

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.02.037

借助专题研讨课激发学生的化学思维与创新思维

楚增勇, 李公义, 李效东

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 化学科学的研究对象既以微观本质为基础, 又具有多层次性、多尺度性, 形成了独特的“宏观—介观—微观”思维方式。借助专题研讨课的开, 通过“点面结合、双向切入”的演示, “正反立论、多级论证”的辩论, “层层设问、刨根问底”的引导等方式, 激发学生主动的化学思维与探究意识。同时通过营造宽松环境, 鼓励学生打破传统意识的束缚, 在质疑的基础上实现突破, 激发学生的创新思维与超越意识, 酝酿成功有创意的课堂习作。

[关键词] 专题研讨; 化学思维; 创新思维; 宏观—介观—微观

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)02-0116-03

Stimulating Students' Chemical Thinking and Creative Thinking in Topic Discussions

CHU Zeng-yong, LI Gong-yi, LI Xiao-dong

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The objects of the chemical science are essentially microscopic, but can also be classified into multi-levels and multi-scales, and thus require a unique “macro-meso-micro” way of thinking. With the aid of topic discussions, the stimulation of chemical thinking was demonstrated by getting to the bottom of the matter. In detail, we tried to demonstrate the chemical thinking by “point-area combination, two-way cutting”, ask students to debate in “positive-negative rivalry, multi-level argumentation” and enlighten students through “questioning step by step, discussing in depth”. Moreover, we tried to create a relaxed environment that encourages students to break the shackles of conventional thinking by questioning, inspiring their creative thinking and surpassing awareness. A creative article of the course was finally obtained.

Key words: seminar; chemical thinking; creative thinking; Macro-Meso-Micro

大学教育的目标不仅仅是培养学生学习、掌握某专业领域的知识和技能, 更重要的是提升其分析问题、解决问题的能力与素质, 尤其是培养其提出问题并解决问题的能力, 铸就一流创新意识, 促进拔尖创新人才脱颖而出。^[1]

因此, 对于本科教育的各个阶段, 需要进行专业问题分析能力、解决能力的培养, 使之学习并熟练掌握本领域的常规思维方式, 面对一般专业问题能够游刃有余地进行分析、解决, 即引导学生形成专业特有的思维方式。具体而言, 化学思维方式就是指学习者在阅读、观察、实验、解决问题等化学活动过程中所形成的一种相对稳定的专业思维倾向。

然而, 思维方式的形成不是一蹴而就的, 由于它涉及范围广、概括程度高、迁移能力强, 一旦形成就具有较强的稳定性, 伴随思维活动的自始至终。在引导学生熟练运用知识、形成专业思维方式的同时, 还应激发他们树立不畏权威、敢于突破、善于质疑的意识, 形成勇于创新的思

维方式。因为如果没有勇于创新的思维方式, 不时跳出专业或传统思维模式的束缚, 就难以产生实质性的创新行动, 也不可能产生实质性的突破。^[2-3]

专业思维方式与创新思维方式的本质区别在于思考问题时是否一直受专业知识的束缚, 是否一直受专业思维倾向的制约。在本文中, 我们借助为高年级本科生开设《军事高科技中的化学》专题研讨课的契机, 简单总结了激发、培养学生的化学思维与创新思维的一些尝试与思考。

一、化学的学科内涵及其特征思维方式

对于化学的学科内涵, 虽有不同的理解, 但徐光宪院士观点颇有代表性。^[4]他认为化学定义的表述形式有二: 一是“化学是研究物质分子及其凝聚态的组成、结构、性质和变化规律的科学”; 二是“化学是研究从基本粒子到生物大分子的各层次粒子质变的科学”。即化学学科的定义可以从研究对象、研究内容两方面来阐述。

[收稿日期] 2012-10-18

[基金项目] 国防科学技术大学“十二五”本科教育教学研究课题(U2012108)

