

工科无机化学课程中物质结构部分的教学研究

袁 宁^{1,*} 王春楠² 王立艳¹ 杨巧文¹¹中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083; ²察右后旗第一中学, 内蒙古 乌兰察布 012400

摘要: 调研了高中化学与工科无机化学课程中物质结构教学内容的差异, 并探索了模型辅助教学、多媒体运用教学、穿插学科史教学与探索研究式教学等行之有效的教学方法, 对提升工科无机化学课程中物质结构部分的教学效果具有重要意义。

关键词: 工科无机化学; 物质结构; 教学研究

中图分类号: G64; O6

Teaching Research on the Structure of Matter in Engineering Inorganic Chemistry Course

YUAN Ning^{1,*} WANG Chun-Nan² WANG Li-Yan¹ YANG Qiao-Wen¹¹*School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, P. R. China;*²*The First Middle School of Chahar Right Back Banner, Ulanqab 012400, Inner Mongolia Autonomous Region, P. R. China)*

Abstract: In the engineering inorganic chemistry course, the contents of structure of matter are very important. Because of the characteristics of structure of matter, such as high abstraction and logic, teaching this section becomes difficult in this course. This article makes an investigation on the differences in teaching contents between high school chemistry and engineering inorganic chemistry. Furthermore, some effective teaching methods including model-assisting teaching, employment of multimedia, history of discipline teaching and inquiry teaching have been explored in this article, which will be beneficial to the promotion of teaching effect of the related contents.

Key Words: Engineering inorganic chemistry; Structure of matter; Teaching research

对物质微观结构的思考和探索贯穿了人类文明的发展史, 尤其是自1808年Dalton提出近代原子论以来, 有关物质结构的理论取得了长足的进步。对化学、化工和材料学等相关专业的本科生而言, 物质结构知识的学习始于大学期间的第一门专业基础课, 即无机化学课程。而在高中期间, 学生均接受过一定程度物质结构理论的训练, 这为大学无机化学课程中物质结构部分的教学奠定了基础。同时, 在大学高年级时期, 学生还会继续学习结构化学甚至量子化学等相关课程。因此, 无机化学课程在物质结构的教学中起着承上启下的衔接作用, 如图1所示^[1]。

相比理科无机化学课程, 工科无机化学课程的课时较少, 因而分配在物质结构部分的学时就会受到限制。而与此同时, 物质结构的教学内容具有抽象度高、体系庞杂、理论性强等特点, 学生在较短时间内不易掌握, 进而可能会失去学习该部分内容的兴趣。因此, 怎样有效地开展工科无机化学课程

*通讯作者, Email: ning.yuan@hotmail.com

基金资助: 中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目(J170307)

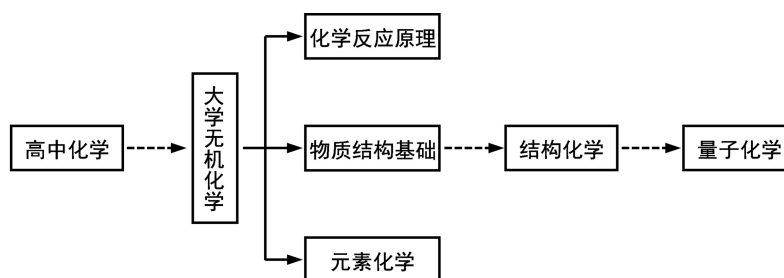


图1 物质结构教学内容在无机化学课程中的地位及其与后续相关课程的关系示意图

中物质结构部分的教学成为一个值得探究且有价值的课题。本论文通过调查和分析高中化学和工科无机化学课程中物质结构部分在教学内容上的差异,进而做到有目的、有侧重点地开展教学工作。针对工科无机化学课程的特点,并结合笔者的教学实践,对一些行之有效的教学方法进行了探索。

1 教学内容调研

在现行的高中化学教材中,物质结构的基础知识已经有所体现。为了使工科无机化学课程中物质结构部分的教学开展得更有效,有必要对高中化学教材和本科无机化学教材进行对比调研^[2]。在此,笔者以人教版高中化学教材^[3,4]与现阶段工科大学普遍采用的无机化学教材之一——大连理工大学版《无机化学(第5版)》教材(下文简称大工版无机化学教材)^[5]进行比较。

在人教版高中化学教材体系中,物质结构的相关知识分布在必修二第一章与选修三的全部内容中,其中必修二第一章主要介绍元素周期律和化学键,选修三包含原子结构、分子结构和晶体结构,并在分子结构一章中简要介绍了配合物理论。而大工版无机化学教材分为四个章节来讨论物质结构的教学内容,即原子结构、分子结构、固体结构以及配合物结构。

