高中化学“三师课堂”教学实践研究
——以“氯气的性质”为例

李昌滨[1],刘薇[2]
(1. 通化市教育学院，吉林 通化 134001；2. 通化钢铁集团有限责任公司第一中学，吉林 通化 134003)

摘　要:在教育数字化不断深化的大背景下,由专任教师、学生小先生以及智能辅助平台共同组成的“三师课堂”,为高中化学课堂改革提供本土化实践路径。文章以人教版高中化学必修第一册“氯气的性质”一课为实践载体,搭建“情境感知—合作探究—迁移创新”三阶教学模式,将实践育人理念与人机协同教学策略融入教学设计,系统梳理模式的理论依据、角色分工、协同运行机制与课堂实施流程。教学实践结果表明,该模式能够有效化解传统化学课堂高危实验难以开展、探究学习流于表面等现实问题,助力学生化学学科核心素养的发展,也为高中化学实验课的智慧化转型提供可借鉴的实践样本。

关键词:“三师课堂”;高中化学;氯气的性质;三元协同;学科核心素养

A Practical Study on the “Three-Teacher Classroom” in Senior High School Chemistry: A Case Study of Properties of Chlorine

LI Changbin[1], LIU Wei[2]
(1. Tonghua Institute of Education, Tonghua 134001, Jilin;
2. No.1 Middle School of Tonghua Iron and Steel Group, Tonghua 134003, Jilin)

Abstract: With the deepening of educational digitalization, the “Three-Teacher Classroom”, which consists of full-time teachers, student junior teachers and intelligent auxiliary platforms, provides a localized practical path for the reform of high school chemistry teaching. Taking Properties of Chlorine from Compulsory Volume 1 of the PEP high school chemistry textbook as the research carrier, this paper constructs a three-phase teaching model of “situation perception-cooperative inquiry-transfer and innovation”. Integrating the practical education concept and human-machine collaborative teaching strategy, it systematically sorts out the theoretical basis, role division, collaborative operation mechanism and classroom implementation process of the model. Teaching practice shows that the model can effectively solve practical problems such as difficulties in carrying out high-risk experiments and superficial inquiry learning in traditional chemistry classrooms. It facilitates the development of students’ disciplinary core competencies in chemistry and offers referential practical samples for the intelligent transformation of high-school chemistry experiment courses.

【收稿日期】2026-07-14
【作者简介】李昌滨,通化市教育学院高中化学教研员,一级教师;刘薇,通化钢铁集团有限责任公司第一中学,高级教师。

Keywords : Three-Teacher Classroom; High School Chemistry; Properties of Chlorine; Ternary Collaboration; Disciplinary Core Competencies

一、理论基础

(一)实践导向的教育理念

现代教育观认为,知识获取并非被动接收信息的过程,学习者需要依托真实场景、动手实践与问题解决完成学习活动。课堂教学应当立足现实生活,重视实践体验,回归学生的认知实际,推动学生由机械记忆转向主动建构认知体系[1]。该观点与陶行知提出的“做中学”教育思想高度契合,突出实操体验在学习活动中的价值,也为多元协同课堂模式奠定理论根基。“三师课堂”作为多元协同教学的新型形态,其本土化应用价值已经得到现有研究的验证[2]。

落实到高中化学教学层面,新课标强调以素养发展为导向,重视实践育人。但氯气这类具备危险性的实验内容,受课堂安全条件制约,多数情况下只能由教师完成演示或者播放现成实验视频。学生缺少亲身参与探究的机会,只能机械记忆实验现象与结论,这与化学学科以实验为基础的学科特点相背离。陶行知“做中学、学中思、思中悟”的教育思想,对高危化学实验教学具备现实指导意义。“三师课堂”依靠专任教师把控课堂安全、学生小先生落实同伴互助、智能仿真系统补充实验短板,破解高危实验“只能观摩,无法实操”的教学困境,让实践育人真正落实到化学课堂。

(二)主动建构的学习理论

学习是学习者在特定情境中,依托他人协助与各类学习资源,自主搭建个人认知框架的过程[3]。小组协作、同伴互助、任务驱动等课堂组织形式,能够帮助学生从浅层记忆走向深层次理解,为课堂组织形态优化提供理论支撑。

高一是学生认知方式的转型期,学生要从初中阶段偏具象的化学学习,逐步过渡到高中阶段逻辑推理为主的抽象学习。面对氯水成分推断、次氯酸漂白原理这类看不见摸不着的抽象知识点,如果仅依靠教师口头讲授,学生很难独立完成认知建构。在三师课堂环境下,教师借助小组分工探究,搭配学生小先生的同伴帮扶,能够降低学生的认知门槛。学生可以结合实验获取的证据开展逻辑推导,自主总结化学规律,而不是直接接纳教材给出的既定结论,真正实现知识的自主建构。

