

高中化学教学中高阶思维的培养路径

王春阳

(郑县第一高级中学 河南 郑县 467100)

摘要:高阶思维是发生在应用、分析、评价、创造水平上的复杂思维,具有复杂性、不确定性、多向性和自我调整性。基于高阶思维的特征,提出化学学科核心素养重整课堂,让质疑、批判贯穿课堂,在复杂情境中进行自我解释三种教学路径,为培养学生高阶思维、实现课堂教学改革深化提供一定借鉴。

关键词:高阶思维;核心素养;自我解释

文章编号:1002-2201(2019)06-0020-03

中图分类号:G632.0

文献标识码:B

一、引言

高阶思维是发生在较高认知水平层次上的心智活动或者认知能力,是批判思维、综合性思维、创造性思维的综合体,通常高阶思维具有复杂性、不确定性、多向性和自我调整性^[1]。布卢姆教学目标分类中的应用、分析、评价和创造就属于较高层次认知的高阶思维。教学内容上,当把陈述性知识转化为程序性知识,并应用于结构不良领域和对决策结果进行评价时,就处于高阶思维层次上。学习结果评价上,香港大学教育心理学教授比格斯倡导的以等级描述为特征的质性评价方法 SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) 理论,即可观察的学习结果的结构,其中关联结构层次和抽象拓展层次就是高阶思维结果的评价^[2]。

复杂情境和高阶思维是学科核心素养内含的两个关键因素。在教学实践中,学科核心素养落地生根的核心是激发学生的高阶思维,如孔子“不愤不启、不悱不发”中“愤”“悱”水平上的教学和苏格拉底“产婆术”中诘问后的思维就是高阶思维水平的教学状态。基于高阶思维教学的基本特征就是教学情境复杂、学习过程动态生成、思维发展批判和创新、达成结果触类旁通和解决劣构问题^[2]。化学是以实验为基础的自然学科,化学教学必然突出化学学科的基本特征和化学学科核心素养,进行情境、活动、问题解决的整体设计是高阶思维培养的有效实践策略。高阶思维落实的路径是多方位的,笔者结合自身的教学实践,提出促进高阶思维培养的路径,供大家参考。

二、高阶思维的培养路径

1. 用化学学科核心素养重整课堂,实现素养为本教学

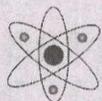
《普通高中化学课程标准(2017年版)》已经出版,这必然会成为新高考、新教材的风向标,与此对应的实践路径就是化学课堂改革。毫无疑问,化学学科核心素

养是化学课堂一切活动的灵魂,深入解读化学学科核心素养并融入课堂教学中,是培养高阶思维的一条重要途径。宏观辨识与微观探析是化学学科的本质特征,是一个贯穿化学学习的空间序列,是静态的空间,化学符号是连接这一空间轴的外显表征。变化观念与平衡思想是分析化学问题的时间轴,是动态的推演,没有物质之间的变化就很难叫化学,变化到什么程度呢?就需要研究限度问题,平衡思想就是限度问题,无非是有些限度大、有些限度小,但都离不开一个思维,即转化了多少,如果转化少了,就要继续研究化学平衡移动问题,追求外界条件的改变以达到我们所需要的结果。证据推理与模型认知就是在不断质疑和批判、去皮留质过程中,寻找基于某一主题的理论假设,需要强调的是,过程的参与甚至比得出理论模型更重要,学生可以体验理论得出的艰辛和理论适用的条件,正如华南师范大学曾文婕教授《学习哲学论》所述,体现了学习人性。科学探究与创新意识,更多地指向实践应用领域,包括提出问题、分析问题、创造性地解决问题,是化学学习的一个重要目的。科学态度与社会责任是指导化学学习和实践应用的基本伦理价值取向,其上位理论就是核心素养中的科学精神与人文精神,现在更多指向社会主义核心价值观、传统文化、和谐发展、绿色生态等。基于上述分析,化学学科核心素养实践路径的简要图示表达如图1所示。在图1中,高阶思维在基于证据推理和创新实践中得以体现,突出证据推理和创新实践教学,化学学科核心素养就自动生成了。



