

浅谈基础无机化学课程教学内容的选择与讲授

乔正平 龚孟濂 巢 晖*
(中山大学化学学院, 广州 510275)

摘要: 对化学类专业本科生基础无机化学课程教学内容的选择提出科学性、系统性、重要性和新颖性四项原则。对讲授方法, 提出既要传授知识, 让学生打好化学理论基础, 获得化学物质世界初步的全面图像, 又要注重引导学生掌握逻辑思维方法, 提高持续学习的能力。简要介绍了相应的教学实践活动。

关键词: 基础无机化学; 教学内容选择; 讲授方法
中图分类号: G642; O6

The Content Choice and Teaching Methodology of Basic Inorganic Chemistry Course

QIAO Zheng-Ping GONG Meng-Lian CHAO Hui*
(School of Chemistry, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, P. R. China)

Abstract: It is an important work to choose teaching contents for basic inorganic chemistry course in universities due to limited teaching hours and content complexity of the course. The authors propose four principles for the choice, namely scientificity, systematicness, importance and novelty. The teaching methodology also plays an important role for the course effect. We think that we should not only impart chemical knowledge and theories to the students to let them achieve the preliminary image of chemical world, but also guide students to understand the methodology of logical thinking, so that to enhance their ability of continuous learning. Our teaching practice activities are also briefly introduced.

Key Words: Basic inorganic chemistry; Teaching content choice; Teaching methodology

基础无机化学课程是化学类专业本科生的第一门专业基础课, 对于激发学生对化学科学的兴趣、巩固专业思想的重要性不言而喻。由于科学的不断发展、内容的不断更新、事实性知识量不断扩容, 当今世界科学教育都面临着内容超负荷的难题, 化学亦是如此。而学时偏少、学生基础不均, 如何选择教学内容、怎样讲授, 是教师的一个难题。作者对基础无机化学课程教学内容的选择提出了四项原则, 对讲授方法提出了看法, 并简要介绍了相应的教学实践活动。

1 无机化学课程面临的挑战

与物理化学等高年级课程不同, 无机化学课程通常设在大学一年级, 教授对象是来自全国各省的高中毕业生, 而各个省对高考化学内容要求的不统一, 导致入学时学生基础不均。然而更重大的挑战

*通讯作者, Email: ceschh@mail.sysu.edu.cn

基金资助: 国家精品课程建设基金; 广东省精品课程建设基金

来自于学生的学习方法。我们于2014年4–6月间曾对广东省内20所高中共6685名学生和19所高中共189名教师进行了调查,结果显示,在教材内容不断减少的情况下,有60.8%的教师和53.6%的学生认为教材所提供的信息少,已成为学生学习过程中的最大困惑。相比英美教材,我国中学化学教材叙述性内容严重不足,教材内容主要以概念及知识点形式出现,而对概念的解释及应用的描述明显缺失。后果之一是学生阅读能力普遍偏低,调查结果显示,71.8%的学生喜欢的学习方式是直接讲解和合作探究,只有20.7%的学生喜欢采用独立思考和阅读。这次调查结果还显示,拥有1–2本课外书籍的学生比例比拥有1–2本练习册的学生比例高15.1%、拥有3–5本课外书籍的学生比例比拥有3–5本练习册的学生比例低10.2%。这说明学生更喜欢通过练习册的方式扩充或检验掌握的内容。因此,学生参差不齐的基础加上自学能力偏低,使无机化学课程教学内容的选择及讲授方法显得尤为重要。

其次,目前国内高校一年级无机化学课程通常包括化学基本原理和元素化学两部分。化学基本原理部分往往是高年级分析化学、物理化学、结构化学的基础内容,使学生在螺旋式上升的模式下由浅入深地学习。然而,由于学生的高等数学等科目的学习也处于初学阶段,某些需要严密数理推导方可引入的概念在无机化学课程中只能直接引入或简化某些条件后引入,容易导致概念突兀和学生学不透。因此,必须谨慎选择教学内容及仔细研究讲授方法。

2 教学内容的选择原则

我们认为,为了激发学生的学习兴趣、打好化学理论基础,应该按照科学性、系统性、重要性和新颖性四项原则来选择基础无机化学的教学内容。

2.1 科学性

无机化学是化学科学的基础,无机化学课程内容应体现化学的科学性。

无机化学的科学性有两根支柱:微观的物质结构理论(含原子结构、分子结构、晶体结构)和宏观的化学热力学基础及化学动力学基础。元素周期律既有微观的物质结构变化,又有宏观的物质性质变化。无机化学的科学性可以概括在图1所示的无机化学基础理论框架中。

