物质的一般思路,体验科学探究的真实过程,建立用科学探究的方式解决化学实际问题的思维模式和流程,应用了比较、分析、综合、归纳等科学方法;提升学生的证据推理、模型建构等科学思维
课时2			
项目任务	项目活动	驱动性问题	能力素养发展
【任务2】“家用简易供氧器”产氧速率的影响因素探究	<p>【活动1】“家用简易供氧器”制氧原理探究。</p> <p>【活动2】“家用简易供氧器”产氧速率影响因素探究。</p> <p>【活动3】“家用简易供氧器”产氧速率快慢的调控。</p> <p>【活动4】拆解“家用简易供氧器”与实验室制取氧气装置进行对比</p>	<p>【问题1】“家用简易供氧器”产生氧气的原理是什么?</p> <p>【问题2】如何设计实验验证该因素对产氧速率的影响?</p> <p>【问题3】如何调控“家用简易供氧器”产氧速率快慢?</p> <p>【问题4】比较“家用简易供氧器”制氧机与实验室制取氧气装置有哪些相似点</p>	帮助学生理解科学探究的意义,发展学生“科学探究与实践”的素养,培养学生在解决与化学相关的真实问题中形成的质疑能力、批判能力和创新意识
课时3			
项目任务	项目活动	驱动性问题	能力素养发展
【任务3】“家用简易供氧器”设计、制作与产品发布	<p>【活动1】“家用简易供氧器”产品汇报、讨论评价。</p> <p>【活动2】“家用简易供氧器”产品评审及交流研讨。</p> <p>【活动3】“家用简易供氧器”产品制作方案优化及总结提升</p>	<p>【问题1】请汇报本组产品设计思路和优化方案过程是什么?</p> <p>【问题2】请简述评审的标准及量化给分的理由是什么?</p> <p>【问题3】请简述各组产品优化方案思路及本项目设计过程到产品发布的体会是什么</p>	初步形成运用简单的技术与工程方法设计、制作与使用相关模型和作品的的能力;通过小组讨论交流的学习方式,设计优化产品的学习过程,培养学生合作解决问题的能力

【学生活动】学生根据教师提出的问题回答生活中可能会用到制氧机的场所如下:

水下作业、医疗急救、航天航空、日常保健等。

【活动1】梳理实验室制取气体的一般思路方法。

【问题1】请根据所学知识梳理实验室获得氧气的方法有哪些?

【学生活动】学生根据教师提出的问题梳理实验室获得氧气的常用方法:分离液态空气、加热氧化汞、加热高锰酸钾、过氧化氢分解等。

【教师总结】教师对比梳理实验室用高锰酸钾,过氧化氢制氧气的原理及装置,完成实验室氧气制取的复习、巩固实验室制取气体的一般思路方法,

为制作供氧器积累实验经验。

【活动2】探讨制作供氧器需考虑的因素。

【问题2】请综合考虑制氧原理、装置、操作、工程技术等因素分析制作供氧器需考虑哪些因素?

【学生活动】学生将实验室气体制备的一般思路方法转化到产品生产中,综合考虑解决供氧器原理、装置、操作、工程技术等问题,并进行汇报各组讨论的考虑因素。

【教师总结】根据学生探讨的制作供氧器需要考虑的因素进行完善,并引导学生从实验室制备气体的一般思路迁移应用到供氧器制取氧气方案中,展示如图1所示从实验室到产品制作图。

