

大学《无机化学》对高中化学《物质结构与性质》的教学指导

刘兴* 李文

衡阳师范学院化学与材料科学学院 湖南衡阳 421008

摘 要: 化学学科教育和教学是一个有机的庞大体系,高中和大学作为这一体系的两个主要阶段,许多中学化学中没有涉及的问题往往在大学化学知识体系中均能找到答案。将大学知识与高中教材有机结合,即从大学知识中寻找高中知识的生长点,这样可以形成良好的知识体系,又可以为教师的教学提供必要的素材。本文先对大学《无机化学》与高中《物质结构与性质》教材内容进行了对比分析,后通过具体教学设计探讨了前者对后者的教学指导作用,为高中化学教学提供了借鉴和参考。

关键词: 无机化学;高中化学;物质结构与性质;元素周期律;教学指导

化学作为基础自然学科,在人类生活和社会发展中占据了不可替代的重要地位。百年大计、教育为本。化学教育在提高民族科学文化素质、促进国家科技进步、为我国现代化培养专门人才等方面具有举足轻重的作用。化学教育在不同阶段的内容、深度、内涵以及所起的作用不一样,但彼此联系、互相影响。在中学阶段,作为基础教育的组成部分,化学教育的主要任务是激发学生对化学的兴趣,引导学生从化学的视角去认识世界,培养学生掌握必备的知识技能和关键能力。同时它在提高公民科学素质,提高中学生的化学学科核心素养方面有着非常重要的作用。而大学阶段是专业化的教育,大学专业化学有着更高的标准和要求,涵盖的理论知识更为系统、全面、丰富和深入。

化学学科教育和教学是一个庞大的体系,高中和大学作为这一体系的两个主要阶段,许多中学化学中没有涉及的问题往往在大学化学知识体系中均能找到答案。另一方面,作为高中化学教师,仅仅掌握中学教材的内容是难以满足当下中学化学教育教学的要求、教师自身的专业发展和知识储备需要提高到大学阶段的专业内容,拓展到化学的前沿阵地。将大学知识与高中教材有机结合,即从大学知识中寻找高中知识的生长点,这样可以形成良好的知识体系,又可以为教师的教学提供必要的素材,在实际教学中通过对大学—中学相关知识的“再创作”,从而达到教学活动中的深入浅出、应对自如^[1]。

我国关于大学化学知识或理论对中学化学教学的指导性研究较少。有部分学者以二级学科为单位来进行了相关研

究,其中陈绮蕙学者就在其硕士论文中深入研究了大学物理化学对中学化学的指导作用。作者将大学物理化学与高中选择性必修1教材内容进行了对比分析,相关的知识生长点作为重点分析,并在文中提出了部分创新性的教学策略^[2]。何燕结合自身近十年的教学经验,从理论教学、实验教学和课程考核三个方面,探讨了大学化学对中学化学教学的指导意义^[3]。本文通过内容分析等,探讨了大学《无机化学》对高中“原子结构与性质”的教学指导作用给出了一些教学建议,并以“元素周期律”主题为例给出了具体教学设计,为高中化学教学提供了借鉴和参考。

1. 大学《无机化学》与高中《物质结构与性质》教材内容对比分析

高中化学选择性必修2《物质结构与性质》(人教版,2019年出版)^[4]第一章内容与宋天佑的《无机化学(第四版)》第五章“原子结构和元素周期律”有着紧密的联系。大学无机化学涵盖了高中化学“原子结构与性质”的全部内容,并把相关知识点继续进行了深化。高中化学对于原子结构的理解主要基于能层与能级、构造原理与电子排布式、电子云与原子轨道、能量最低原理等基本理论,大多都是抽象性的概念。而大学《无机化学》则进一步拓展了这些理论,通过引入原子结构模型、氢原子光谱和波尔理论让学生对原子结构有一个初步的认识。第三节核外电子运动状态的描述中介绍了量子数的概念,量子数是对高中化学中能层与能级理论的延展,能够让学生对原子结构有更为深入和全面的认识。大学《无机化学》介绍了电子云图,电子云的概念在高中化学

中有简单介绍,无机化学将这部分内容继续深化。除了电子云图外,大学《无机化学》还介绍了径向分布图和角度分布图,以帮助学生更好的理解核外电子的运动状态。此外《无机化学》对多核外电子排布进行了深入探讨,介绍了鲍林、科顿的原子轨道能级图以及电子排布规则,高中化学的泡利原理、洪特规则、能量最低原理在大学化学中都有深入的讲解。元素周期表和元素的周期性同样在大学化学中也有继续深化,除了高中化学学习过的原子半径、电离能和电负性之外还介绍了电子亲和能。综上所述大学《无机化学》不仅扩展了高中化学里的相关概念,还从多个角度和层面对原子结构与性质的知识内容进行了分析。