(三)人机协同的教学逻辑

智能技术进入课堂的定位是辅助教学,不能完全替代教师开展教学活动[4]。智能平台主要承担学情诊断、学习资源供给、课堂反馈、仿真演示等事务性工作,把教师从大量重复性教学工作中释放出来,将更多精力投入教学目标设计、课堂安全管控、思维启发以及价值引领,形成“教师主导、智能系统辅助”的课堂运行模式[5]。

氯气实验带有毒性与腐蚀性,实物实验很难让全体学生反复观察微观层面的反应变化。虚拟仿真实验平台可以规避实物操作带来的安全隐患,反复演示分子层面的反应过程,弥补实物实验仅能观察宏观现象的局限。智能系统无法替代学生动手完成实物实验与独立思考,只承担学情研判、微观过程演示、测评反馈等辅助工作,由此体现“教师主导、智能系统辅助”这一模式适配高危化学实验教学的独特优势。

(四)三阶递进的课堂范式

教学活动需要顺应学生认知发展规律分阶段推进:第一阶段激活情境,明确课堂探究任务;第二阶段开展探究实践,完成知识建构;第三阶段实现迁移运用,达成素养提升。三个教学环节层层递进,形成闭环式学习流

程,这与马佳倩研究提出的“情境激活—探究实践—迁移应用”三阶框架相吻合[6],为本课的课堂实施提供清晰的思路。

二、三师角色与协同机制

(一)三师角色定位

1. 专任教师:课堂整体规划者、安全管控者与价值引领者。主要负责确立教学目标,设计课堂任务,规范实验操作,把控课堂节奏,在学生思维卡点处做好启发引导,落实科学态度与社会责任维度的育人目标[7]。

2. 学生小先生:小组学习组织者、实验协助者和同伴帮扶者。负责小组内任务分工,维持小组学习秩序,协助开展实验操作,记录实验现象,汇总小组观点,带动小组成员参与课堂学习[8]。

3. 智能辅助系统:学情分析工具、学习资源载体以及即时评价工具。可实现课前预习检测、学情数据分析、虚拟仿真实验展示、作业即时批改、分层资源推送等功能,以此提升课堂教学的针对性与整体效率[5]。

(二)三元协同机制

为了更直观地展示专任教师、学生小先生和智能辅助系统(简称“三师”)在课前、课中、课后不同阶段的职责和协同方式,用表格形式进行归纳(见表 1)。

表 1 “三师”协同机制

阶段	专任教师职责	学生小先生职责	智能辅助系统职责	三元协同机制
课前	1. 完成教学设计与安全预案; 2. 确定教学目标与任务	1. 接受专任教师的分工培训; 2. 熟悉实验流程与操作规范	1. 开展预习诊断,提供基础题目检测; 2. 分析学情,生成报告	教师设计教学,智能系统诊断学情,小先生接受培训,三者共同为课堂做准备
课中	1. 负责课堂安全与引导; 2. 强调实验安全规范; 3. 关键点拨与总结	1. 组织小组实验与合作; 2. 指导操作、记录现象、汇总观点; 3. 维持小组秩序	1. 提供虚拟实验演示; 2. 即时反馈实验结果与学情; 3. 分层推送学习资源	教师主导安全与引导,小先生组织实验与合作,智能系统提供虚拟演示与即时反馈,三者协同推进课堂进程
课后	1. 进行精准辅导与总结评价; 2. 梳理核心知识点与育人价值	1. 开展同伴互助,分享探究收获; 2. 组织组内互评与建议补充	1. 推送分层作业; 2. 自动批改作业,统计错题; 3. 生成共性错题集	教师辅导总结,小先生同伴互助,智能系统推送作业与反馈,三者共同促进知识巩固与素养提升

专任教师在整个教学过程中起主导作用,负责教学目标的设定、教学过程的引导与安全监控,以及课后的精准辅导与总结评价。学生小先生作为小组学习的组织者与同伴互助者,负责实验的具体操作指导、小组内的秩序维护与观点汇总,以及课后的同伴互助与组内互评。

智能辅助系统:通过预习诊断、学情分析、虚拟实验演示、即时反馈与分层推送等功能,为教学过程提供数据支持与资源供给,提高课堂的精准度与效率。

三、“氯气的性质”教学设计

(一)教学基本信息

本研究以“氯气的性质”教学设计为例,探索高中化学“三师课堂”教学实践创新路径,课程教学基本信息如表 2 所示。

表2 “氯气的性质”教学基本信息

项目	内容
学科	高中化学
年级	高一
课题	氯气的性质
教材版本	人教版高中化学必修第一册
课时	1课时(45分钟)
课型	实验探究课
教学重点	氯气的主要性质;与水、碱的反应及漂白性
教学难点	氯水成分推理及次氯酸的漂白性