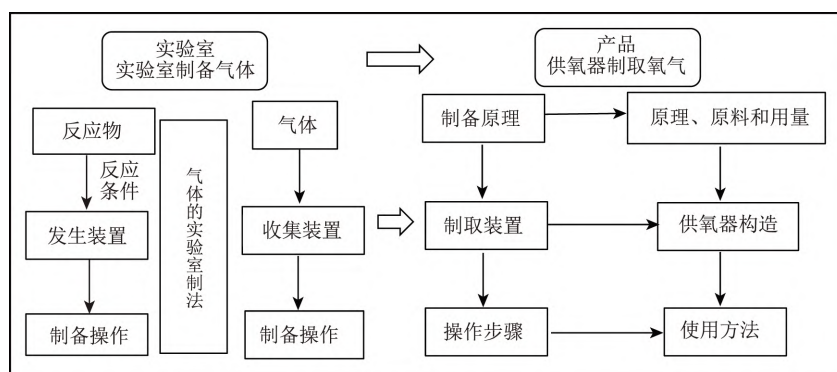


Fig 1 Analogous transfer of knowledge about preparation of oxygen from laboratory to oxygen supply system

图 1 实验室制备氧气到供氧器制取氧气知识类比迁移图

【活动 3】选择和优化供氧剂。

【问题 3】请根据资料卡片 1 所提供的信息，从定量角度分析比较几种供氧器的供氧效率。

【资料卡片 1】

已知：标准状况下，氧气的密度为 1.43 g/L，如果连续吸氧 25 min，制氧气的流量约为 1 L/min，产生氧气的纯度约为 90%。大约需要过氧化氢、水和高锰酸钾的质量各为多少克？

提示：产生氧气的质量 = 1.43 g/L × 25 min ×

1 L/min × 90% ≈ 32 g (相对原子质量：H—1；O—16)

【学生活动】学生以小组为单位对资料卡片 1 所提供的过氧化氢、水和高锰酸钾结合化学方程式进行计算、分析和对比制取等质量的氧气分别需要的质量。

【问题 4】请根据资料卡片 2 所提供的信息，从制氧原理、使用过程中存在的问题及成本的角度进行选择，哪种适合作为家用供氧器的反应试剂，理由是什么？

【资料卡片 2】

制氧剂	制氧原理	使用过程中存在的问题	成本 (价格参考淘宝网)
过氧化氢	$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$	具有一定的腐蚀性或刺激性。易发生分解，需避光，不易控制	约 3 000 元/吨
过氧化钠	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$	制取的氧气带有碱性废水	约 15 400 元/吨
过碳酸钠	$2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{加热} < 40^\circ\text{C}} 3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$	过碳酸钠遇水后可缓慢分解为碳酸钠和过氧化氢，遇催化剂二氧化锰后分解放出氧气	2 500~4 200 元/吨
氯酸钠	$2\text{NaClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$	分解释放氧气需要较高温度，且反应放热。需要催化剂，分解后有化学品残留，反应后的废料可能会引起环境污染	3 000~4 500 元/吨
高锰酸钾	$2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$	反应产生氧气速度快，不易控制	约 15 000 元/吨

【学生活动】学生以小组为单位对资料卡片 2 所提供的几种供氧剂，围绕供氧原理、使用过程中存在的问题及成本的角度进行讨论分析、对比优化，最终选择适合作为家用供氧器的反应试剂——过碳酸钠。

【教师活动】教师根据各小组汇报，引导学生从定性到定量，从反应条件易实现，反应物、生成物无毒、无污染，反应速率适中，产率较高，成本低等多角度优化供氧剂的选择，最终转化成工业生产原理选择的一般思路方法。

4.2 “家用简易供氧器”产氧速率的影响因素探究

【情境导入】教师播放一段有关“家用简易供氧器”——“氧立得”的使用视频，并引导学生思考视频中“家用简易供氧器”——“氧立得”产生氧气的原理是什么？

【活动 1】“家用简易供氧器”——“氧立得”的制氧原理探究。

【问题 1】根据资料卡片 3 所提供的信息，分析“氧立得”制取氧气的原理，并书写相关化学反应方程式。

【资料卡片 3】

“氧立得”中产氧主要试剂有 2 种, 其中 A 剂——过碳酸钠, 化学式: $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$, 又称过氧碳酸钠, 俗称固体双氧水, 是一种无机盐, 呈白色颗粒状粉末, 遇水可以分解为碳酸钠和过氧化氢。主要用作漂白剂、氧化剂、清洗剂、杀菌剂等; B 剂的主要成分为二氧化锰。

【学生活动】分析资料信息, 讨论交流并书写“氧立得”制取氧气的方程式。

【活动 2】“家用简易供氧器”——“氧立得”产氧速率的影响因素探究。

【问题 2】根据资料卡片 4 所提供的信息, 分析影响“氧立得”产氧速率的因素是什么, 如何设计实验验证该因素对产氧速率的影响?