高中化学“分子结构与性质”章节,涉及到的知识与大学《无机化学》有着非常大的关联性,大学化学对于共价键、杂化轨道等理论在高中化学的基础上做了很多补充。比如,高中《物质结构与性质》和大学《无机化学》都介绍了共价键,但是对此表达的深度不同。高中化学从原子轨道的角度理解来共价键,并说明了 σ 键和 π 键两种基本共价键类型。而大学化学不仅回顾了共价键的基础知识,还详细的介绍了路易斯的经典共价键理论和鲍林等人建立的现代价键理论。这些理论详细阐述了共价键的本质、形成、饱和性及方向性,构建了一个更为完善的知识体系。分子间作用力这部分内容大学无机化学把它放到了第七章“晶体结构”,与分子晶体结合在一起讲解。大学化学在高中化学的基础上对范德华力和氢键都进行了扩展,将范德华力从来源上分为了 3 部分——取向力、诱导力和色散力,并进行了详细的介绍。此外大学《无机化学》还扩展了共价键的类型,除了两种基本类型以外还给出了大 π 键这一概念并对其进行了深入的探

讨。由于在高中阶段的化学教学中更关注短周期元素,因此对于杂化轨道理论的探讨相对较浅,重点讨论的是 s-p 型杂化。而大学《无机化学》对于杂化轨道理论的探讨不仅涵盖了 s-p 型杂化,还重点讲解了高中化学中忽略的 s-p-d 型杂化。此外大学化学还补充说明了等性杂化和不等性杂化,这一补充使得杂化轨道理论的知识体系更加完整。这样的知识体系构建不仅拓宽了我们的理论视野,而且增强了对化合物结构和性质的理解。

“晶体结构与性质”作为高中《物质结构与性质》的第三章内容,涉及到的知识点是比较多的。这部分的知识点大多在大学《无机化学》的第七章“晶体结构”能够得到体现。高中化学教材对离子晶体的介绍相对简单,主要集中在基本概念和简单性质的描述上。大学《无机化学》对离子晶体进行了系统的介绍,涉及到了离子晶体的各种复杂理论。高中教材对离子键这一概念的解释较为简略,而大学《无机化学》对离子键的讲解更全面,详细讲述了离子键的形成、性质以及强度。讲述金属键的相关理论时,高中化学选择性必修 2 主要解释了金属键的“电子气理论”,在大学《无机化学》里则是引入了金属键的“改性共价键理论”和“能带理论”,这是对金属键更深入的阐述。第三章第四节“配合物与超分子”的概念在高中化学的选修模块中有所涉及,但只占有限的篇幅。相比之下,大学《无机化学》对这一领域进行了更为详尽的探讨。特别是在第 11 章“配位化学基础”中,不仅对配位化合物的基本概念进行了系统的介绍,还深入讨论了配位化合物的价键理论和晶体场理论。

2. 大学《无机化学》对高中《物质结构与性质》教学指导实例

表 1 “元素周期律”第 1 课时教学设计

教学过程	设计意图
导入新课: 【提问】教师讲述元素周期律的定义。请同学们回忆在必修阶段有学习过哪些元素周期律的相关知识? 【学生】复习回忆之前所学知识。 【教师】我们上节课学习过元素周期表的排列规律,在必修阶段也学习过元素的金属性、非金属性等性质的周期变化。那么,我们今天在学习了这些知识的基础上,来探讨原子半径、第一电离能有什么变化规律。	通过回顾之前所学知识,过渡到本节课的学习内容。

