

利用证据推理与模型建构方法优化初中化学教学

——以“原子结构模型的演变”为例

陈守衍

万源市大沙镇学校

摘要：推断证据和构建模型构成了科学思维的关键要素。为满足学科核心素养的发展目标和教学实践的需求，需设计并执行一个包含三个阶段的学习活动“证据获取→逻辑推演→综合应用”。以“原子结构模型的演变”为例，激励学生深入探讨原子结构的形成。通过一系列步骤，包括搜集证据、逻辑推理、模型构建、评估和修正，学生将三次尝试构建原子结构模型。此过程目的在于帮助学生初步学会如何结合宏观与微观视角、直接与间接证据来理解物质的组成结构，掌握相应的思维方式和方法。

关键词：初中化学；证据推理；模型建构；原子结构

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.07.131

引言

化学作为一门基础学科，专注于研究物质的成分、结构、性质、转化机制及其应用。在教学中，诸多基本概念和原理需通过实验来验证或阐释。鉴于微观粒子，学生学习化学需一定的抽象思维和逻辑推理能力，因知识体系庞大，学生常常感到学习内容枯燥无味。因此为深入理解研究对象的核心属性、组成元素及其相互作用，需依据实际情况，运用分析和推断的方法解决。通过构建模型方式，可以对物质的结构、性质和变化模式进行更深入的解读和理解。

一、教学主题内容与教学现状分析

（一）“原子结构模型的演变”教学内容分析

本节内容以元素周期律为脉络，结合学生的现有知识，引导其探究原子的基本结构特征及其内在联系，帮助其初步构建对自然界中常见元素及其化合物的普遍理解。在探讨“物质的组成与结构”这一主题时，新的课程标准为原子学习提供了详尽的指导，强调学生需要理解原子是由原子核和核外电子共同构成的。进一步探讨了不同原子核中元素质量比随空间位置变化的规律性，为深入理解核外电子排布提供了依据。因此，在本节教学中，教师应结合具体实例，引导学生经历“观察——猜想”、“验证——推断”、“应用——归纳总结”的科学探究过程。

（二）教学现状分析

1. 文献分析

现阶段，“原子结构”教育的研究与应用主要集中在三个核心领域：

（1）基于化学历史的教学设计

通过叙述化学历史中的各种故事帮助学生深理解电子、原子核、质子、中子等微观粒子的各种性质。利用原子模型作为学习工具，引导学生进行微观世界的构建，

形成一个完整的原子结构知识体系。这种方法揭示了知识背后的科学思维和科学方法，能让学生的学习过程中深刻领会科学精神。

（2）以“游戏化”为核心的教学方案的实施

部分教师把主要精力放在原子内部结构的宏观特征上，而微观细节关注得较少，像原子大小、质量、整体形态等方面讲得多，而像电子分布、能级结构、粒子间相互作用这些核心的微观细节关注不够，在一定程度上限制了学生对原子结构的整体认识与理解。

在开展“原子结构”相关教学时，有教师试着把游戏化教学策略引入其中，通过设计带反馈机制的教学游戏将抽象复杂的原子结构内容，激发学生主动参与，提升课堂参与度。

（3）基于模型构建的教学设计

通过对实验或教学工具的结果进行分析并亲自构建模型，教师可以激发学生的学习热情，明确科学研究的核心内容，掌握科学研究的技巧，并帮助学生更深入地理解模型构建的过程。尽管“原子结构”的研究已取得了深入的进展，但仍面临一些挑战。第一，有些教师在强调具体原子结构模型的理解和构建时，却忽略了科学史上的关键实验证据，这在一定程度上限制了学生在推断证据和构建模型方面的技能发展；第二，很多教师没有将科学探究融入到教学之中，造成课堂教学缺乏有效互动；第三，原子结构的历史呈现方式相对单一，主要依赖于教师的解释，这使得学生的体验缺乏多样性。

