

核心素养背景下，有机化合物单元教学研究与实施

——以“化石燃料与有机化合物”单元为例

福州屏东中学 王 颖 丁 樱

摘 要：深化课程改革提出了发展学生“核心素养”的教学理念。针对有机教学中存在偏重知识的解析，忽视知识的认识和发展过程的问题，如何引导学生运用化学科学思维方式和方法学习化学知识，注重“结构决定性质”的认识思路与核心观念的形成过程，发展核心素养成为深化课改中教师面临的新考验、新任务。

关键词：核心素养；有机化合物

1. 教学主题内容

本案例（“化石燃料与有机化合物”）为3课时的单元整体设计案例，位于高中化学苏教版必修2专题三第一单元“化石燃料与有机化合物”。主要包括3个教学内容：（1）甲烷、（2）乙烯、（3）苯。

2. 当前主要存在的问题

一是偏重具体知识的内容的解析，不重视知识的认识与发展过程，不利于学生构建知识认知模型、认识思路的形成、转变认识方式和素养发展。二是整体化不够，对知识逻辑性缺乏整体考虑，无法通过教学要素间的统筹设计与学习目标匹配一致，影响教学效果。三是对学生已有的知识经验认识不足，高一学生基本理解了无机物结构、性质和用途的认识关系；了解经典价键理论（化学键、共价键），并且知道化学反应的实质是化学键的断裂与生成；具备了一定的逻辑推理能力、观察能力和实验操作能力，但尚未学习立体几何的知识，对正四面体结构不认识，也不了解共价键类型及其本质，影响对碳碳双键的认识。

3. 教学思想及创新点

本案例单元的内容是高中有机化学的核心知识，笔者从学生的认知发展出发，以“发展学生核心素养”的教学理念为宗旨，依据新课程标准，制定教学目标，转变教学方式，从偏重具体有机物具体性质的解析，到重视有机物结构的认识与发展过程，从原先只关注“教会”学生，到现在关注学生“会学”，引导学生运用化学科学思维方式和方法学习化学知识，注重“结构决定性质”的认识思路与核心观念的形成过程，发展核心素养。本案例在教学策略上主要有以下几个创新点：

3.1 以素养为本，设置任务阶梯，促进单元设计整体化

根据教学目标，针对本单元的3个学习内容（甲烷、乙烯、苯），从学生的认知发展出发，确定4个学习任务，设置符合知识逻辑和认知脉络，从简单到复杂任的“学习任务阶梯”，逐层递进。针对每个学习任务，安排合理的具体学习活动，每个任务指向学生的能力进阶及核心素养的表现水平，通过对学习任务逐个完成，实现能力和素养水平的逐层提高。

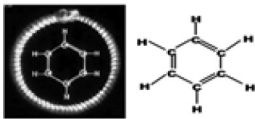
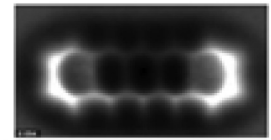
表1 是本主题单元的具体任务阶梯

任务序列	任务内容	认知发展水平	素养水平
任务1	甲烷的正四面体结构认识	认知角度建立	形成证据意识，认识结构模型
任务2	甲烷的性质	认知角度建立	模型与性质关联匹配
任务3	乙烯的结构性质	认识思路形成	多角度认识证据，运用模型解释性质
任务4	苯结构猜想与论证	认识方式自主化	寻找收集证据，推测模型，
任务5	苯性质猜想与论证	认识方式自主化	准确提取证据，推测性质

3.2 提供真实有价值的情景素材，实现情景素材整体化设计

情景素材的使用，会使课堂变得丰富多彩，但很多时候我们只是流于形式，只是为了有情景而使用素材，对素材内容的合理性进行筛选，更没有思考对素材的使用进行整体性设计，如何设置素材能促进知识意义的建构，认识思路的形成，为促进核心素养的发展提供真实的表现机会和平台，才能真正发挥素材的价值，表2是本案例中使用到的情景素材，素材的具体使用见表3（教学流程）

序号	情情景素材	素材具体内容
1	甲烷的存在与发现	早在公元前1066年《周易》中就有发现甲烷的记载，有“泽中有火”之说。1776年英国化学家、物理学家道尔顿在沼泽中收集了甲烷，并进行研究。展示图片：西气东输、煤矿中的瓦斯、池塘中的沼气、可燃冰、页岩气
2	甲烷结构的认识史	1808年，原子论创立者道尔顿用表示甲烷的分子结构 1860-1870年，科学家确定甲烷分子中碳氢原子的连接方式 1874年，范霍夫提出了碳原子具有四面体结构的学说 近代，X射线和电子衍射实验测出甲烷分子中H-C-H键角为109°28'，确认甲烷的正四面体结构。
3	弗利昂的发明	杜邦公司凭借新型制冷剂氟利昂的发明赚到了许多钱，我们一起来了解一下它的原理 $\text{CHCl}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{CHFC1}_2 + \text{HCl}$
4	石油的蒸馏实验	视频播放（石油的蒸馏实验）
5	乙烯的用途	乙烯做为化工原料图片
6	煤的综合利用	视频播放（煤的综合利用）