有的作者更喜欢用“课程的学术性”的提法。我们认为:科学有真理,学术可争议;基础无机化学课程内容,更多的是体现了化学的科学性。

2.2 系统性

无机化学课程的系统性包括理论的系统性和物质的系统性。无机化学理论的系统性也可以用图1表示。课程应该使学生理解相对完整的基础无机化学理论体系。

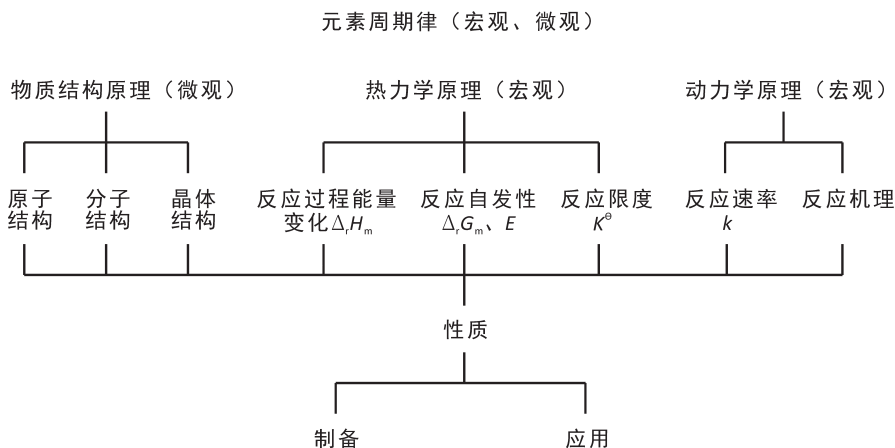


图1 无机化学基础理论系统

物质的系统性充分体现在元素周期系中。因此，化学类专业本科生必须学好“元素无机化学”。“元素无机化学”的重要性不但在于它是“无机化学原理”的载体，学生必须相对完整地学习元素周期系，才能真正学懂无机化学原理；而且它是一门不可替代的课程^[1]，学生通过学习，才能获得化学物质世界的初步的、完整的图像。不难理解，一位化学类专业的毕业生，如果对化学物质世界欠缺完整的图像，对于他思维的广度和学术水平的提高，将会产生负面的影响。

2.3 重要性

这包括理论重要性和应用重要性。如果某一内容对于学习和理解无机化学基本理论有明显作用，就应该讲授。例如，“氧气”在初中化学就开始讲授，为什么大学一年级无机化学课还需要讲？这是因为，讲述氧气的分子结构，可以让学生重温主要的共价键理论——价键法和分子轨道法，而价键法处理氧气的分子结构是失败的，分子轨道法则显示了优点。通过这个实例，学生可以认识两种共价键理论的差异。

如果某一物质具有重要应用，尤其是在学科前沿领域的重要用途，就应该选讲。例如，钛是一种有重要用途的金属，二氧化钛是重要的光化学反应催化剂，也是近年来纳米材料研究的重要对象。适当介绍钛和二氧化钛的性质、用途和最新研究进展，是合适的。

2.4 新颖性

对于代表科学研究或学科发展方面新趋势的内容，应该适当讲授，以激发学生的学习兴趣，了解无机化学的发展。例如，硅是重要的半导体，没有硅晶体，就没有现代计算机；多晶硅是一种重要光伏材料，是新能源领域的热门研究对象。介绍硅晶体的物理性质，是必要的。再如，碳元素有金刚石、石墨、石墨烯、碳纳米管、富勒烯等同素异形体，富勒烯的发现进一步发展了共价键理论，而碳纳米管和石墨烯更是两类具有特殊结构和特殊光、电、热性能的纳米材料，代表着当今无机化学研究的一个重要领域，有必要适当讲授。