2. 通过对水分子运动和变化的深入研究，学生开始在宏观和微观两个方面对物质有了初步的认识，并对元素与原子间的相互关系有了更为深刻的了解，同时也体验到了研究物质组成的科学思维方式。随着初中化学知识体系的构建，部分学生开始关注原子结构及其内部构成。然而其对原子内部构造和研究方法的理解仍然有限。

学生普遍反映，原子结构抽象且难以掌握，这不利于培养其的创新意识、探究精神和科学素质。尽管学生在抽象思维方面有所进步，但其能力尚未达到更高层次。

二、教学流程

本课程流程详见图 1

聚焦课堂 | 精品课例

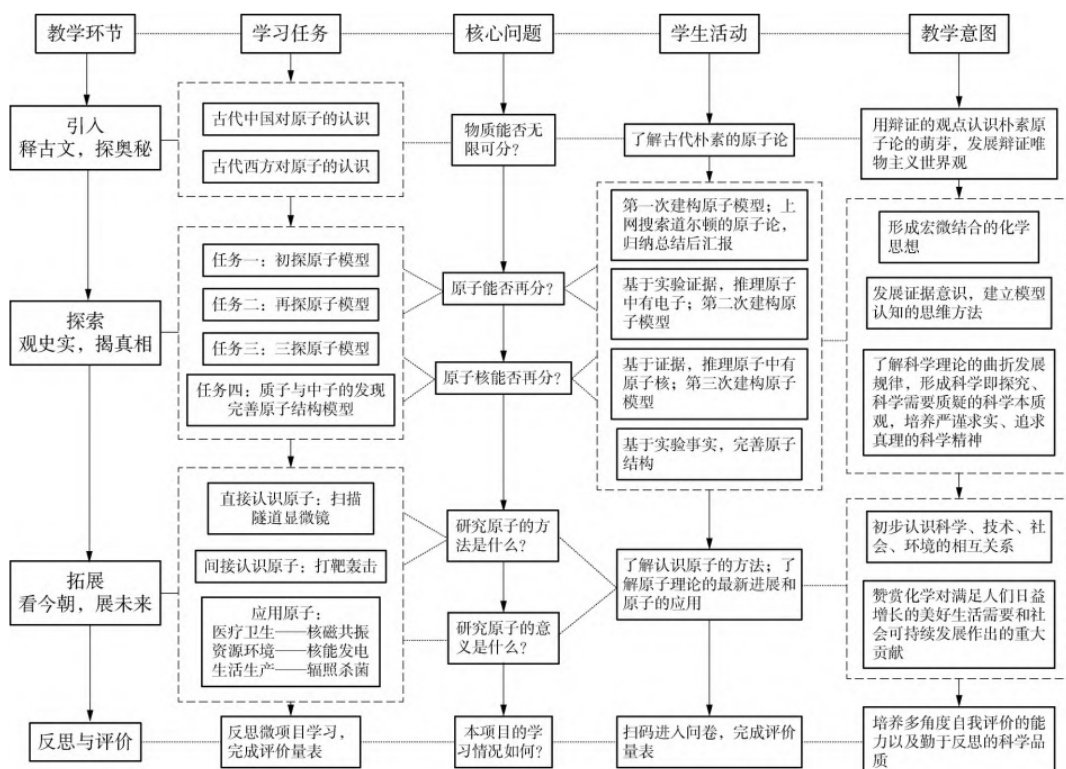


图 1 “原子结构模型的演变” 教学流程图

(一) 释古文, 探奥秘

自古以来，人类对物质构成的奥秘探索从未停歇。随着社会的进步，人们逐渐意识到物质不仅由原子和分子构成，还涉及元素间的相互作用和空间结构等复杂因素。早在西周时期关于物质可无限分割的理念便已初现端倪，在中国传统文化中，这种现象被称为“分殊”或“合异”。在墨家哲学中，“端”概念体现了墨子所认为的不可再分的基本物质单元。而在古希腊，亚里士多德首次提出了类似观念。在同一历史阶段，哲学家德谟克利特也提出了与此相似的观点，其将物质的基础组成部分命名为“原子”。这揭示了物质世界具有特定的结构和属性。

