



在教学中融入不同类型化学史的思考与实践

——以“甲烷”的教学为例

唐雪萍

(广州市番禺区石基中学 广东 广州 511450)

摘要: 笔者将化学史分为物质发现史、认识发展史、科学掌故史和物质利用史四个类型,说明在教学中融入不同类型化学史的教学策略;在融入了化学史的“甲烷”课堂教学中,学生穿越历史长河参与人类对甲烷认识发展的全过程,在探索、体验中理解甲烷结构和性质的科学本质,发展化学核心素养。

关键词: 甲烷;化学史;核心素养

文章编号:1008-0546(2022)04x-0002-04

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.04x.001

一、问题的提出

化学历史渊源古老,从50万年前北京猿人学会用火,人类就开始了最早的化学实践,化学科学的发展经历了漫长而曲折的道路,它伴随着人类社会的进步,是社会发展的必然,它的发展,也促进了生产力的发展,推动历史的前进。

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》^[1]提出化学学科核心素养包括五个方面的内容,分别是:宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、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。化学史在教学中的有效应用对学生的化学核心素养提升起到事半功倍的效果,化学史贯穿课堂教学是学生化学核心素养培养的重要途径。

在现阶段化学课堂教学中,不乏将化学史仅当成拓展性内容进行教学的现象。目前的教学研究,主要集中在“教、学、评”一致性教学模型构建研究^[2]、深度学习理念下化学课堂重构研究^[3,4]以及HPS教育教学实践^[5,6]等。对化学史进行分类进而探讨不同类化学史所具备的教学功能的研究尚属空白。笔者将化学史分为物质发现史、认识发展史、科学掌故史和物质利用史四个类型,并以“甲烷”为例分析用不同化学史进行课堂教学的策略,让学生在用化学史创设的课堂情境中探索甲烷结构和性质的科学本质,从而发展化学核心素养。

二、化学史的分类与教学策略

化学史记录化学学科发展的重大事件,阐述化学发展的历程,展示化学家们在研究中所采用的科学方

法,多角度呈现化学家们的科学精神。将化学史料整合并融入课堂教学中,可以为学生提供最真实、最具说服力的情境,有助于学生主动构建自身发展所需的化学基础知识和基本技能,有利于学生体验科学探究的过程,学习科学研究的基本方法,加深对科学本质的认识,发展创新精神和实践能力;有利于学生形成严谨求实的科学态度,更深刻地认识科学、技术和社会之间的相互关系^[7]。

笔者将化学史大致分为四类:物质发现史、认识发展史、科学掌故史、物质利用史等。现分析不同类型化学史所蕴含的教育教学价值,对甲烷教学过程中如何使用相关化学史提出建议。

1. 物质发现史

英国细菌学家弗莱明在没有盖好器皿盖的琼脂上意外发现了青霉素,园丁送来的紫罗兰促使酷爱鲜花的波义耳发现了酸碱指示剂,这些珍贵的史料让我们感受到化学家并非高不可攀的圣人,但他们又几乎无一例外地具有勤奋严谨、敢于质疑、勇于创新的科学品质。中国早在西周时期,《易经》中就有甲烷发现的记载,象曰:“泽中有火”,泽意指沼泽。秦代,蜀郡守李冰在四川开掘盐井时也曾利用火井中的沼气熬煮井盐。1776年,意大利物理学家伏打在写给友人的信中详细叙述了发现甲烷的经过,信中这样写道:“我在湖边淤泥中收集到一种无色、无味气体,用木棒搅动淤泥,让冒出的气泡通入倒扣的、充满水的瓶中。点燃这种气体,火焰呈蓝色,燃烧较慢,和氢气的燃烧



不同。”关于甲烷发现的三段历史用在甲烷课堂教学的开篇,做教学线索引导学生主动从史料记载中获取甲烷的存在、物理性质、化学性质等有用信息。

2. 甲烷的研究历史

从1774年舍勒发现氯气到1810年氯元素被戴维确认为是一种元素经历了36年;德国化学家维勒推翻了自己老师贝采里乌斯的“生命力论”学说,实现了由无机物人工合成尿素的设想。可见,人类对物质的认识发展并没有我们想的那么简单,它们的发展过程往往曲折而艰难。