【资料卡片 4】

◆“氧立得”使用【注意事项 1】

1. 发生器内桶应加入自来水(凉水), 严禁使用热水。
2. 夏季南方地区气温、水温偏高时, 每分钟供氧量增加, 供氧时间缩短。冬季北方地区气温、水温偏低时, 产氧减慢, 供氧时间拖长。

【学生活动】小组间围绕教师提供的资料卡片 4 信息进行讨论、分析、思考影响“家用简易供氧器”产氧速率的因素——温度, 并合作设计验证温度对产氧速率的影响实验装置(如图 2 所示)。

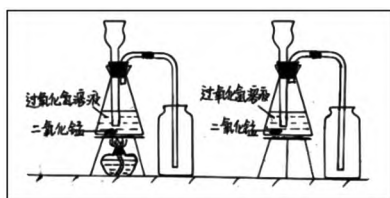


Fig. 2 Design of student experimental plan

图 2 学生实验方案设计

【教师活动】教师对学生问题的回答及设计的实验方案进行补充和完善, 并借助实验装置(如图 3 所示)利用相关化学试剂进行实验演示, 探究温度对“氧立得”产氧速率的影响。

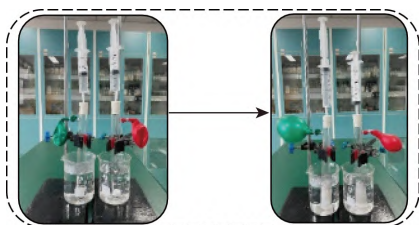


Fig. 3 Teacher's experimental demonstration device

图 3 教师实验演示装置

【问题 3】根据资料卡片 5 所提供的信息, 分析影响“氧立得”产氧速率的因素是什么? 如何设计实验验证该因素对产氧速率的影响?

【资料卡片 5】

◆“氧立得”使用【注意事项 2】

适用情况	A 剂	B 剂	平均供氧量/ (mL/min)	供氧时间/ min
保健吸氧	1 袋	1 袋	≥ 320	≥ 15
一般吸氧	2 袋	1 袋	≥ 500	≥ 25
一般缺氧性疾病	3 袋	2 袋	$\geq 1\ 000$	≥ 15

【学生活动】小组间围绕教师提供的资料卡片 5 信息进行讨论、分析、思考影响“氧立得”产氧速率的因素——浓度, 并合作设计验证 2 种不同浓度的过氧化氢溶液在二氧化锰催化作用下对产氧速率的影响实验装置(如图 4 所示)。

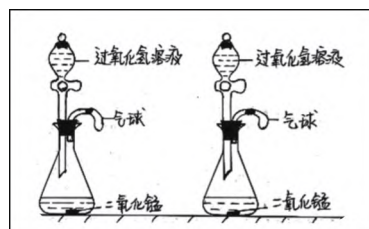


Fig. 4 Design of student experimental plan

图 4 学生实验方案设计

【教师活动】教师对学生问题的回答及设计的实验方案进行补充和完善, 并借助实验装置(如图 5 所示)利用“氧立得”试剂进行实验演示, 探究浓度对“氧立得”产氧速率的影响。

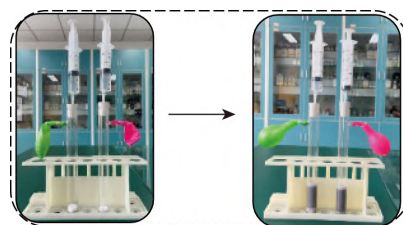


Fig. 5 Teacher's experimental demonstration device

图 5 教师实验演示装置

【问题 4】根据资料卡片 6 所提供的信息, 分析影响“氧立得”产氧速率的因素是什么, 如何设计实验验证该因素对产氧速率的影响?

