

AI赋能优化课堂化学教学实验的应用研究

——以沪教版“探究水的组成”为例

张玉莲

苏州市第一初级中学，江苏 苏州 215000

DOI: 10.61369/ETR.2025250048

摘要：以“探究水的组成”为例，设计以“AI+实验学习情景”为核心的教学方案，旨在通过AI呈现的化学史料的历时性考察、氢气燃烧反应探究、AI辅助学生水电解实验等多元研究路径，进而构建物质成分解析的科学方法论框架。该教学设计通过实证研究与历史研究相结合的模式，深化学生对物质组成分析原理的认知。通过了解科学家如何通过实验探索水的组成，培养学生像科学家一样的思维方式，并培育其基于实验证据与理论推演的学科研究能力。

关键词：AI赋能；水的组成；氢气燃烧；物质组成

Application Research on the Use of AI to Optimize Classroom Chemistry Teaching Experiment—Taking “Inquiry Into The Composition of Water” in Shanghai Education Edition as an Example

Zhang Yulian

Zhenjiang No.1 Junior High School, Suzhou, Jiangsu 215000

Abstract： Taking the exploration of water composition as an example, a teaching plan centered on 'AI + experimental learning scenarios' is designed. This plan aims to construct a scientific methodology framework for analyzing material components through various research approaches, such as the historical examination of chemical historical materials presented by AI, the investigation of hydrogen combustion reactions, and AI-assisted experiments on water electrolysis. By integrating empirical research with historical studies, this teaching design deepens students' understanding of the principles behind material composition analysis. Through understanding how scientists explore the composition of water through experiments, students are encouraged to think like scientists and develop their ability to conduct scientific research based on experimental evidence and theoretical reasoning.

Keywords： AI empowerment; composition of water; hydrogen combustion; composition of substances

一、教学设计背景

AI赋能指通过人工智能技术（如机器学习、自然语言处理、虚拟现实等）对教育场景进行智能化改造，实现教学资源精准适配、学习过程动态优化、教学决策数据驱动。在初中化学教育中，AI赋能体现为智能实验模拟、个性化学习设计、跨学科关联分析等功能，旨在突破传统学科壁垒，提升学生综合问题解决能力。

在化学科学领域对“物质组成”的认知演进呈现鲜明范式特征。自拉瓦锡确立定量分析原则以来，该领域相继经历宏观元素解析、微观粒子探析及动态机理阐释三重认知革命，构建起“经验描述—模型建构—机理推演”的立体化认知框架。这种从单一经验判断向多维证据链验证的转变，本质上反映了交叉学科技术推动

下，研究范式由定性推测到定量建模的方法升级。

化学教育领域中“物质组成”主题的课程架构遵循认知发展的双重递进规律：纵向体现为学段间认识视角的层级跃迁（宏观辨识→微观探析→符号表征），横向呈现为素养要素的螺旋深化（概念理解→模型建构→系统推理）。化学课程理念是以促进学生核心素养发展为导向，使学生从化学的视角认识物质世界，能从元素、原子、分子视角初步分析物质的组成及变化，认识在一定条件下通过化学反应可以实现物质转化的重要性；教师应当引导学生经历真实的探究过程，注重运用现代化技术手段，加强探究活动中的科学思维，基于科学探究与实践活动构建化学观念。^[1]根据化学新课标中这些相关课程内容要求，初中阶段应侧重于引导学生从物质、元素宏观视角和原子、分子微观粒子视角对物质的基本组成进行辨识和表征。通过水的电解实验建立“物质可分解性”