图1 化学学科核心素养实践路径

如证据推理部分可以分为宏观证据、微观证据、定



量证据、逻辑证据,每一种证据类型又分为证实和证伪两种方式。《普通高中化学课程标准(2017年版)》中证据推理提出4个水平,每一种水平都从不同侧面体现着高阶思维的发展^[3]。“水溶液中的离子平衡”一章中几个平衡常数 K_a 、 K_b 、 K_w 、 K_{sp} 、 K_{ap} , 化学问题解决中经常有曲线和直线,曲线是怎么来的,直线又是怎么来的,曲线和直线之间是什么关系,把这几个问题展示给学生,即使花费一节课时间,也是很有价值的。教学中以其中一个平衡常数为例进行探究,构建理论模型,再类推到其他平衡常数,高阶思维就会由分析推理水平上升到评价推理水平。特别是诸如 Ag_2CrO_4 这一类物质的平衡常数中带有幂次方,学生就很容易理解为什么把曲线图变为直线图,更容易操作和分析问题,具体流程如图2所示。

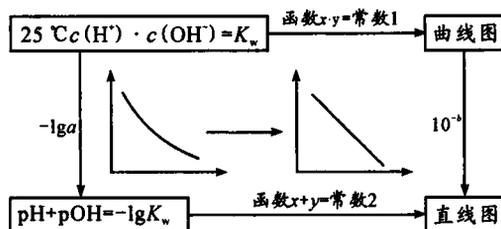


图2 平衡常数转化图

再如酸碱滴定曲线分析模型:原始点、等量点、中性点、中和点、过量点,通过对每一点的宏观和微观分析,然后推理到氧化还原滴定模型、沉淀滴定模型中相关点的宏观和微观分析,这样就把大观念建构过程根植于学生的认知结构和经验体验中,证据和推理发挥着核心作用。基于证据推理的思维模型有很好的迁移性和变通性,学生在创新实践中有原型支撑、模型指导,甚至在新情境中建立新的高级规则和理论,体现了分析、综合、评价以及创新等高阶思维水平。

2. 让质疑、批判贯穿课堂,实现创客教学

没有批判就不会创造,没有批判就不会除杂留精,在批判中才可使沉于情境中的理论更具有抽象概括性和更广的适应性,才可使建立的认知结构更优质和高度的灵活。学科核心素养课堂教学的关键是基于真实复杂情境和高阶思维,这两个方面落实的核心是质疑和批判,质疑驱动着高阶思维,批判完善着高阶思维,没有质疑和批判,分析、评价、创造就无从谈起。在教学中,教师不但要保护学生的质疑和批判,更要设置驱动性问题或问题链条,激发学生的质疑和批判。创设氛围,让质疑和批判成为教学常态,学生以质疑和批判为荣,高阶思维就会自动生成,不但学科核心素养会落地生根,而且学生的高考成绩也必然会出类拔萃。怎么才能驱动学生的质疑和批判呢?我们学校进行的课堂教学流程为两翼六环节教学(两翼为质疑和共解;六环中质疑部