1790年,英国医生奥斯汀通过燃烧产物确定甲烷是碳氢化合物。这段记载在引领学生参与甲烷成分的探究的同时也渗透着元素分析法的科学思想。1804年,英国化学家约翰·道尔顿研究认为1个甲烷分子由1个碳原子和2个氢原子构成。若这段史料在课程上呈现,会与学生的已有认知形成强烈冲突,引发学生主动质疑,从而加深对1857年凯库勒提出的碳四价原则的理解。1874年,范特霍夫在图书馆阅读论文时,偶然产生了一个想法——“甲烷的结构到底是怎样的呢?”进而提出了碳的正四面体学说。用这段历史故事可用于创设问题情境,引导学生假设自己是范特霍夫,去探究甲烷的真实结构,再现科学发展过程。近代随着化学仪器的发展,X射线和电子衍射进一步证实了甲烷的正四面体结构,可让学生感知科技的进步与发展。《Tetrahedron》期刊,中文译为《四面体》,于1957年在英国创办,是一本登载有关有机化学原创研究论文的期刊。结课时运用该素材对甲烷结构的认识有画龙点睛之作用。

3. 科学掌故史

1865年凯库勒“南柯一梦”提出了苯的环状结构,一直是化学史上极富趣味性的典故。可以引导学生体会凯库勒在有机化学结构方面由链到环的灵感和创造性思维,感悟化学结构之美。发明工业合成氨的“科学天才”,同时也是制造氯气、光气、芥子气等化学毒气用于第一次世界大战的“战争魔鬼”哈伯,他的功与过是引导学生辩证看待化学家,帮助学生树立正确的人生观和价值观的良好素材。

4. 物质利用史

人类对物质的利用推动着化学科学的持续发展。如果不是在20世纪初哈伯发明了工业合成氨,人类的生息繁衍就会遇到大麻烦;1926年侯德榜彻底攻破了氨碱法制碱的技术难题,并将自己多年实践经验公布于世,为世界制碱业做出了巨大贡献。

1930年美国杜邦公司的商业机密“氟利昂”,是引入甲烷取代反应的优秀历史素材,可激发学生探究甲烷化学性质的欲望。甲烷作为优质清洁燃料也在多处史料中体现:从秦代蜀郡守李冰利用火井中的沼气熬煮井盐,到2000年我国距离最长、口径最大的天然气输送工程“西气东输”,再到世纪大单2018年中俄签署天然气协议、2017年“蓝鲸1号”开采可燃冰、压裂车“阿波罗一号”开采页岩气等,大量视频素材画面气势恢宏,可在帮助学生理解甲烷的优异燃烧性能的同时,激发强烈的爱国情感和社会责任感。

三、教学实践

1. 新旧教材对比分析

“甲烷”是最新的人教版《化学必修第二册》^[8]第七章第一节的内容。相比于旧教材,新教材凸显甲烷是认识有机化合物的重要载体,其正四面体结构极具代表性,由它可类推烷烃的结构和性质。以甲烷为载体可以建立从结构学习有机物性质的思维模式;相比于旧教材,新教材更加强调在碳原子成键规律的基础上认识分子结构以及特征基团进而认识化学反应的思想;新教材的素材编排更注重发展学生的化学核心素养。例如:在本章开篇的彩页展示深海开采可燃冰的照片,61页“资料卡片”中提到“使用模型认识物质结构”,66页“练习与应用”的第10题鼓励学生评价甲烷发展史上出现的各种结构,旨在让学生体验人类对物质结构认识不断深化的探索历程。

2. 教学目标

(1)回望人类对甲烷认识的发展历史,参与科学家从宏观现象逐层深入认识微观世界的过程;通过搭建球棍模型掌握甲烷的正四面体空间结构,从能量角度分析其四面体结构的本质原因,发展证据推理与模型认知等核心素养。