课题信息：苏州市姑苏区教育科学规划专项研究课题《AI赋能下初中化学跨学科主题学习的设计与实施研究》gs2503008。

作者简介：张玉莲（1977.02—），女，汉，江苏常熟人，本科，中学一级教师，研究方向：课堂教学实践、教学方法研究。

的单元认知结构,同时借助氢氧燃烧产物分析形成“元素守恒”的多点关联结构。这种结构化教学设计要求教师搭建“脚手架”实现认知跨越。

学生通过学习沪教版初中化学教材第1章至第2章^[9]前三节新授课内容,对空气、氧气等常见物质有了一定的认识角度,但是还没有形成对物质有序、系统的认识,还没有建立物质的分类、组成、性质、变化、制备和用途等角度之间的关联。学生虽然在初二物理中掌握了一些有关水的三态变化的具体知识,但是缺乏在实际问题背景中体会知识的应用。所以,本节课的教学定位是基于前五节新课学习基础上探究“水的组成”的核心知识,形成研究纯净物元素组成的基本思路与方法,通过学生实验“水的组成及变化的探究”构建研究物质组成的主题模型的教学课。

在使用 AI 梳理课本有关“物质组成”内容时,教师预先输入清晰的知识点逻辑链与教学目标,提高 AI 的工作效率和介入边界。在探究水的组成时,通过 AI 实现实时资料检索与实验错误预警,重现卡文迪许氢气燃烧实验的情景。水的通电解实验数据对比,最终引导学生自主完成实验室制取氧气的原料选择,使知识建构始终锚定“宏观-微观-符号-应用”四重表征的系统性整合。

二、教学目标分析

1. 通过 AI 辅助、组内讨论、交流,梳理前面学习到“组成”的所学内容,对应着具体知识,提炼出“混合物的组成通过物理分离后研究、纯净物通过化学变化研究物质组成”的认识角度,建立物质分离的一般思路和方法。^[10]
2. 通过 AI 查询科学家探究水的组成的历史,学习和体会科学家进行科学探究的方法和敢于质疑的科学精神;初步了解研究纯净物组成的一般方法(“合”法),初步构建研究纯净物组成的思维模型。
3. 通过 AI 重现氢气燃烧实验、学生进行水的通电解实验、利用 AI 对实验数据的分析,得出水的宏观组成,构建研究物质组成的一般方法,初步形成元素守恒的化学观念。在“氢气燃烧实验”中关注化学实验室安全警示标志,学习妥善应对实验安全问题的必要措施,具有预防化学实验安全事故的意识。
4. 通过 AI 呈现的太空“制氧”问题,对比实验室制氧,建立选择制氧试剂的一般思路,完善“物质制备要求”观念的建构,学会用辩证、对比的思维看待问题,认识到能根据元素守恒观念了解物质的组成与物质的变化之间的关系。^[9]

三、AI 赋能课堂化学实验教学实施流程

在课上结合“从空气中分离出氧气”“砂糖灼烧”的对比分析,利用细节性问题建立事实信息的基础,学生随后可以利用这些信息,回答更深层次且更复杂的问题,建立混合物分离、纯净

物研究组成的一般思路和方法。随着学生逐步完成作答,他们也在不断进行更高层级的思维训练。^[8]在类别阶段,学生根据问题列举出各种例子,并确定某一类别的重要特征。在阐述阶段,学生使用这些例子形成观点,得出结论。在依据阶段,学生寻找化学史实依据来支持他们的主张,并模拟科学家对其进行实验论证和评价,学习和体会科学家进行科学探究的方法和敢于质疑的科学精神,从宏观角度辨识、发展对物质宏观组成的的辨识,初步体验研究物质组成的一般方法,深化“在一定条件下通过化学反应可以实现物质转化”的化学观念。



四、教学环节(问题链)

1. 寻找“组成”:关于“组成”,我们课本中在哪里涉及过?今天请大家使用 AI 检索一下?检索条目是什么?思考不同物质种类的组成的研究方式有何不同?

2. 如何“组成”:混合物通过什么变化研究组成?纯净物通过什么变化研究物质组成?

【学生小组交流,教师提炼】

(1) 研究空气的组成,利用氧气和氮气的沸点不同进行分离得到液氧,利用的是物质的物理性质的不同。研究砂糖的组成元素,通过灼烧的方法得到黑色的碳,得出砂糖中含有碳元素。^[7]

(2) 混合物利用物质之间物理性质的不同进行分离来研究组成。纯净物通过化学变化研究物质的元素组成。

3. 确定“水的组成”,我们可以通过什么方法研究?