在原子结构的教学中,大工版无机化学教材基本涵盖了人教版高中化学教材的全部内容,并在深度上有所提升。大工版无机化学教材还论述了中学化学教材不包含的内容,如波粒二象性、不确定原理、Schrödinger 方程、量子数、电子亲和能等。但是大工版无机化学教材没有介绍关于原子的诞生,即大爆炸理论的普及知识。在分子结构的教学中,相比人教版高中化学教材,大工版无机化学教材主要增加了分子轨道理论的相关知识,且章节之间衔接的逻辑性更强。关于固体结构理论的教学,人教版高中化学教材的语言组织生动活泼,而大工版无机化学教材在深度和广度上都做了大幅度的提升。有关配合物的结构和理论,人教版高中化学教材仅仅通过一个实验引入了配合物的基本知识。因此,对大一新生而言,大工版无机化学教材中讲授的配位化学理论基本上均是全新的知识。

通过以上关于人教版高中化学和大工版无机化学教材内容的比较,可以看出其中关于物质结构的知识有所重复,但是深浅程度不一。因而,教学的重点应转向学生在高中化学课程中未涉及的内容,以及中学化学中虽有所涉及但对学生而言仍为难点的教学内容。这样方能有的放矢,提高教学效率。基于此,我们主要采用以下两种方式来辅助实现教学内容的衔接:(1)以调查问卷形式了解来自不同生源地区的学生对物质结构知识的学习程度^[6];(2)通过摸底测试的方式了解学生对不同章节内容的掌握程度。同时,以微信群等方式与学生建立互动联系,及时了解学生的难点,并随时调整教学的侧重点。此外,相比高中化学,大学工科无机化学的教学信息量大,而学时却缩减了。尤其是对大一新生而言,往往难以在短期内适应大学的教学进度。为此,结合以上对教材的比较分析、问卷调查与摸底测试的结果,需要合理地安排学时。对高中化学未涉及的微观粒子的波粒二象性、分子轨道理论和配合物理论等内容,学生一般较难理解,可以适当延长学时;而对重复的内容如元素周期律、杂化轨道理论等可以适当减少学时。

2 教学方法研究

物质结构的教学内容比较抽象，与现实生活经验差距较大，理论知识相对庞杂，且涉及到量子力学的基础知识，学生普遍感觉难以理解。同时，作为工科无机化学教学内容中的一部分，国内主流教材的叙述较为简略，很多内容只给出了结论，而没有严密的推导过程，这也使得学生在接受时遇到困难。此外，工科无机化学课程少学时限制在某种程度上也不利于物质结构教学的深入开展。在这种情况下，若继续沿用传统的教学方法，学生则难以理解物质结构的微观世界。因此，应探索和设计有效的教学方法使学生容易接收与理解。据笔者的调研和实践，以下方法有助于提高物质结构的教学效果。

2.1 模型辅助教学

在物质结构的教学中，需要学生具备一定的空间想象能力，尤其是当遇到微观结构上的细微差别时，这种能力尤为重要。在分子结构、晶体结构和配合物结构的教学中，即使学生已有良好的空间想象能力，也时常会出现错误。模型可以有效地辅助这方面的教学，以往的教学实践表明，模型实习是一种行之有效的教学方法^[7]。采用虚拟或实物球棍模型，可以对分子的对称性、点阵理论、晶体的宏观对称性、密置层和金属密堆积以及离子晶体等进行系统的教学演示和操作，取得了良好的教学效果^[8]。采用传统的折纸技术也可以用来辅助物质结构的教學，设计出正四面体和正八面体等模型，对 sp^3 杂化分子、四配位化合物以及 AL_6 型六配位化合物的教学起到了一定的教学效果；对较为复杂的多齿螯合配位化合物，如邻二氮菲铁(II)，这种折纸艺术不仅可以帮助学生直观地认识配合物分子的空间结构，而且可以使學生更容易确定此配合物分子的点群^[9]。因此，以各种模型来辅助物质结构的教學，不仅可以使學生形象地理解物质结构，而且可以培养学生的动手能力以及对课程内容的兴趣。

2.2 运用多媒体教学

多媒体技术的运用对现代教育提供了极大的便利，而在现实课堂中，常常是以多媒体和传统板书相结合的方法来进行课程的讲授。由于物质结构教学内容的抽象性特点，多媒体技术的熟练运用更是一种不可或缺的教学技术^[6]。例如在杂化轨道理论、价层电子对互斥理论、晶体结构与配合物的空间构型等的教学中，合理选用动态图片与视频可以直观而清晰地反映电子、原子或配位体与相对应中心粒子的位置关系，进而使學生更好地理解物质结构的内容。例如，在配合物的异构现象教学中，一般教材中顺反异构与旋光异构的静态图片很难达到教学效果，而在课堂中如果采用动态图片，可以清晰地将配合物的立体结构展示给學生，进而使學生更容易接受和理解配合物的异构现象。此外，计算机化学专业软件的运用也可以使學生更容易感知物质的微观世界，在课堂上可以向學生适当地推介和讲述一些化学常用软件的操作。这些软件不仅有助于學生对课堂中物质结构知识的掌握，而且也是今后在科学研究或者生产实践中不可缺少的工具，因而有助于培养学生的学科基本技能。