分为自学—互学—寻疑,共解部分为整合—释疑—共识)可以提供参考,其中质疑部分是学生学习新课的预备部分,后半部分主要是质疑和批判部分,是课堂教学的主体,所谓共识就是大家一块儿进行解释和总结,总结的结论就是理论模型或者创新实践中构建的新理论模型或者高级规则。教师在教学中要充分利用阐述—追问—评价三种手段,保证课堂教学的大方向指向高阶思维。例如,配位键理论教学可以设置问题:①无水硫酸铜是白色的,为什么其水溶液和胆矾都是蓝色的呢?②向硫酸铜溶液中逐滴滴加2%的氨水,先产生蓝色沉淀,后继续滴加2%的氨水,沉淀溶解,得到深蓝色溶液,这个现象和哪些现象有异曲同工之处呢?③总结①②的共同本质特征,请寻找与①②类似的案例。在第一个问题中,学生很容易想到有水,教师可以追问,水和硫酸铜是怎样作用的?把学生思维引向高阶,第三个问题中学生会联想银氨溶液的配制或者硫酸铝溶液中逐滴加入过量的氢氧化钠溶液,现象相同,教师可以继续追问,为什么都有这些相同的现象,颜色为什么不相同呢?第三个问题学生的回答五花八门,教师和学生需要由第二、三个问题的结论(理论)辨别学生寻找的这些新情境、新现象,进行证实和证伪。这样在阐述—追问—评论中,配位键和配位键理论就自然而然生成,而且很容易将学生的已知知识进行结构化整合,解决实际问题。试想,我们教学中备课、上课、反思,由文本到口头,再由口头到笔头,有质疑和批判在其中发生作用的话,就可以实现由教书匠到专家型教师的转变,把此过程移植到学生的学习中,肯定是高阶思维教学。

化学实验特别是创新实验都可以很好地培养学生的质疑和批判能力,促进高阶思维的发展。我们要培养学生“是真的吗?”“大胆设想”“小心求证”等基本意识,让学生敢于创新,敢于证实和证伪。重庆巴蜀中学刘怀乐老师有5本专著,发表400多篇论文,其中大部分论文都是对中学化学实验在质疑和批判中重新进行实验的验证和创新,并给予证实和证伪,对中学化学实验都进行了大胆设想、小心求证的求索实验过程,最近新书《刘怀乐格致新著》一书共进行了63个中学化学实验案例,每一个实验都是在质疑、批判和实验中得出新结论。例如“铜跟浓硫酸反应的几点教学分析”中,常温下浓硫酸氧化性分析,常温下,2~3 h,铜与浓硫酸几乎没有颜色变化,并对常温下不反应的各种因素进行分析和实验,学生就自动明白常温下浓硫酸可以干燥一氧化碳和氢气等一些还原性气体的原因,特别有趣的大胆实验是用卫生纸先把手心擦干,滴一滴浓硫酸,30 s内对手没有伤害,然后再用纸擦去浓硫酸,大量水冲洗,这就使学生对浓硫酸的恐惧有所缓解,也可以让学生知道,正确认识有危险的物质才是没有危险。在质疑和批判中,把一个普

通的化学实验设置为内涵丰富的创新实验,并不断证实和证伪,化学课堂中学生的高阶思维一定有很好的发展。

3. 在复杂情境中进行自我解释,实现生本教学

应用于教学的复杂情境有两个关键特征:结构不良即劣构和有理可说,是实现学科核心素养教学的载体。自我解释是让学生在学习概念和解决问题过程中,对文本信息进行详细的证明和用自己的语言进行描述,可以是书面的自我解释也可以是向同伴解释^[4]。根据美国学者埃德加·戴尔(Edgar Dale)1946年提出的学习金字塔理论,被动学习中听讲、阅读、视听、演示的学习内容平均留存率不足50%,主动学习中讨论、实践、教授他人的学习内容平均留存率均大于50%,其中教授他人的学习内容平均留存率为90%,难怪讲授课中教师越讲越熟悉,心如明镜,学生一听就点头,做题时却非常茫然。在复杂情境中进行自我解释,可以检查学生学习文本时缺失和遗漏的内容,更重要的是学生利用复杂情境构建的心智模型修正、扩充原有的心理经验和具身认知经验,这里自我解释面向复杂情境,形成高级规则或者问题解决模型,指向解决复杂问题,是高阶思维最重要的部分——评价和创造,也是形成策略性知识的重要途径。现在高考比较流行的化学工艺流程题,是将化工生产中的生产工艺流程用框图形式表示出来,并根据生产流程中有关的化学知识步步设问,变为学生思考的心理变量,是近几年高考命题中考查高阶思维的优秀题型,是典型的复杂情境,特别是去年全国卷I命制的两道化学工艺流程题。在教学设问时,首先,让学生以文本信息寻找化学工艺流程题中的核心要点,并进行解释,如“预处理”“提纯分离”^[5]。其次,让学生自我解释核心问题背后所用的理论知识模型,如核心反应理论模型(复分解型、氧化还原型、能量最低型),物质循环利用的理论模型(环境保护和绿色化学理念),定量分析中的转化