【资料卡片 6】

◆“氧立得”使用【注意事项 3】

1. 先投入 A 剂(固体双氧水)后再投入 B 剂(MnO_2), 可快速制取大量氧气。
2. 供水困难时, 可在残液冷却后补充 A 剂(固体双氧水), 不加 B 剂(MnO_2), 可连续供氧。

3. 每次供氧停止后应将反应残液倒空洗净。

【学生活动】小组间围绕教师提供的资料卡片 6 信息进行讨论、分析、思考影响“氧立得”产氧速率的因素——催化剂，并合作设计验证催化剂对产氧速率的影响实验装置（如图 6 所示）。

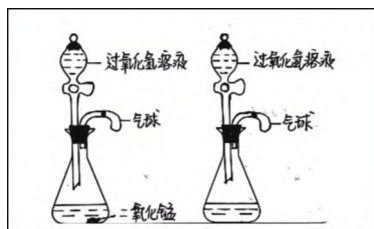


Fig. 6 Design of student experimental plan
图 6 学生实验方案设计

【教师活动】教师对学生问题的回答及设计的实验方案进行补充和完善，并借助实验装置（如图 7 所示）利用“氧立得”试剂进行实验演示，探究催化剂对“氧立得”产氧速率的影响。

【活动 3】拆解“家用简易供氧器”——“氧立得”制氧机。

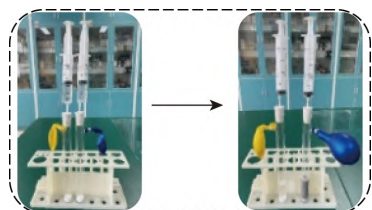


Fig. 7 Teacher's experimental demonstration device
图 7 教师实验演示装置

【教师活动】教师现场进行拆解“氧立得”制氧机，并进行投影展示“氧立得”制氧机相关构造图（如图 8 所示）和实验室制取氧气装置图（如图 9 所示），引导学生分析“氧立得”制氧机与实验室制氧气有什么相同之处。



Fig. 8 Structure of the "Oxygen Lide" oxygen generator
图 8 “氧立得”制氧机构造

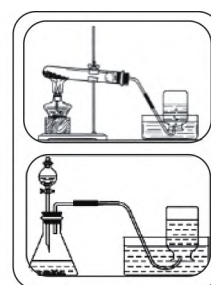


Fig. 9 Laboratory oxygen production equipment diagram
图 9 实验室制氧气装置

【学生活动】学生进行小组间交流讨论，将“氧立得”制氧机与实验室制氧气装置从“制”“氧气通路”“取”“净化”“加湿”“观察”等维度进行分析对比，并完成相关内容的填写（见表 2）。

表 2 “氧立得”制氧机与实验室制取氧气装置类比知识统计

Table 2 Knowledge statistics on the analogy between the "oxygen lide" oxygen generator and laboratory oxygen production equipment

装置	“制”	“氧气通路”	“取”	“净化”	“加湿”	“观察”
	锥形瓶	导管	集气瓶	(水)	水槽	集气瓶
	橡皮塞	导管口				
	反应仓	氧气通道	吸氧管（直接供给呼吸）	过滤器	加湿仓	观察窗
	上盖	氧气出口				