(2)通过实验印证甲烷相对稳定的化学性质,通过对甲烷是重要燃料、“西气东输”工程、中俄天然气

协议、“可燃冰”的探讨,培养学生的社会责任素养。

(3)借助球棍模型演示甲烷的取代反应,运用“结构决定性质,性质反映结构”这一有机化学的核心思想对甲烷的取代反应进行断键、成键分析,实现宏观、微观、符号三重表征的有机统一,发展证据推理与模

型认知的核心素养。

(4)了解页岩气开采现状和发展前景,了解压裂车“阿波罗一号”,激发创新意识,提升社会责任感。

3. 教学流程

图1是“甲烷”一课的教学流程。

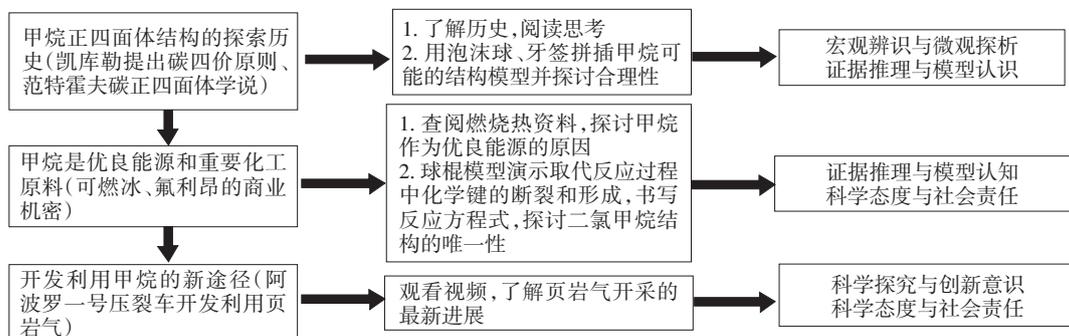


图1 教学流程

4. 教学实录

(1) 环节一: 回望历史, 探究甲烷的结构

带领学生回望人类对甲烷认识的发展历史, 参与科学家从宏观现象逐层深入认识微观世界的过程; 置

身历史情境, 站在1874年范特霍夫的视角探究甲烷的空间结构, 通过搭建球棍模型理解甲烷正四面体结构的原因。发展证据推理与模型认知等核心素养。

探究甲烷的结构教学环节见表1。

表1 探究甲烷的结构教学环节

教师活动	学生活动
西周时期,《易经》中关于自然现象的记载,象曰:“泽中有火”。	泽是沼泽,泽中有火指沼气中的主要成分甲烷的燃烧。
秦代,蜀郡守李冰在四川开掘盐井时利用火井中的沼气熬煮井盐。	火井中的沼气也是甲烷,早在秦代我们的祖先就会利用能源了。
1776年,意大利物理学家伏打在写给友人的信中详细叙述了发现甲烷的经过。	从化学史料中得知:甲烷是一种无色无味的气体,难溶于水,密度比空气小,燃烧有蓝色火焰。
1790年,英国医生奥斯汀通过燃烧产物确定甲烷是碳氢化合物。1804年,英国化学家约翰·道尔顿研究认为甲烷由1个碳原子和2个氢原子构成。1857年,凯库勒提出碳四价原则。	根据碳原子最外层有四个电子,可推测一个碳原子可以与四个氢原子形成四对共用电子对,即形成四根碳氢键。
1874年,范特霍夫在大学图书馆里阅读论文的时候,偶然产生了一个想法——“甲烷的结构到底是怎样的呢?”	用泡沫球和牙签拼插一个甲烷分子模型,并各抒己见探讨所拼插的分子结构的合理性。
1874年,范特霍夫提出碳的正四面体学说。用气球形象演示碳周围四对电子的最稳定形式。	自然界中一切稳定的结构都趋向于最小能量状态。只有当氢原子均匀地分布在碳原子周围时能量才能达到最小。
近代,X射线和电子衍射进一步证实甲烷的正四面体结构。	碳原子位于正四面体的中心,4个氢原子位于正四面体的4个顶点上。4个C-H键的长度(109.3 pm)和强度相同,夹角相等(109°28')。



老师:1874年,范特霍夫在大学图书馆里阅读论文的时候,偶然产生了一个想法——“甲烷的结构到底是怎样的呢?”如果你是范特霍夫,你认为甲烷的微观结构是怎样的?请尝试用所提供的材料(黑白泡沫球、牙签)组装一个甲烷分子,并讨论哪种结构是正确的?