(二) 观史实, 揭真相

1. 初探原子模型

基于皮亚杰建构主义学习理论的观点，为了进一步促进学生的互动交流，动手实践可将抽象的原子概念具体化从而有效降低认知负担。在课堂新授环节（初探原子模型），教师可以提出引导性的问题以激励学生想象与思考，例如：“你如何理解原子的形态？”“能否将自己想象为一个原子？”学生试着回答的过程中，教师顺势介绍的道尔顿原子论（图 2），借助课前导学、互

联网学习、AI 智能体教学点拨等方式引导学生自主筛选、整合信息以开展探究性学习，极大地满足学生个性化学习需求。

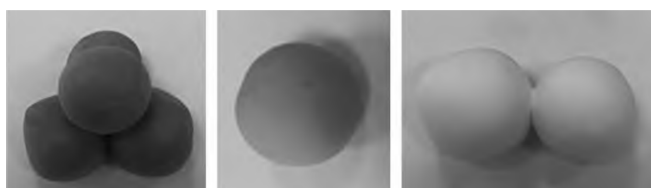


图 2 橡皮泥初建原子结构模型

2. 再探原子模型

在巩固提升阶段，基于实验课科学探究的循环性特征——提出假设、检验、调整的模式，教师引导学生探究汤姆森阴极射线实验，使学生对“原子不可分割”的固有认知受到挑战。此过程中，学生可以运用导学单的知识卡片以及多媒体的微观动画模型，进一步探索创新性的原子模型（如图 3、图 4 所示）。

在此过程的教学，为了进一步促进学生认知发展，激励学生的学习动机，教师指出汤姆森通过实验探究的方式验证了模型的正确性的过程中，应当注重过程性评价，鼓励学生不断完善小组探究的内容结果，能使学生体会科学知识生成过程，培养他们的科学态度和价值观。

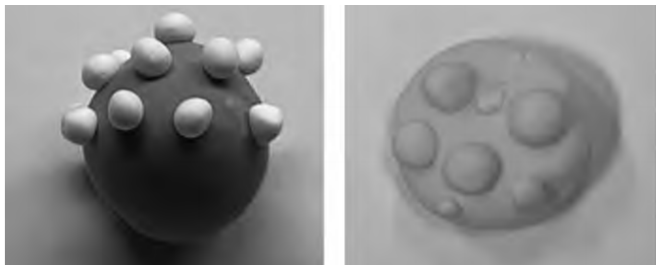


图3 不均匀分布的原子结构模型

3. 三探原则模型

卢瑟福通过 α 粒子散射实验的结果来构建原子的核式结构模型，就是基于事实证据对汤姆生模型的检验和修正。为了进一步帮助学生建立起微观粒子与宏观想象的联系。在课堂的拓展延伸教学阶段，教师可以渗透卢瑟福的模型，让学生经历原子核概念的生成过程，以卢瑟福 α 粒子散射实验为核心展开，并用 Pad 软件模拟虚拟实验，这样一来，学生就能直观地观察微观粒子的行为，理解起来更直观、更真实。

在实际教学的过程中，借助平板的软件、电脑的动画演示，可以让学生深刻理解原子核概念的生成过程，并加深对散射结果和原子结构对应关系的理解。与此同时，再结合实验法来模拟该模型，进一步提升教学效果，培养学生基于现实实验思考的严谨思维。

4. 改变语言结构与知识深化

在拓展延伸环节里，通过系统地引领学生深入领会卢瑟福所提出的质子、中子以及“核子”概念和查德威克确认中子存在的科学历程，从而进一步改变学生的改变语言结构，促进知识深度内化理解。