序号	情情景素材	素材具体内容
7	化学史话：凯库勒式	1865 年德国化学家凯库勒“梦见”碳原子排成“蛇”形，蛇头咬住蛇尾，形成一个环状。凯库勒受此启发，画出了苯的封闭式结构式，最后修正为六角环状的苯分子结构 
8	苯结构认识史	1825 年，英国科学家法拉第从生产煤气废液中分离出一种无色油状新物质，该物质仅由 C、H 两种元素且含碳质量分数为 92.3%，他称之为“氢的重碳化合物”，也就是苯。 1865 年，德国化学家凯库勒首先画出了苯的六角环状的分子结构。接下来，凯库勒基于实验事实，再次提出“摆动双键学说”，修正完善苯结构原先假说： 1935 年，科学家詹斯经 X 射线衍射法，证实苯分子结构是平面正六边形，并测得苯分子中的碳碳键的键长介于碳碳单键和碳碳双键之间。 2009 年，IBM 科学家团队用原子力显微镜给单个并五苯分子拍照（右图），让我们直观和清晰地看到了苯环平面正六边形的结构。 
9	苯用途	苯化工原料图片

3.3. 关注知识交汇点，提出引导性问题，引发高级思考
首先，从知识内容层面来看，知识的交汇点，是连接各知识板块间的桥梁，体现了知识间的内在联系，把握知识交汇点，有利于学生完成知识网络的自主建构。其次，从思维层面看，知识的交汇点也是思维的生长点，是教师教师介入

引导的好时机，把握这个关键点，及时提出问题，能引发学生的高级思考，让学生从知识的关联水平，进一步提升到概括核心概念的水平，促进认识思路的结构化，进而发展核心思维理念的结构化。本课例教学评价活动的整体设计，具体见教学流程。

3.4. 教学流程

表 3 教学流程

教学流程	主要活动设计	设计意图	认知与素养水平进阶
导课	情景素材 1（甲烷的存在与发现）	从社会生活的角度感受到甲烷真实的客观存在和应用价值，激起学生的学习欲望	发展科学精神与社会责任素养
任务 1 甲烷结构认识	[学生] 书写甲烷的分子式，电子式 [学生] 用牙签和橡皮泥拼搭甲烷可能模型 [学生] 交流讨论模型 [教师] 情景素材 2（甲烷结构的认识史） [学生] 得出结论：甲烷为正四面体结构	引导学生从微粒角度、价键角度实物模型角度，立体空间构型角度认识甲烷的结构，同时感受科技发展为人类认识物质结构提供证据	认知角度建立建立从立体空间构型的角度认识有机物的结构 形成证据意识（科技证据）
任务 2 甲烷性质与用途	[学生] 观察甲烷与氯气光照取代实验 [学生] 现象分析 [教师] 反应机理分析 [学生] 方程式书写 [教师] 用途：情景素材 3 氟利昂的发明原理	从宏、微、结构、符号表征四个角度分析取代反应机理，多角度的感知正四面体结构，	建立从结构的角度认识有机物和分析有机反应
任务 3 从单个碳到多碳骨架，如何理解烷烃类别及同系物概念？	[提问] 根据 CH ₄ 中 C、H 原子的成键特点，你能拼出乙烷的球棍模型？ [提问] 你能模仿“乙烷”的模型拼一下丙烷、丁烷、戊烷吗？ [提问] 你能根据甲烷、丙烷等分子中 C、H 原子数，说出烷烃的成键特点吗？ [提问] 什么是同系物？CH ₂ =CH ₂ 和 CH ₃ CH ₂ CH ₃ 是同系物吗？ [提问] 你能从结构角度再次认识同分异构体吗？你能从刚才拼搭的模型中找出同分异构体吗？	从甲烷类推烷烃的结构和性质，从空间构型角度，有机物结构的多样性；通过连续发问，层层递进，外显学生的思维过程，促进学生的学科思维的发展；	促进有机物分子结构的形象认识向抽象认识的过渡；
任务 4 乙烯的结构与性质	[教师] 情景素材 4：石油的蒸馏实验 [学生] 书写乙烯的分子式，电子式 [学生] 实验：乙烯分别与酸性高锰酸钾和溴水反应 [教师] 反应机理分析 [学生] 球棍模型演示加成反应机理 [学生] 方程式书写 [教师] 用途：情景素材 5 石油化工产品图片展示	石油蒸馏实验—石油炼制（分馏）—乙烯为线索，整合化学知识与社会生活。将乙烯的性质作为乙烯结构教学的切入点和落脚点，通过对乙烯性质以及加成反应的分析解释活动，加深学生对碳碳双键的认识，感受碳原子的不饱和性和对有机化合物性质的决定作用	形成有机物结构决定性质，性质反应结构的认识思路 多角度认识证据意识（实验现象证据）