4.3 “家用简易供氧器”设计、制作与产品发布

【活动 1】自制“家用简易供氧器”产品发布。

【学生活动】学生以小组为单位依次派代表进行产品（图 10）发布会：汇报内容围绕以下 4 个

方面：①小组成员分工；②产品设计思路；③小组讨论优化过程；④产品工作原理（录制视频播放）。

【活动 2】自制“家用简易供氧器”评审交流。

【学生活动】评审小组对产品发布和产品本身

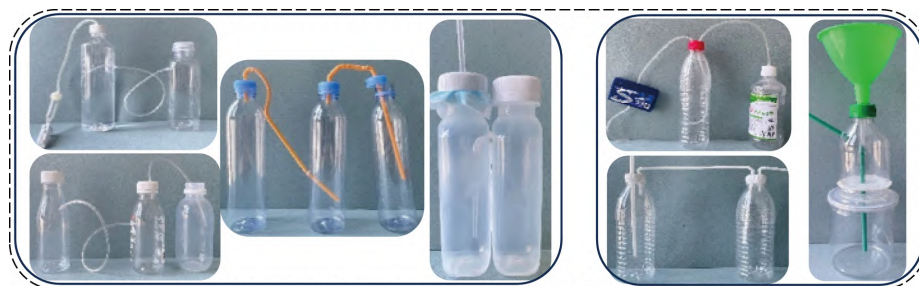


Fig 10 Student made "household simple oxygen supply" product collection diagram

图 10 学生自制“家用简易供氧器”产品集合

进行量化打分,依据具体的评价标准量表(如表 3 所示),和评审团内的成员交流商讨,做出最终评价,评审出各种奖项(最佳创意奖、最佳设计奖、最佳实用奖等)。

表 3 学生自制“家用简易供氧器”产品评价标准量表

Table 3 Student made "household simple oxygen supply device" product evaluation standard scale

交流互评	评价标准	评价等级		
		合格	良好	优秀
协同合作 (10分)	小组分工明确,以小组成员参与度计分:			
		合格	良好	优秀
	参与度	60%~70% (5~6人)	71%~89% (7人)	90%~100% (8人)
	计分	7	9	10
设计思路阐述 (20分)	小组代表发言,以语言表述程度计分:			
		合格	良好	优秀
	语言表述	语言流畅,声音洪亮	语言流畅,声音洪亮,逻辑性强	语言流畅,声音洪亮,逻辑性强,特色明确
	计分	12	16	20
优化装置 (35分)	小组内反思交流,优化改进,以装置功能计分:			
		合格	良好	优秀
	装置功能	发生装置,加湿装置,可观速率	发生装置,加湿装置,净化装置,可观速率	发生装置,加湿装置,净化装置,可观速率,方便携带,操作简单
	计分	25	30	35
使用效果 (35分)	小组展示,以展示得出氧气效果计分:			
		合格	良好	优秀
	展示效果	气密性良好,能够出氧气,操作较简单	气密性良好,持续出氧气,操作较简单	气密性良好,持续出氧气,操作简单、安全
	计分	25	30	35
统计		合格	良好	优秀
	总分	69~79	80~89	90~100

【教师活动】组织评审小组进行交流和讨论,公布评审结果,阐述评审理由。

【活动 3】自制“家用简易供氧器”产品优化。

【教师活动】教师根据学生制作的产品结合各小组评审汇报,对自制“家用简易供氧器”产品进行优化,并现场进行优化产品制取氧气实验演示

(如图 11 所示)。

【小结】教师对“家用简易供氧器”项目进行

总结, 引导学生回顾项目研究全过程, 提炼工业产品研发的一般思路(如图 12 所示)。



Fig 11 Teachers optimize the product diagram of “household simple oxygen supply device”