在实际教学过程中，教师可以通过启发式提问和引导使学生积极思考质子和中子的性质、功能以及相互关系以进一步探索夸克理论等前沿科学问题，让学生从被动接受知识变成主动构建认知，在合作探究思考质子、中子和夸克理论时，学生认知水平明显提高，学生批判性思维和科学思维能力也得到了训练。

四、反思与评价

(一) 本课教学优点反思

以证据推理与模型建构为核心的“原子结构模型的演变”教学，对学生科学思维能力发展和学科核心素养提升有着显著的促进作用，设计涵盖“证据获取—逻辑推演—模型建构与修正”三阶段的系统学习活动，不仅能让生理解原子结构模型历史变迁过程，还能让学生亲身体验科学探究的全过程，培养批判性思维与创新能力。

在证据推理环节里，在模型建构阶段，橡皮泥实物模型制作、虚拟仿真实验以及动画演示等方式大大降低了抽象概念的理解难度，让学生在“具体—形象—抽象”的认知路径上稳步前行，实现知识的整合与迁移。

(二) 教学不足

本节课靠证据推理和模型建构有效推动了学生的认知发展，但具体实施时仍存在不足，部分学生筛选科学证据

和逻辑推理能力差，缺少一定的系统严密的科学论证。

其次，基于笔者的实践教学，利用证据推理与模型建构方法开展化学教学，能够调动起课堂互动活跃度，但形式有点单一，且缺乏对不同学习风格的差异化支持，不能让所有学生都深度参与。

在评价体系方面，形成性评价的频率和反馈深度还得加强，难以完全满足学生个性化学习调整需求，信息技术应用提升了教学直观性，不过部分技术手段和教学内容融合得不够紧密，未充分发挥出其促进认知建构的潜力。

(三) 课堂深度教学策略

要强化学生科学证据分析技能的专项训练，科学探究的核心是合理获取、甄别并运用多元证据构建严密逻辑推理链，教师要设计多样的证据分析活动，让学生比较、验证和综合不同来源的科学数据与实验结果，帮助学生掌握从事到结论的推理步骤，从而使他们科学思维的深度和广度逐步提升。

课堂互动形式要丰富起来以让全员参与并使多元思维产生碰撞，教学中可以引进辩论、角色扮演、小组竞赛等各种各样的活动形式来符合不同学习风格和认知水平的学生的需求。最后，在开展实际教学的过程中，教师应当把信息技术与教学内容有机融合起来，提升教学的直观性和个性化。

结语

随着化学实验技术的不断进步，科学的本质并非固定不变，而是持续演变。从古代哲学家对物质构成的探索，到现代科学家通过实验验证理论，人类对原子结构的理解经历了漫长而复杂的过程。质子与中子的发现进一步完善了原子结构模型，而夸克理论的提出则开启了对物质基本构成单位的新探索。在此过程中，科学家们勇于提出假设，不断进行实验验证，展现了追求真理的科学精神。通过本课程的学习，学生不仅掌握了科学研究的技巧，还深刻理解了科学家的思维方式，为未来的学习和探索奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 徐立堂, 张贤金, 郑婷婷. 基于科学推理与论证的初中化学教学实践——以“酸和碱的中和反应”为例 [J]. 化学教学, 2024, (02): 53-57.
- [2] 王君. 发展学生核心素养的初中化学课堂教学研究——以《利用化学方程式的简单计算》为例 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (24): 45-47.
- [3] 刘芳, 张晶晶. 初中化学实验教学中探究程度与高阶思维的课堂研究 [J]. 化学教育 (中英文), 2022, 43(21): 106-112.
- [4] 刘贝贝, 严文法. 基于职前化学教师建模能力发展的“搭建有机分子球棍模型”实验设计 [J]. 化学教学, 2022, (02): 19-23.
- [5] 杨柳眉. 初中化学模型思维能力模型建构与应用探索 [J]. 亚太教育, 2022, (03): 85-87.