(二)教学准备

实验用品:氯气(集气瓶)、氯水、干燥与湿润有色纸条、NaOH溶液、$AgNO_3$溶液、稀硝酸、石蕊试液、试管、滴管、护目镜、尾气吸收装置等。

数字资源:情境视频、虚拟仿真实验、即时检测系统、生活安全素材库。

人员准备:提前组织各小组学生小先生学习氯气制备、性质、安全规范等知识,练习滴管加液、集气瓶密封等实验操作;练习组织讨论、处理冲突、正向反馈等教学技巧;使用虚拟实验平台预演高危操作,借助学情系统分析组员盲区,掌握智能教学工具应用。通过这样系统且有针对性的培训,确保小先生能够胜任在课堂中的角色,助力教学目标的达成。

(三)三阶闭环教学实践

第一阶段:情境感知——激活经验、明确任务(0—5分钟)

教师从学生熟悉的日常生活场景切入,依次展示自来水厂消毒车间的短视频、家用84消毒液的实物图片、氯气泄漏应急处置的新闻片段,结合学生生活经验提出三个递进式驱动问题:日常饮用的自来水为何能放心饮用,氯气发挥了什么作用?家用漂白剂能快速去除衣物污渍,其漂白原理与氯气有关吗?新闻中提到氯气泄漏会危害人体健康,遇到类似危险时应采取哪些正确的自救措施?通过这些贴近生活的问题,自然引出本节课的核心探究主题——“氯气的性质”,激发学生的探究兴趣与求知欲。

学生小先生按照课前培训的流程,快速组织本组组员开展1分钟简短交流,鼓励每位同学主动分享自己生活中接触过的含氯制品,同时记录本组同学共同的认知误区和疑问,并将疑问汇总后举手反馈给教师,为后续针对性探究做好铺垫。智能辅助系统同步推送3道基础的预习诊断题目, 聚焦氯气的基本物理特征和常见用途,学生完成后系统立即自动批改,快速生成班级学情概况并投屏展示。根据学情反馈,智能系统同步播放与氯气相关的情境动画,直观展示氯气的颜色、状态以及泄漏后的扩散过程,强化学生安全意识,明确本节课学习重点与方向。

第二阶段:合作探究——动手操作、证据推理(5—30分钟)

教师结合学情反馈,明确本节课四项核心探究任务,强调统一的实验安全规范:氯气具有强烈的刺激性和毒性,所有实验需在通风良好的环境中按步骤开展;闻气体采用扇闻法,严禁直接凑近瓶口;尾气需通入氢氧化钠溶液吸收,严禁随意排放;出现不适立即停止实验并报告教师。叮嘱完毕后,教师全程巡视,重点关注操作规范性与实验安全,及时纠正不规范操作、点拨困难小组。

学生小先生组织组员开展协作探究,每组4人并明确分工:一人负责实验操作,一人负责观察记录,一人负

责实验协助,一人负责汇报准备。学生小先生发挥桥梁作用,提醒纠正不规范操作、组织讨论分歧观点、汇总疑问请教教师,确保探究高效推进。

第一项任务:观察氯气的物理性质。学生小先生带领组员在教师指导下,于通风橱旁规范观察集气瓶中氯气,发现其为黄绿色气体,瓶口有轻微白雾;按扇闻法闻气味,记录刺激性气味特征;取 2mL 蒸馏水于试管中,通入氯气至溶液呈浅黄绿色,推断氯气具有一定溶解性。结合实验现象与教师点评,组员共同总结氯气的物理性质:黄绿色、有刺激性气味、气体、可溶于水,密度比空气大。

第二项任务:漂白性对比探究。学生小先生组织组员准备两支干燥试管,分别放入干燥与湿润有色纸条,通入少量氯气,观察到干燥纸条不褪色、湿润纸条迅速褪色,引导组员推测漂白性与氯气和水反应生成的新物质有关。

第三项任务:氯水成分检验。学生小先生带领组员取少量氯水于试管,分三步检验:滴加 2—3 滴石蕊试液,溶液先变红,30 秒内迅速褪色,推断氯水中含有氢离子和漂白性物质;滴加硝酸银溶液和稀硝酸,有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成,推断含有氯离子;结合两步现象,推理得出氯水中主要成分包括氯气、水、次氯酸、氢离子、氯离子,其中次氯酸是漂白性核心物质。