【学生讨论】水是纯净物,可以通过水的化学变化来研究,也就是可以通过生成水的化学变化或水的分解来研究水的组成。

4. 请找出依据来支持你们的主张,并对其进行论证和评价。

(1) 【学生讨论】以小组的形式进行短暂的合作式学习,并进行便利贴式头脑风暴。

AI检索资料:“人们对水的组成的研究历史”

学生阅读检索出的结果,小组讨论、归纳几个重要的研究节点:哲学猜想、燃素说破产、卡文迪许实验验证和理论完善,拉瓦锡确立水是 H₂O,最终由尼科尔森和卡里斯尔利用电池进行对

水通电的实验。

【追问】认识水的组成的开始是研究哪个实验？

【学生】认识水的组成的开始是研究氢气的燃烧实验并研究其产物。

模拟科学家研究“水的组成”的实验：

【学生实验】【探究氢气燃烧的产物】在空气中点燃纯净的氢气，并在火焰上方罩一个干燥的烧杯，观察现象。说说可以推断出什么结论？

【学生讨论，教师提炼】纯净的氢气在空气中安静的燃烧，产生淡蓝色的火焰，放出大量的热，烧杯内壁凝结有水雾。氢气和氧气在点燃条件下生成水。

【追问】能说明水是由什么元素组成的吗？

【学生】因为只有含氢元素、氧元素的物质通过化合反应生成了水，所以水是由氢元素和氧元素组成的。

【追问】在这个实验过程中，我们看到了氢气的安静的燃烧，但是科学家普利斯特里做这个实验的时候听到了尖锐的爆鸣声，是何原因？我们怎样才能避免氢气的爆鸣？

【学生】科学家在点燃氢气前，没有检查氢气的纯度。我们课本P59上的安全警示告诉我们使用氢气前应该要检验氢气的纯度。

（3）我们一起追寻科学家的脚步，模仿科学家对水进行通电电解。

【AI检索：初三学生进行水的电解实验的操作步骤和注意事项】

【电解水的实验并验证产物】向水电解器中加入纯净的水（该实验用4%的氢氧化钠溶液，电解速度比较快），接通直流电源9V，观察实验现象。

【学生】水电解器两极都有气泡产生，且正极气体和负极气体的体积比为1:2。（实验记录数据：电解水开始后9分钟，正极气体7.0mL，负极气体14.1mL）

【追问】两极的气体分别是什么？如何证明？^[6]

【学生】根据AI资料中提供的信息，正极气体可能是氧气，可以用带火星的木条来进行检验，负极气体可能是氢气，可以用点燃的方式来检验一下。

【学生实验】将一根带火星的木条放在与正极相连的玻璃管的尖嘴处，打开活塞，观察实验现象，并推断气体成分。^[7]

【学生实验】打开与电源负极相连的玻璃管的活塞，用小试管收集生成的气体后移至酒精灯火焰处，观察实验现象，并推断气体成分。

【学生】水通电条件下能发生分解反应，生成了氢气和氧气。

【追问】能说明水是由什么元素组成的吗？

【学生】因为水通电后生成了只含氢元素、氧元素的物质，所以水是由氢元素和氧元素组成的。

【追问】发现有些实验组的数据和老师选的一组实验数据有

差别，请在AI中输入数据，我们一起来看看它的分析？

【学生阅读，教师提炼】气体的溶解性不同；操作误差和杂质等

可以通过物质的“合成”或“分解”得出物质的组成元素。

【追问】我们通过哪种方法研究了物质的组成？^[8]