2.3 穿插学科史教学

物质结构的教学内容抽象且枯燥，加之工科无机化学课时相对较少，學生常常对之或一头雾水、或兴味索然。而事实上，人类对物质结构的探索史宛如一部精彩纷呈的史诗篇章，这是一项贯穿了整个人类文明史且至今仍在进行中的壮丽事业。从古希腊、中国与印度的先哲们对物质本原或朴素或神秘的认识，到近代因对放射性的研究而掀起的对物质微观结构的探索热潮，以及至今仍在发展中的弦理论，人们对物质结构的探索源远流长且仍处在科学发展的前沿。随着科学观念的改变和技术水平的提升，对物质结构的探索可能会永无止境。在课堂上穿插讲述物质结构的探索和发展史，可以提高學生的学习热情，从而有助于加深对课程内容的理解。例如配位化学理论的奠基者Werner早年是一位有机化学家，他在发表著名的配位理论前几个月才转向对无机化学的研究；量子论的提出者Planck在科学上是一位保守而不情愿的革命者；我国著名结构化学家、前中国科学院院长卢嘉锡曾师从量子化学的先驱者Pauling，对我国物质结构的发展做出了杰出的贡献；在20世纪初，很多著名的科学家

尚认为原子只是一种哲学假设而不是科学概念。凡此种种,科学史上的这些花絮不仅可以活跃课堂气氛和引导学生的兴趣,还有助于加深学生对物质结构课程内容的理解。

2.4 探索研究式教学

由于物质结构的教学内容枯燥且抽象,多数学生不易接受,进而可能会导致放弃对课堂教学的兴趣。因此,必须摒弃传统的照本宣科式的教学方法,而采取新的教学方法来进行物质结构的教学。笔者在教学中采取探究式的教学方法,取得了较好的效果。这种方法以核心授课主题为讲述单元,让学生自主探索研究该主题的若干问题,进而学习并接受该授课主题的内容。以分子间的吸引作用为例,在讲授该主题的教学内容之前,首先提出探究性的问题:(1)分子在总体上不显电性,那么分子间为什么会产生吸引作用?(2)这种分子间吸引力有什么实际上的用处?学生对此会产生激烈的讨论,进而笔者会引导学生——分子虽然在总体上不显电性,但是由于分子的极性和变形性产生了分子间的吸引力。在此基础上,系统介绍分子的偶极矩、极化率以及取向、诱导与色散作用。最后举例介绍分子间吸引力的应用,使学生掌握该主题的内容。笔者的教学实践表明,这种方法可以使学生有效地掌握物质结构的教学内容。

3 结 语

作为大学的第一门专业基础课程——无机化学中的一个重要组成部分,物质结构的教学起着承上启下的重要作用。根据工科无机化学中物质结构的教学特点,对比了学生在高中化学和本课程中的内容上的异同,区别对待重复的内容、深浅程度不一的内容以及高中化学未涉及的内容,有目的地指导该部分内容的教学。基于物质结构内容的抽象性与工科无机化学的少学时等特点,并根据笔者的调研和实践,提出了一些行之有效的教学方法。通过本论文的教学研究工作,期望能进一步提高教学效率,提升学生对物质结构的学习兴趣,完成工科无机化学中物质结构的教学任务。

参 考 文 献

- [1] 曹 阳. 化学教育, **1982**, 3 (2), 20.
- [2] 赵 亮, 冯利平. 安阳工学院学报, **2013**, 12 (4), 109.
- [3] 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. 化学(必修二). 北京: 人民教育出版社, 2004: 2-25.
- [4] 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. 化学(选修三). 北京: 人民教育出版社, 2005: 2-88.
- [5] 大连理工大学无机化学教研室. 无机化学. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 221-368.
- [6] 花书贵, 邓海威, 郭 琦, 卢姝妤. 江苏教育学院学报(自然科学版), **2013**, 29 (4), 34.
- [7] 潘 梅, 苏成勇. 结构化学模型实习体系建设与难点剖析//中国化学会第27届学术年会第17分会场摘要集. 中国化学会第27届学术年会, 厦门, 2010年6月20日. 厦门, 2010: 19.
- [8] 结构化学国家精品课程. (2017-08-03)[2017-08-09]. <http://struchem.nankai.edu.cn/>.
- [9] 牟志刚, 徐培苍. 景德镇高专学报, **2011**, 26 (4), 37.