思考 2 为什么卤素单质与烷烃发生取代反应而与乙烯发生加成反应呢？	<p>[学生猜想] 烷烃中含碳碳单键，乙烯碳碳双键</p> <p>[数据证据] 表 2 是乙烯和乙烷中共价键的参数</p> <table><tr><th colspan="3">表 2</th></tr><tr><th>化学键</th><th>键长 (nm)</th><th>键能 (kJ/mol)</th></tr><tr><td>C=C</td><td>1.33×10^{-10}</td><td>615</td></tr><tr><td>C—C</td><td>1.54×10^{-10}</td><td>348</td></tr><tr><td>C—H</td><td>1.09×10^{-10}</td><td>414</td></tr></table>	表 2			化学键	键长 (nm)	键能 (kJ/mol)	C=C	1.33×10^{-10}	615	C—C	1.54×10^{-10}	348	C—H	1.09×10^{-10}	414	基于数据证据，感受结构与性质的关系，从官能团和价键强弱方面丰富和发展对“有机物的结构决定性质”的核心理念；诊断学生对乙烷、乙烯结构以及碳碳双键的认知水平，诊断学生证据推理素养水平	多角度证据意识（数据证据）
表 2																		
化学键	键长 (nm)	键能 (kJ/mol)																
C=C	1.33×10^{-10}	615																
C—C	1.54×10^{-10}	348																
C—H	1.09×10^{-10}	414																
任务 4 苯的结构猜想与论证	<p>[教师] 情景素材 6：煤的综合利用视频播放</p> <p>[学生] 依据苯分子式 C₆H₆，猜想苯结构 CH₂=CH-CH=CH-CH=CH₂ 等</p> <p>[学生] 学生从结构与性质关系的角度设计实验</p> <p>[学生] 实验依据现象证据，苯中不含碳碳双键和叁键</p> <p>[教师] 情景素材 7：凯库勒式提出</p> <p>[学生] 依据实验事实证否</p> <p>[教师] 情景素材 8：苯结构的认识史</p> <p>[学生] 得出结论：苯分子结构是平面正六边形，碳碳键的键长介于碳碳单键和双键之间</p>	突出学生自主猜想与论证，教师通过素材的提供支持学生的自主学习。“猜想苯的结构”是学生思维发展的生长点；是制造苯结构认知冲突的关键，是实验设计证据推理的支点。教师提供凯库勒式素材，让学生感受环状结构的同时将苯结构认知冲突推向高峰，再通过及时提供化学史证据，支持学生解决苯结构认知冲突，得出结论	迁移并强化“结构决定性”的核心理念 推理预测，提取证据															
任务 5 苯的性质与用途	<p>[学生] 预测性质</p> <p>[学生自主阅读教材，寻找证据]</p> <p>事实证据 1：1mol 苯在催化剂及高温高压条件下，最多可以与 3molH₂ 发生加成反应生成环己烷</p> <p>事实证据 2：苯在浓硫酸催化下与浓硝酸发生反应取代反应生成硝基苯。</p> <p>得出结论</p> <p>用途：情景素材 9 图片展示</p>	该任务完成是对中学阶段烃类成键知识以及性质的总结与拓展。	建构从物质的结构推断有机物的性质和有机反应学习模型 准确提取证据，并运用苯结构模型进行推测性质															

4. 研究价值和实施效果

教学效果对照表

测试题号	测试视角	实验班得分率（50 人）	对照班的得分率（50 人）
1	甲烷的正四面体空间结构认识	92%	68%
2	乙烷与乙烯的鉴别	95%	85%
3	加成与取代反应方程式辨析	93%	80%
4	邻二甲苯结构模型辨析	92%	75%
5	从陌生物质结构推测性质	85%	60%

上表是笔者所在学校的任课班级的教学效果对照表，实验班采用本案例所述的整体单元设计方案，对照班采用传统讲授教学方案，显而易见，实验班的教学效果优于对照班，特别是在空间结构认识（题 1 和题 4）和知识的迁移和应用（题 5）上差别尤为明显，注重知识的发展过程和对单元整体设计的教学研究，有利于引导学生发现典型有机物间的内在联系，迁移并强化“结构决定性质”的核心理念，建构学习和研究有机物的一般思路和方法模型，发展核心素养，帮助他们打开学习有机化学之门，对于必修和选修阶段的有机化学学习都具有十分重要的意义。

基金项目：福建省“十三五”第一批中学化学学科带头人培训对象研究课题“核心素养下高中化学‘证据推理’能力培养的校本课程开发”（编号：XKHx-2017003）；福州市教育科学研究“十三五”规划课题“发挥高中物理理论知识的功能，提升化学教学的育人能力”（课题编号：FZ2017GH018）。

参考文献

[1] 普通高中化学课程标准（2017 年版），人民教育出版社

[2] 基于学科思想建构的有机化学教学——高中化学必修 2“乙烯”为例李志刚；高艳《教学与仪器》-2015-12-12

[3] 基于高中生核心素养培养的有机化学教学研究寸得钦（导师：字敏）《云南师范大学硕士论文》-2017-05-26