[作者简介] 楚增勇(1974-), 男, 山东莘县人, 国防科学技术大学理学院副教授, 博士, 硕士生导师。

整体而言，化学研究对象主要涉及原子核、游离基、离子、原子、分子、超分子/高分子六类物质，并以四种作用力——核力、静电力、化学键、范德华力相结合来构成物质；化学研究内容主要涉及物质的组成、结构、性质、变化、应用及其规律。由此可以看出，化学的研究对象是微观的，而研究内容中的物质组成、性质、变化、应用、规律又都是宏观的，所以可以认为化学是在微观层面上研究宏观物质的科学。

然而，直到20世纪80年代，人们才发现宏观与微观之间的介观领域（如纳米系统）被忽视了。介观对象同样显著影响物质的宏观属性。现在，正如胡英院士指出的^[5]，不管是从事基础研究的化学家，还是从事化学工程研究的化学工程师，都更加关注介观尺度，因而促进了化学科学的整合，也促进了纳米化学的蓬勃发展。

目前，化学的研究对象已经上升到超越分子的层次，进入超分子、分子集团、大分子、活性中心、器件的作用域，可以说从微观跨越到介观以至宏观层次。因此，化学科学的研究对象既以微观本质为基础，又具有多层次性、多尺度性，致使化学科学具有其独特的学科特点，在其自身发展与演化历程中也形成了它独特的思维方式。

人们一般将化学的特征思维方式定义为“宏观—微观”思维方式^[4,6]，究其本意，化学研究的主要对象是分子，是微观的，化学的特征就是从微观去认识物质，即从宏观层次深入到微观层次，将分子的微观结构和物质的宏观性质联系起来。我们认为，由于性质特殊的介观层次的介入，为更好地解释纳米尺度的化学问题，介观层次的思维方式也是不可或缺的。因此，恰当的化学特征思维方式应当是“宏观—介观—微观”思维方式。所谓“介观”，就是在某些情况下，必须考虑超越分子的介观对象。因此，整体而言，“宏观—介观—微观”思维方式就是将分子的微观结构、超越分子的介观结构与物质的宏观性质联系起来。

二、专题的设置、研讨的实施与化学思维的培养

新一轮的教学改革提倡设置专门的专题研讨课程，倡导增加专题研讨的教学时数。为此我们提出了《军事高科技中的化学》专题研讨课计划。经专家评审，按照专题精深、时代鲜明、特色突出的要求，设置了“信息时代的化学问题”、“环境问题——大国之间的博弈”、“从鞭炮到炸药到火箭推进剂”、“化学战剂的终结者”四个专题，共20个学时。我们为每个专题分配4个学时，其中教师通过启发式教学讲授3个学时，学生分为正反双方辩论1学时。最后4个学时由学生分组自主选择四个专题中的问题，进行调研、汇报、答辩并撰写课程论文。

在本轮具体实施时，我们又将上述4个专题的内容限定在“信息存储密度与存储时间的矛盾”、“低碳与臭氧黑洞”、“液体与固体推进剂”、“化学战剂的检测与防护”四个方面。为激发、培养学生“宏观—介观—微观”的化学思维方式，进行了以下一些尝试。

（一）“点面结合、双向切入”进行思维方式演示

两名教师配合完成背景介绍与化学思维方式的演示。其中一名年轻教师由面入手，从宏观角度全面介绍专题问

题，并从宏观向介观、微观层次过渡，探究问题的微观、介观结构本质。这种讲述符合一般认识规律，即使是非化学专业的学生也可以按思路跟进。另外一名经验丰富的教师则由点入手，直接从微观分子切入，向介观、宏观过渡，从分子结构逐级预测介观层次的各种结构，并进而预测宏观层次的结构、反应和性质。利用微观知识深入讲解物质的宏观规律，令人体验化学符号带来的乐趣，给人以豁然开朗的感觉。