3 讲授方法

课堂讲授要千方百计激发学生的学习兴趣，既要注意知识传授，也要重视提高学生持续学习的能力。

以“原子结构”一章为例，不少师生认为难教、难学。我们觉得这可能与没有认识到这一章的特点有关。我们认为这一章的特点是“重点不难懂，难点不重要”。对于无机化学基础课而言(不是对结构化学课程)，该章的重点应该是4个量子数、原子基态核外电子排列、波函数角度分布图和电子云径向分布函数图；而难点则是微观粒子的波粒二象性和薛定谔方程。这种“重点”与“难点”的相对分离，为我们安排讲授时间提供了依据。在实践中，我们按照下列科学史的线索来讲授：氢原子发射光谱(线状光谱)→玻尔原子结构理论(电子能量量子化，经典电磁理论对微观世界失效)→光子和实物粒子的“波粒二象性”→不确定原理(经典力学对微观世界失效)→量子力学(描述微观世界运动规律的新理论)对核外电子运动状态的描述——薛定谔方程→4个量子数→原子基态核外电子排列→元素性质(电离能、电子亲和能、电负性、金属性与非金属性等)，再辅以当时的历史事件——1927年索尔维会议哥本哈根学派与其反对派之间的学术争议。学生听课，就接近于听教师讲科学发展的故事，兴趣会大增。这种讲授，能让多数学生掌握重点内容，对于“难点”内容，可以在后续课程中深入学习；而部分学习好的学生，更能懂得难点内容。衡量学生是否“学懂”的一个重要标准是：是否认识了微观粒子运动的波动性和统计规律性。

在课堂知识讲授的同时，我们也经常给学生介绍一些最新的科学研究进展。比如二氧化硫(SO_2)在大气中属于有毒气体，能形成酸雨，是一种全球性的常见而且严重的大气污染物； SO_2 的污染状况以及毒性作用一直是全社会共同关注的问题。对 SO_2 接触现场工人的健康调查显示， SO_2 暴露的主要毒害是对人的呼吸道产生刺激作用和腐蚀作用，证明 SO_2 污染与一些呼吸系统疾病(例如气管炎、支

气管炎、哮喘、肺气肿等)的发生相关。通过对 SO_2 的毒理实验,发现高浓度的 SO_2 吸入可以引起小鼠体内的DNA损伤,多种器官脂质过氧化损伤,蛋白质氧化损伤,酶活性降低等损害^[2]。近年来的研究也发现,内源性 SO_2 与某些心血管疾病密切相关,在心血管系统中就存在 SO_2 生成系统,并且内源性 SO_2 的水平在心血管系统的生理、病理的调节方面发挥着重要作用。它不仅具有舒张血管、抑制心脏功能、改善血管重构、抑制炎症反应、抗氧化以及调节脂质代谢等作用,而且对改善肺动脉高压、高血压和急性肺损伤等心肺血管疾病具有重要的病理生理学意义^[3]。因此,人们推测内源性 SO_2 可能是继一氧化碳(CO)、一氧化氮(NO)和硫化氢(H_2S)之后,又一种新型的气体信号分子^[4-6]。这些知识的介绍让学生意识到简单的无机小分子在生命体系中也起着非常重要的作用,极大地激发了学生对无机化学的学习热情。

为了提高学生的学习能力,我们注意引导学生掌握逻辑思维方法,主要是“演绎法”和“归纳法”。在课程起始阶段,多采用“演绎法”讲授,即讲述一个原理或定律,再讲述它在若干方面的应用,例如范特霍夫化学反应等温式及其应用的讲授。这是一种“发散式”的思维方法。随着课程的深入,逐渐增加“归纳法”方式的讲授。例如,讲解合成氨的“化学平衡移动”,联系热力学原理,论述浓度、压力、温度对平衡的影响,进而引导学生归纳、总结为勒-夏特利原理。这是一种“收敛式”的思维方法。学生掌握正确的逻辑思维方法,可以增强未来持续学习的能力。

总之,针对无机化学课程面临的挑战,选择好教学内容、使用适当的教学方法,不仅能够使学生顺利地由题海战术的训练模式中转变为多方位学习模式,而且能够有效激发学生源于化学学科魅力的学习兴趣,从而提高学生的化学素养,实现化学教育的基本目标。

参 考 文 献

- [1] 谢 钢, 杨 奇, 陈三平, 高胜利. 大学化学, **2012**, 27 (5), 36.
- [2] Ji, A. J.; Savon, S. R.; Jacobsen, D. W. *Clin. Chem.* **1995**, 41, 897.
- [3] Shih, V. E.; Abrons, I. F.; Johnson, J. L.; Carney, M.; Mandell, R.; Robb, R. M.; Cloherty, J. P.; Rajagopalan, K. V. N. *Engl. J. Med.* **1977**, 297, 1022.
- [4] 孟紫强, 李君灵. 生理学报, **2011**, 63 (6), 593.
- [5] Li, G.; Chen, Y.; Wang, J.; Lin, Q.; Zhao, J.; Ji, L.; Chao, H. *Chem. Sci.* **2013**, 4, 4426.
- [6] Li, G.; Chen, Y.; Wang, J.; Wu, J.; Gasser, G.; Ji, L.; Chao, H. *Biomaterials* **2015**, 63, 128.