学生活动:用所提供的材料组装一个甲烷分子模型——有平面形的,有八爪鱼形的,有正四面体形的。

老师:我们从什么角度去思考判断哪一种结构是合理的?

学生:可以从化学键、结构是否稳定等角度探讨。每根化学键代表一对共用电子对,电子对间有斥力,当四对电子均匀地空间分布在碳原子的周围时候最稳定。

实物展示:气球形象演示碳周围四对电子的最稳定形式,展示球棍模型、比例模型等。

学生观察总结:碳原子位于中心,四个氢原子位于四个顶角,5个原子构成正四面体。

老师:同学们探讨得到的结论正是1874年范特霍夫提出的碳正四面体学说。近代随着化学仪器的发展,X射线和电子衍射进一步证实了甲烷的正四面体结构——四个碳氢键的长度和强度相同,键角也相同。

我们一起对甲烷的结构进行了探讨,虽然只有短短几分钟,在化学发展历史上却是几百年的时光,可

见人类对物质的发现和研究并非总是一帆风顺,正是有这么多刻苦钻研、耐得住寂寞的科学家才让我们更加贴近科学本质,才让我们生活更加美好。

(2)环节二:立足当下,认识甲烷的化学性质

进行甲烷分别通入酸性高锰酸钾溶液、强酸和强碱溶液的实验,认识甲烷相对稳定的化学性质,通过对2000年“西气东输”工程、2018年中俄天然气协议、2017年“蓝鲸1号开采可燃冰”的了解,并参阅燃烧热数据,计算探讨天然气和汽油燃烧放出相同热量所生成的二氧化碳的量,深切感知甲烷是重要的清洁能源。

引入1930年美国杜邦公司研发氟利昂的商业机密,激发学生探究甲烷化学性质的欲望,借助球棍模型模拟甲烷的取代反应,对甲烷的取代反应进行断键、成键分析,实现对甲烷取代反应宏观、微观、符号三重表征的有机统一。

情境创设:甲烷还是一种重要的化工原料。 CHFCl_2 二氯一氟甲烷是氟利昂的主要成分之一,它的安全性和制冷效果比起其他制冷剂更为卓越,为当年的杜邦公司创造了巨大的利润。但是关于它的合成原理,杜邦公司却进行了严格的保密,这成为了当时最大的商业机密之一。那么,你们有没有兴趣来破解1930年的这个机密呢?

学生活动:阅读科学探究实验并观看甲烷与氯气的反应实验,记录实验现象(表2)。

表2 甲烷取代反应的重表征

宏观	微观	符号
①试管内液面上升:甲烷与氯气发生了反应,气压减小。 ②试管壁出现油状液滴:生成了二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳。 ③混合气颜色逐渐变浅:甲烷与氯气发生了反应。 ④有少量白雾:生成了HCl。	反应物甲烷和氯气必须经过怎样的断键、成键过程才能生成HCl?除了HCl外还有什么生成物?用球棍模型演示反应过程。	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{Cl}-\text{Cl} \xrightarrow{\text{光}} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{H}-\text{Cl}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{Cl}-\text{Cl} \xrightarrow{\text{光}} \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{H}-\text{Cl}$ <p>对二氯甲烷结构式书写的探讨再次回归甲烷的正四面体结构,确认二氯甲烷结构的唯一性。</p>

老师:有机物分子里的某些原子或原子团被其它原子或原子团所代替的反应叫做取代反应。杜邦公司正是利用甲烷进行取代反应发明了二氯一氟甲烷,创造了

巨大的利润。聪明的你可以设计它的合成路线吗?