比如一名教师从化学战剂的战争与恐怖事件案例讲起，从其缺乏人道、遗患无穷的危害得出防护的重要性，而防护就要先行探测，要探测就需要了解其物理化学属性，进而需要熟悉微观分子结构；另一名教师则重点从微观层次讲解分子结构及其物理化学性质、与生物大分子的作用机理等，进而提出化学探测与生物探测的机理，以及防护的主要方法。最后，让学生们放开思路来思考如何终结化学战剂：“有禁可止？检测防护？万能解毒剂？超级战士？……”

化学要从物质微观结构中了解其组成、性质与规律，又从物质的组成、结构和性质的分析中进一步理解物质的微观结构。这样，两名教师既点面结合地介绍了专题背景，又分别从宏观和从微观入手双向地进行了思维方式的演示，将“宏观—介观—微观”三者有机统一起来。

（二）“正反立论、多级论证”进行小组辩论

俗话说：鼓不敲不响，理不辩不明。所谓辩则是以一定的逻辑基础为规则，通过摆事实、讲道理的方式与不同的观点交流、交锋，而明即清楚明晰。在进行完教学演示后，将学生分为正反两方，分别就对立的观点分组进行辩论。此时，我们有意识地将时间分为上中下三段，上段时间引导学生从宏观入手，主要辩论宏观的物质组成、性质、变化、应用、规律；中间则从微观、介观结构入手，主要辩论微观、介观层次的本质；最后一段则要求从整体上把三个层次的证据全面提出，达到“宏观—介观—微观”的统一。

辩论结束后，我们主要针对辩手前后思维的一贯性进行总结。然后和同学一起分析“宏观—介观—微观”三个层次，各个证据分别属于哪个层次的证据，哪个层次的证据更有说服力，哪些问题介观结构起到主要作用，三个层次又是怎样统一的。

比如“信息存储密度与存储时间的矛盾”，属于纳米技术中的化学问题。随着信息技术的飞速发展，数字化趋势大大加速，目前保存一颗卫星一天所拍摄到的高清图像就需要几个TB的存储空间。然而，与之相矛盾的是，存储密度越高，介质存储时间越短：几千年前的陶文、甲骨文可以保存至今，即使是纸质媒体在合适的条件下也可以保存很长时间；然而电子媒体则降至十年左右的时间，尤其当尺度降至磁畴或分子簇时，其存在时间甚至只有秒级！可见，此时介观层次的结构起到了主导作用。

再比如臭氧黑洞问题：氟里昂可以长期、稳定地存在于高空，经光解产生活性氯自由基，再以催化剂形式使臭氧转化为氧气，一个氯自由基可破坏十万个臭氧分子，形成严重的臭氧黑洞问题。长期的实验数据支持这一推理。这样，宏观的臭氧黑洞与微观的氟里昂形成了一致的统一

体。然而,地球变暖则是另外一种情况:CO₂的确是一种温室气体,因为它可以吸收红外光,在大气层形成温室屏障。然而短期内CO₂会显著影响温室效应,目前仍缺乏长期数据支持地球一定变暖的结论,因而引起不少人的质疑。

(三)“层层设问、刨根问底”进行思维方式的引导

教师既是专题研讨课的组织者,更是引导者。在演示讲述与课堂辩论过程中,我们将启发式教学贯穿全程,通过层层设问、深入探究,以师生互动的形式,引导学生积极进行主动思考、主动探索,同时鼓励学生勇于质疑,“打破砂锅问到底”,积极提出个人观点。

比如在“化学推进剂”专题中,从宏观入手讲述时,首先让学生带着疑问来探究“什么样化学推进剂是高能推进剂?”当化学分子式出现时,进一步让学生分析“哪些化学键是高能量的化学键?”从微观讲述时,则让学生思考“高能化学推进剂应当设计成什么样的分子结构?”“分子结构与宏观能量呈什么关系?如何预测?”如此层层设问训练学生双向的化学思维。