图 11 教师优化“家用简易供氧器”产品

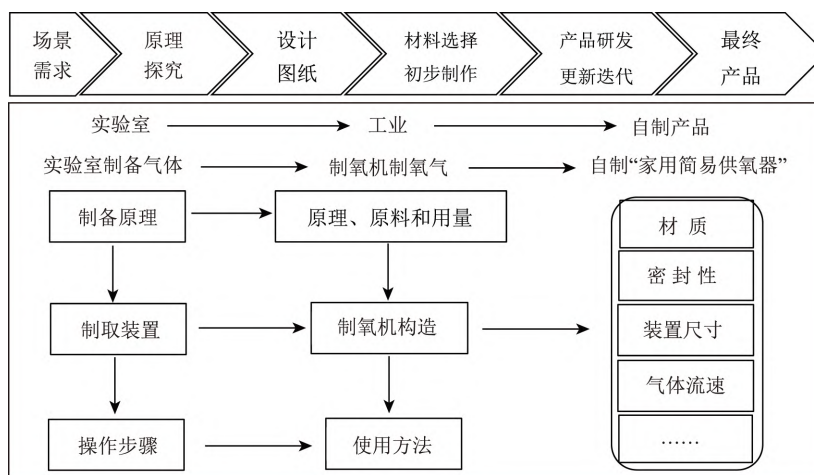


Fig 12 General ideas for industrial product research and development

图 12 工业产品研发的一般思路

5 项目教学反思及改进建议

本项目通过戍边战士便携氧气罐补充氧气、飞机上供氧系统的介绍, 生活中制氧机使用场景的讨论等环节使学生感受特定需求下制作供氧器的意义和价值, 同时让学生认识到“化学源于生活又服务于生活”, 逐步形成对化学促进社会可持续发展观的正确认识, 感悟到学科真正的社会价值。本项目实施过程中, 无论是“氧立得”产氧速率的影响因素探究还是“家用简易供氧器”的设计与制作都让学生充分经历了科学探究的一般过程, 极大地激发了学生的学习兴趣, 发展了学生的“科学探究与实践”以及“科学态度与责任”的核心素养。另外, 在项目设计过程中注重开展跨学科实践活动, 注重将问题解决线、知识逻辑线、素养发展线等紧密结合, 拆解复杂任务和设计系列活动, 实现问题解决过程与核心知识的获得、能力和素养的发展自然融合。通过项目的设计与实施, 建议教师在开展项目

化教学过程中要注重驱动型问题的设计, 问题设计要指向性明确, 问题间要有连续性和进阶性, 能促进学生的深度学习。另外, 教师在教学过程中还应注重学生在学习过程中的表现, 不能单纯地给学生以传统的终结性的评价, 更应该注重过程性评价和在学习过程中表现出来的创新意识和实践能力, 注重提高学生自我评价、自我反思的能力, 真正实现以评促学、以评促教, 发挥评价的育人功能。

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] 江合佩, 林艺玲. 化学教与学, 2023(1): 7-8
- [3] 张雄鹰. 化学教与学, 2021(8): 23-25
- [4] 张虹利, 魏锐, 黄鸣春. 化学教育(中英文), 2022, 43(9): 90-94
- [5] 李晓倩, 刘翠, 王磊, 等. 化学教育(中英文), 2020, 41(17): 43-46

Project-Based Design and Implementation of Interdisciplinary Practice Activities in Junior High School Chemistry: Household Simple Oxygen Supply Device

WANG Chun^{1*} GUO San-Xian^{2*} WANG Qing-Yuan³ XI Chong-Fei²

(1. Beijing Institute of Education, Beijing 100120, China;

2. Beijing Tongzhou Campus of Beijing No. 2 Middle School, Beijing 101117, China;

3. Beijing Tongzhou District Teacher Training Center, Beijing 101199, China)

Abstract Based on the interdisciplinary practical activity integrated project-based learning curriculum model, with the project theme of “household simple oxygen supply”, project-based learning activities for the production of “household simple oxygen supply” are carried out from the selection of oxygen production agents, optimization of oxygen production agents, principles of oxygen production, influencing factors of oxygen production rate, and manufacturing of oxygen production institutions, effectively integrating knowledge from disciplines such as chemistry, physics, mathematics, and engineering technology, help students integrate multidisciplinary knowledge into practical production to solve practical problems, experience the real process of scientific exploration, understand the application value of chemistry in social development and practical life production, effectively construct the core knowledge system of junior high school chemistry, and actively promote the comprehensive development of students’ chemical core literacy.

Keywords interdisciplinary practical activities; junior high school chemistry; project design; project implementation