(3)环节三:展望未来,畅想甲烷的广阔应用

(下转第17页)



“思维不能在真空中发展”，直觉思维不等于凭空想象，它是学习者在积累全面系统认知结构的基础上，基于特定情境迸发出来的跳跃式思想，是从量的累积达到质的飞跃的过程，显然，认知结构在其中发挥关键性的作用(图4)。教师要认清知识结构、直觉思维和创新能力的关系，在完善学生认知结构的基础上加强直觉思维的训练，进而推动创新能力的发展。

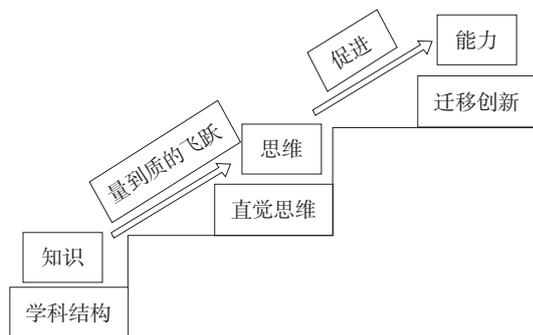


图4 直觉思维与知识结构、创新能力的关系

三、结语

布鲁纳结构主义教育思想对当今我国化学教学

改革仍有重要的启示作用，可为发展学生核心素养提供多样化的方法和途径。化学教育工作者要善于挖掘其思想精髓，将理论渗透于实践，为实施素养为本的教学提供理论依据。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [2] [美]杰罗姆·S·布鲁纳.教育过程[M].上海师范大学外国教育研究室译.上海:上海人民出版社,1973.
- [3] 邢红军.论物理教育中的直觉思维及其对教学的启示[J].课程·教材·教法,2004(4):39-44.
- [4] 李想.布鲁纳《教育过程》中科学取向的课程观[J].文教资料,2017(17):180-181.
- [5] 李殿森.布鲁纳的直觉思维论及其教学意义[J].外国教育研究,2003(1):14-17.
- [6] Bryan Earl, Doug Wilford. IGCSE Chemistry. UK: HODDER EDUCATION, 2014: 141.

(上接第5页)

观看视频了解页岩气的广阔应用前景及其开采的困难，了解压裂车“阿波罗一号”，激发创新意识，提升社会责任。

教师对甲烷的结构特点、物理化学性质、用途等进行总结后，向同学们介绍《Tetrahedron》期刊，中文译为《四面体》，于1957年在英国创办，是一本登载有机化学原创研究论文的期刊。

四、教学反思

著名化学家傅鹰先生曾经说过“化学给人以知识，化学史给人以智慧”。我们现有的化学课堂教学，偏重于教材知识的传授和基本技能的训练，对化学这门学科的来龙去脉却没有较为全面的介绍。在化学史的视域下开展教学符合人类认识发展的规律，学生仿佛穿越历史长河跟随先辈科学家经历甲烷的发现和利用过程，从而实现对科学本质的理解，贴近学生认知，有利于学生科学态度、社会责任、创新意识等核心素养的发展。本节课对学生学习兴趣的激发从形式落实到实质，学生兴趣浓厚，课堂气氛活跃、轻松。

建议广大教师积极将化学史融入化学课堂教学中，以提高教学质量。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 郑爱芳,陈新华,张贤金.基于“教、学、评一致性”的高中化学课堂教学评价模型构建与应用[J].化学教学,2021(2):26-32.
- [3] 杨君丽.深度学习视野下“甲烷”教学设计[J].中学化学教学参考,2020(10):42-43.
- [4] 杨晓东.深度学习视野下的化学教学设计[J].化学教与学,2018(1):66-70.
- [5] 薛勇军,王伟群,孙明军.基于HPS教育的化学课堂教学[J].教学月刊,2019(5):20-24.
- [6] 张四方.基于核心素养的HPS教学实践[J].化学教育,2019,40(13):33-36.
- [7] 白建城,刘聪明.化学史点亮新课程[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [8] 人民教育出版社,课程教材研究所,化学课程教材研究开发中心.普通高中教科书(化学必修第二册)[M].北京:人民教育出版社,2019.