【学生讨论，教师提炼】通过生成水或水的分解实验都能得出水的组成。也就是通过水的“合成”和水的“分解”得出水是由氢元素和氧元素组成的。

6.讨论：水的电解是否能用于实验室制氧？为什么？

联系实际：AI检索：太空国际空间站是一个相对封闭的场所，科学家们要设计出能保证生物生命保障的系统。必须要解决“气体从哪里来”“气体往哪里去”的问题，实现“水——氧——碳”的循环转化。其中最基本的获得氧气的方式是电解水。它能减少氧气的携带量，减轻了火箭和飞船的载重，也能循环利用了人体代谢产物中的水，实现环境控制与生命保障的统一。

【追问】高锰酸钾、过氧化氢、氯酸钾都能用于实验室制氧，是为什么？水的通电电解是否也能？为什么？

【学生讨论，教师提炼】选择制氧试剂需考虑的因素：①制氧气的原料须是含氧的物质；②利用较简单的实验装置条件能较快得到氧气；③生成的气体成分单一，便于收集。

【结论】水的通电电解用于实验室制取氧气不合适。产生气体的速度不够快，耗能较多，装置比较复杂、操作上存在不安全因素等。

7.对比：空间站中选择通过电解水获得氧气的原因^[9]

【过渡】受制于水的分解的反应条件，我们认为该反应不适合用于实验室制氧。但是科学家通过分解水这种途径，进一步证实了水的组成。而且我们是否能考虑其他的途径分解水呢？

AI检索“化学方法分解水的途径”“太阳光分解水的可能途径”

【教师】水分解能生成氢气和氧气。通过水的分解我们得出水的组成元素是氢元素和氧元素。氢气的燃烧生成了水；含有氧元素的物质又能制备氧气。我们就是通过水的“分”和“合”来获得水的组成。

五、教学效果与反思

本节课选择“氢气的燃烧”“水的电解”为教学情境，包含复杂的水的分解过程、混合物的物理分离、纯净物化学反应过程的分析，将其融入课堂教学时需处理好以下关系：

（一）处理好水的分解的“宏——微——符”的三重表征的关系

水的通电分解内容位于第二章第四节内容，目前学生认识物质的角度仅局限于物质的性质与用途之间的关系，对于物质的宏观组成、微观构成、符号表征缺乏系统的架构。教师需要通过课堂反馈

有所选择，教学任务的实施不能超出学生的学习能力，不能脱离课程标准的要求。对于水的分解也不能单纯用水分子分解成氢原子和氧原子来解释其过程。鉴于初中化学的学习范畴，课本也是将“水分解成氢气和氧气示意图”放在第三章的第一节内容中。^[4]

（二）关注 AI 辅助和学生主动学习的边界的关系

AI 是一项强大的工具，可以帮助学生学习新知识，强化对新

内容的理解。但是，为了最大限度地发挥其潜能，教师应认真做好规划，需预先设定 AI 的介入边界。AI 负责提供实时资料检索与实验错误预警，而学生在学习中主动进行矛盾观点的价值辨析，思维的碰撞。

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) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 上海教育出版社. 义务教育教科书 (化学九年级上册) [M]. 上海: 上海教育出版社, 2024.
- [3] 毕华林, 卢巍. 化学基本观念的内涵及其教学价值. [J] 课程·教材·教法, 2015.35(6), 90-95.
- [4] 王磊, 支瑶. 化学学科核心素养的发展机制及教学转化. [J] 化学教育, 2022.43(1), 1-8.
- [5] 余胜泉等. 人工智能教师的未来角色. [J] 开放教育研究, 2021.27(1), 16-28.
- [6] 郑长龙. 化学实验教学论新编. [M] 高等教育出版社, 2018.
- [7] 苏州教育质量监督中心. 智能技术赋能初中实验教学调研报告. 2023.
- [8] Cavendish, H. Experiments on air. [J] Philosophical Transactions, 1784.74, 119-153.
- [9] 袁振东. 拉瓦锡的化学革命及其哲学审视. [J] 自然辩证法通讯, 2006.28(5), 67-73.
- [10] Taber, K. S. Modelling learners and learning in science education. Springer. 2013.