再比如温室效应,空气中有很多种气体,“为什么常见的N₂、O₂不是温室气体?”“H₂O是温室气体,为什么不起主导因素?”“温室气体需要具有哪些条件才导致地球升温?”“CO₂一定导致地球升温吗?”“碳排放量问题是真命题还是伪命题?”如此刨根问底引导学生逼近问题的本质。

总之,“世事洞察皆学问”,“宏观—介观—微观”思维方式为化学学习提供了全新的视角,能够增进学生对化学知识的理解,提高学生分析和解决化学问题的能力。它作为一种统摄性的、突出本学科特点的整体性思维方式,可以帮助学生找到“学会学习”、“熟练运用”的捷径。

三、专题的汇报、论文的写作与创新思维的激发

爱因斯坦说:“提出一个问题,比解决一个问题更重要。”提出问题,主动调研、主动思考,并给出创新解决思路,是学习的最高境界。因此,课程要求学生利用最后4个学时,就自选问题开展调研,进行汇报与答辩,并形成研究型课程论文。

在这个学生自主思考的阶段,我们更侧重于激发学生的质疑精神与创新思维。要求学生认清概念的本质,不要被概念本身所束缚;要打破条条框框,不迷信权威,按求新求变的思想进行创造性思维,如发散思维、求异思维、直觉思维、形象思维、非理性思维等。同时,鼓励学生大胆假设、大胆求证、深入探究,不因观点幼稚而批评,不因思维发散而制止,为学生提供一个独立思考、自由发挥、宽容失败的空间。其实在前期辩论阶段,由于事先给定了正反观点,学生已经在某种程度上进行创新思维的训练,

只是这种训练在后期汇报、答辩、论文撰写过程中体现得更为系统。

实施过程中发现,学生可以选定某一问题进行调研、汇报,能够利用“宏观—介观—微观”思维方式分析问题。比如一组学生讨论了光气组成、结构、性质并分析了其在工业上的用途,但基本还是综述性评论,还停留在化学思维模式上,创新性不够突出。我们用核武器与核电站的区别启发学生提出更有创新性的思考:只要速度可控、时空可控,任何有害的化学反应都可造福人类。虽然光气是一种毒性很高的化学试剂,曾在战争中用作毒剂,同样也可以通过某些新方式为人类所利用。

在这一思路的指引下,学生们经过深入讨论,结合“绿色农药”的观点,提出“光气农药”的新概念,写出了一篇探索性极强的课程论文:光气用作杀虫剂的可行性分析。论文结合生物机制探究了光气的杀虫机理,根据光气的物理化学性质提出了储存和施放的方式,设计了一种光气杀虫腔,进行了施放效果的数值分析,具有了较高学术水平。

四、结束语

明确提出“宏观—介观—微观”的化学思维方式,有助于课堂上有意识地训练学生从不同层次全面分析、解决化学问题,建立个人的专业思维方式。对任何观点都进行质疑、分析、探究,进而提出个人的思考、想法与观点,是专题研讨的宗旨,也是激发学生创新思维的重要手段。因此,专题研讨课对于激发学生的专业思维与创新思维具有重要意义。

[参考文献]

- [1] 房喻. 化学学科发展与化学教育:挑战与机遇[J]. 中国大学教学, 2009(9): 13-15.
- [2] 李琼. 论学生创新思维的培养[J]. 探索与争鸣, 2008(12): 88-89.
- [3] 杨宏郝. 论创新思维的特征与大学生创新思维的培养[J]. 广西民族学院学报(哲学社会科学版), 2004, 26(s2): 230-233.
- [4] 张园园. 化学学科“宏观—微观”思维方式研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2007.
- [5] 胡英. 化学科学和化学教学[J]. 中国大学教学, 2008(1): 9-10.
- [6] 何敏. 宏观思维与微观思维相结合的化学学习研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2007.

(责任编辑: 卢绍华)