第四项任务:氯气与碱的反应。学生小先生组织组员将氯气通入氢氧化钠溶液,观察到黄绿色气体消失、溶液澄清,推理得出氯气与氢氧化钠反应生成可溶于水的物质,理解该反应在实验室尾气处理和 84 消毒液制备中的应用。智能辅助系统同步播放虚拟仿真实验,展示氯气与水、碱反应的微观过程,帮助学生突破理解难点。各小组探究结束后,学生小先生代表上台分享,其他小组提问,教师最后归纳提升,梳理知识框架、强化证据推理思维。

第三阶段:迁移创新——解决问题、素养升华(30—45 分钟)

教师结合课堂所学知识抛出真实情境问题:家庭饲养观赏鱼,为什么自来水需要晾晒之后才能用来养鱼?84 消毒液为什么不能和洁厕灵混合使用?实验室或者现实生活中遇到氯气泄漏,可以采取哪些自救手段?学生结合课堂所学展开讨论作答,教师适时指导,帮助学生搭建“物质性质—实际用途—安全防护”的逻辑链条。不同层次学生的课堂表现存在一定差异:基础薄弱的学生可以借助氯气基础性质完成简单作答;中等水平学生可以结合次氯酸分解、氯气与酸的反应解释现象;学有余力的学生可以进一步延伸到生产生活中的风险防控思路。

学生小先生组织组员梳理本节课知识框架,并开展组内互评,互相交流课堂收获与不足,给出改进建议。智能辅助系统推送分层练习题,基础习题侧重物质性质记忆、化学方程式书写;提升习题偏向实验现象解释、物质成分推理与现实情境应用。学生完成作答之后系统自动批改,统计班级共性错题并投屏,教师针对高频错题进行重点讲解。课堂结尾,教师梳理本节课核心知识点,肯定学生课堂表现,介绍氯气的实际应用价值,反复强调实验安全准则,将知识学习和科学态度、社会责任教育相结合,落实育人目标。

四、教学成效

第一,课堂结构明显优化。教师、学生小先生、智能系统分工明确、协同顺畅,课堂从单向讲授转向多元互动,学生参与度显著提高。

第二,高危实验开展难题得到有效破解。氯气实验风险较高,传统课堂难以分组实施。本节课通过小组规范操作、学生小先生协助、智能虚拟补充、教师全程管控,实现了安全、有序的分组探究,让学生真正在做中学。

第三,规模化课堂实现个性化支持。智能系统快速诊断学情,学生小先生开展同伴帮扶,教师聚焦重点点拨,使大班教学也能实现精准施教、分层适配。

第四,学科核心素养落地更加扎实。学生在实验中提升探究能力,在推理中发展科学思维,在生活问题讨论中树立安全与责任意识,实现知识、能力、品格协同发展。以下数据均来自本次“氯气的性质”教学实践,实验操作规范率依据课前制定的《氯气实验操作评分表》(含实验操作规范性、安全操作等5项核心指标,满分100分,80分及以上视为规范)统计,实践前操作规范人数为59人(68.6%),实践后为79人(91.9%),约提升至92%;证据推理题选取8道课后测试题(满分40分),统计班级平均正确率,实践前平均正确率为55%,实践后为90%,提升35个百分点。操作规范率与证据推理正确率提升体现的不只是学生记忆知识点能力的提高,还有三元协同模式带来的结构性改变。大班课堂中教师很难兼顾每一组学生,学生小先生就近完成实操帮扶,弥补教师精力有限的短板;智能系统课前课后完成学情统计,精准定位学生知识漏洞;教师把更多精力放在思维引导与价值教育。三者协同推动学生从单纯观看演示实验,转变为亲身参与探究、依托实验证据推导结论,落实“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”化学核心素养。

第五,课堂反馈效率大幅提升。预习、探究、练习全过程实现快速反馈,减少无效等待,课堂节奏更加紧凑高效。

五、存在问题与改进方向

(一)存在问题

一是不同学生小先生的组织协调、指导水平参差不齐,部分小组探究进度差距较大。部分学生逻辑思维能力较强,但缺少沟通组织能力,很难带动全部组员参与;部分小先生实验操作指导到位,却难以启发组员突破思维误区。同时,学生小先生自身化学知识储备有限,面对课堂上超出预设的疑问时,很难给出严谨科学的解释,对专任教师的即时补位提出很高要求。

二是智能工具介入课堂的时机还需要优化,如果过早给出提示,会限制学生独立思考空间[5]。智能仿真实验直观形象,但过度依赖虚拟仿真,容易弱化学生对真实化学实验的感知体验。