率、产率、纯度计算模型。再次,让学生提炼出化学工艺流程题的题型框架,并以图形的形式进行自我解释。最后,提供一个化工生产流程及相关资料,让学生自行编制一道化学工艺流程题。实践中细心的学生还把“核心反应”进行分类,如复分解反应即正负相交,氧化还原反应即电子得失,能量最低即化合反应或者分解反应,总结书写核心反应的步骤,配平技巧和逻辑顺序。还有学生运用多个化学工艺流程题总结出针对化学工艺题中常见的分离提纯方法,如 Fe^{3+} 除杂方法,蒸发、浓缩、冷却、结晶的适用物质类型等。

杜威在《我们如何思考》一书中指出,思维过程是一系列事件的序列链,在这个过程中,先是进行反思而后是探究、批判,最终得到能够得以验证的结论。我国基础教育改革持续向前,新课标、新教材、新高考理念逐渐渗透到我们的课堂,学习进阶时代必然关注高阶思维,如何让学生学会思考,学会质疑和批判,学会主动建构学科知识和问题解决策略,让学生的高阶思维成为课堂教学主线,值得我们每位教师思考和实践。

参考文献

- [1] 钟志贤. 促进学习者高阶思维发展的教学设计假设[J]. 电化教育研究, 2004(12): 21-28.
- [2] 郑长龙, 孙桂林. “素养为本”的化学课堂教学的设计与实施[J]. 课程·教材·教法, 2018(4): 71-78.
- [3] 何银华, 肖中荣. 证据推理: 化学高考试题评价的新视角——从浙江学考一选考卷说起[J]. 中学化学教学参考, 2018(9): 51-54.
- [4] 张萍, Ding Lin, 贾泽皓, 等. 物理例题教学创新策略及其价值[J]. 课程·教材·教法, 2018(11): 122-127.
- [5] 王后雄. 基于化学核心素养的高中学业水平考试命题策略[J]. 课程·教材·教法, 2018(4): 87-95.

(本文编辑: 阳 木)

· 科技资讯 ·

细菌为甲烷转化成甲醇提供新思路

美英研究人员最近破解了一种以甲烷为生的细菌将甲烷转化成甲醇的机制。在此基础上可望开发出新型人工催化剂,在常温常压下实现转化,大幅降低成本。将甲烷转化成易于储存和运输的甲醇,有助于提高甲烷的利用率。目前工业上的转化工艺需要高温高压,设备庞大,流程复杂,应用范围有限。甲烷氧化菌能在常温常压下进行转化,但人们一直没有弄清其机制。

美国西北大学、英国东英吉利大学等机构研究人员在新一期美国《科学》杂志上发表报告说,甲烷氧化菌主要以颗粒性甲烷单加氧酶为催化剂,将甲烷转化为甲醇。他们通过共振光谱分析等手段发现:这种酶里有两个位点,分别以一个铜离子为

核心,这可能是催化活性的关键所在。

分析发现,在这两个单铜位点中,有一个是甲烷与氧的结合点,它发生变异后,细菌会完全丧失转化能力;另一个发生变异会导致转化能力大幅降低。研究人员说,这项研究让人们进一步理解了细菌将甲烷转化为甲醇的机制,这有助于改进现有催化剂,提高转化反应效率。

甲烷是天然气的主要成分、石油开采的常见副产物,也是一种强效温室气体。由于运输困难,许多边远地区油田的甲烷无法得到利用,导致巨大浪费并加剧全球变暖。该成果有助于解决这两个问题。

摘自科学网 2019-05-12