三是课堂实验环节多,整体课时紧张,学生操作速度不一致,容易出现课堂“前松后紧”的情况。氯气性质探究包含多组对照实验、物质检验操作,小组之间操作快慢差异进一步放大课时压力,迁移创新环节的生活情境讨论有时被迫压缩。

四是过程性综合评价体系仍不完善,学生创新想法、小组协作、敢于质疑等维度的评价有所缺失。现有评价更多依托智能系统客观习题数据,对于学生在探究过程中的思维表达、安全习惯、同伴互助表现缺少可量化、可记录的评价载体。

(二)改进方向

一是完善小先生选拔、培训与激励制度。课前除了巩固学科知识与实验操作,还要开展小组沟通话术培训,划分实验实操、小组组织、思维启发三类专项模块开展训练,配套简易课堂工作手册,明确学生小先生的课堂任务与沟通策略。增设课前模拟试讲演练,预设课堂高频疑难问题,教会小先生遇到无法解答的问题及时转交专任教师,避免错误知识输出。

二是优化智能系统使用策略,坚持“按需调用,不替代学生独立思考”,主要用于学情诊断、仿真演示、测评反馈;划定智能系统启用边界,在学生自主推理探究阶段关闭提示功能,仅在微观机理展示、学情测评、重难点突破环节调用智能资源。树立“实物实验为主、虚拟仿真补位”原则,实物可安全开展的实验优先动手实操,高危、微观难以观测的反应过程再启用仿真资源,实现虚实实验优势互补。

三是将课堂任务划分为基础任务与拓展提升任务,保障全体学生完成基础学习目标,同时满足学有余力学

生的发展需求。课前借助学情诊断预判学生学习快慢,课中由小先生协助,优先保障基础任务完成;拓展任务作为弹性内容,时间充裕时组织交流,课时紧张情况下可布置为课后探究任务,缓解课时压力,避免迁移创新环节被过度压缩。

四是搭建多元评价体系,将课堂参与度、实验操作水平、小组协作表现、创新性观点、安全规范执行情况纳入评价范围,兼顾过程性评价与结果性评价,形成个性化、适应性与生成性评价方案。设计简易课堂观察量表,由专任教师、学生小先生双向记录小组探究表现;智能平台除客观习题批改外,增设开放性问题上传端口,留存学生推理、质疑的思维成果。

六、结语

将三元协同理念运用于高中化学“氯气的性质”教学,能够有效整合教师引领、同伴互助与智能支持的优势,在保障实验安全的前提下,让探究更真实、合作更高效、指导更精准。课堂从知识传递转向素养培育,从封闭讲授转向开放探究,从单一主体转向多元协同,既顺应教育数字化趋势,也契合实践育人的内在要求[10]。

本案例形成的实施路径与操作模式,可为高中化学同类实验课程提供可借鉴、可复制、可推广的实践范式,对推动课堂高质量转型、落实学科核心素养具有积极意义。

参考文献:

[1] 刘来兵. “三师课堂”:三元协同育人导向的课堂新样态[J]. 天津师范大学学报(社会科学版),2024(1):26-30.
[2] 周洪宇,杨朝晖,操太圣,等. “三师课堂”的理论建构与实践样态(笔谈)[J]. 天津师范大学学报(社会科学版),2024(1):9-26.
[3] 陶行知. 陶行知教育文集[M]. 成都:四川教育出版社,2005.
[4] 韦耀阳. “三师课堂”的育人逻辑、价值旨归与实践困境突破研究[J]. 教师教育论坛,2023(12):14-22.
[5] 李坤艳. 三师课堂中“AI智能师”的概念溯源、内涵辨析与实践边界[J]. 教师教育论坛,2023(12):6-13.
[6] 马佳倩. 教育数字化背景下“三师课堂”教学模式的构建与应用研究[J]. “生活·实践”教育研究,2025,1(3):80-86.
[7] 任平. 共学共生:信息技术赋能“三师课堂”的“理”与“路”[J]. 天津师范大学学报(社会科学版),2024(1):30-34.
[8] 甘学文. 从“小学科学实践活动”看“三师课堂”的建构与价值[J]. “生活·实践”教育研究,2025,1(4):100-105.
[9] 周洪宇,李坤艳. 面向大规模因材施教的人机协同模式构建——以“三师课堂”为例[J]. 教育科学研究,2026(9):59-67.
[10] 杨朝晖. 从陶行知的“师生共生活”到数智化时代“三师课堂”[J]. 天津师范大学学报(社会科学版),2024(1):15-19.

[责任编辑:叶柳]