环节一：原子半径 【教师讲解】电子在原子核外的运动没有固定轨道进，只是概率分布不同，这导致原子缺乏明确的边界。因此，原子半径的定义一般是基于相邻原子之间的核间距来确定的。 【提问】观察教材上的主族元素的原子半径图，思考原子半径的大小取决于什么？总结原子半径的变化规律。如何解释这种变化规律？ 【学生回答】取决于能层数和核电荷数。同周期中，核电荷数增加，原子核对电子的引力也增大，从左到右原子半径逐渐减小。同主族中，从上到下电子层数越多，电子间的排斥作用越大，原子半径逐渐增大。 【教师讲解】同周期中，增加的电子不足以屏蔽掉增大的核电荷数，原子半径逐渐减小。同主族中，电子层数的增多起主要作用，原子半径逐渐增大。同种元素形成的粒子半径：阳离子 < 中性原子 < 阴离子。 环节二：课堂练习 【课堂练习】判断下列离子半径的大小。 (1) $r(\text{Cl}^-)$ $r(\text{Cl})$, $r(\text{Fe})$ $r(\text{Fe}^{2+})$ $r(\text{Fe}^{3+})$。 (2) $r(\text{O}^{2-})$ $r(\text{F}^-)$ $r(\text{Na}^+)$ $r(\text{Mg}^{2+})$ $r(\text{Al}^{3+})$。 (3) $r(\text{Li}^+)$ $r(\text{Na}^+)$ $r(\text{K}^+)$ $r(\text{Rb}^+)$ $r(\text{Cs}^+)$, $r(\text{O}^{2-})$ $r(\text{S}^{2-})$ $r(\text{Se}^{2-})$ $r(\text{Te}^{2-})$。 (4) $r(\text{K}^+)$ $r(\text{Na}^+)$ $r(\text{Mg}^{2+})$。 【学生】(1) > > >; (2) > > > >; (3) < < < < < <; (4) > >	引入大学无机化学对原子半径的定义，帮助学生理解。 重视学生主体性的发挥，培养学生的总结归纳能力。结合大学无机化学的相关知识，对原子半径进行补充说明，便于学生理解。学生通过练习，熟练掌握判断离子半径的技巧，进一步巩固课堂所学知识。																							
环节三：电离能 【讲解】教师讲述第一电离能的定义。+1 价离子再失去一个电子需要的能量为第二电离能，以此类推，还有第三、四电离能等。电离能的大小能反映失电子的难易程度。电离能越大，失电子越难。 【展示】常见的原子的第一电离能。 【思考】观察图片，思考元素的第一电离能有什么变化规律？ 【学生回答】同周期中，从左到右，逐渐增大。同主族中，从上到下，逐渐变小。 【提问】试着分析一下为什么 O、S 元素的电离能比 N、P 元素的电离能要小？ 【学生回答】因为 P 和 N 元素的电子排布为半充满结构，相对稳定，电离能比较高。 【思考与讨论】以下是钠、镁、铝的逐级电离能。为什么原子的逐级电离能越来越大？这和钠、镁、铝的化合价有什么联系？ <table><tr><td>元素</td><td>Na</td><td>Mg</td><td>Al</td></tr><tr><td rowspan="6">电离能</td><td>496</td><td>738</td><td>578</td></tr><tr><td>4562</td><td>1451</td><td>1817</td></tr><tr><td>6912</td><td>7733</td><td>2745</td></tr><tr><td>9543</td><td>10540</td><td>11575</td></tr><tr><td>13353</td><td>13630</td><td>14830</td></tr><tr><td>16610</td><td>17995</td><td>18376</td></tr></table> 【学生讨论】当原子失去一个电子变为 +1 价离子时，电子数变少但是核电荷数没有变化。此时原子核对电子的引力变强，第二个电子更难失去，需要更多的能量。可以通过逐级电离能的突变来判断元素的常见化合价。 环节四：课堂小结 【教师】请同学们仔细回顾本节课所学内容，尝试将所学的知识点进行归纳总结。 【学生】归纳、总结本节课的知识点。	元素	Na	Mg	Al	电离能	496	738	578	4562	1451	1817	6912	7733	2745	9543	10540	11575	13353	13630	14830	16610	17995	18376	高中教材对电离能的解释较为简略，引入大学《无机化学》的相关内容作为补充，扩展学生的知识面。通过观察图片，学生自主归纳第一电离能的变化规律，提高观察及总结归纳能力。特别：O、S 的电离能分别比 N、P 小，引入轨道“半充满”解释教师通过提问引发学生思考，学生进行小组讨论。学生复习本节课知识点，学生深刻地了解“核外电子结构必然决定周期表的外在表现形式”。
元素	Na	Mg	Al																					
电离能	496	738	578																					
	4562	1451	1817																					
	6912	7733	2745																					
	9543	10540	11575																					
	13353	13630	14830																					
	16610	17995	18376																					

3. 结论

本文通过对比分析高中化学选择性必修 2《物质结构与性质》与大学《无机化学》的教材内容，大学无机化学不仅涵盖了高中《物质结构与性质》的全部内容，也进一步的深化和扩展了中学教材中的知识点。笔者在对比分析两阶段教材内容之后，以大学无机化学对该部分内容的指导为主线，设计了“元素周期律”教学案例，希望能为中学教师改进课堂教学、提升教学水平提供参考。

参考文献：

[1] 姜莉莉. 大学化学知识在高中教学活动中的应用[J]. 现代交际, 2016, 424(02): 223-224.

[2] 陈绮蕙. 大学物理化学对中学化学教学的指导作用

研究[D]. 广州: 广州大学, 2022.

[3] 何燕. 浅谈大学化学对中学化学教学的指导作用[J]. 中学教学参考, 2014, (17): 70-71.

[4] 人民教育出版社课程教材研究生化学课程教材研究开发中心. 物质结构与性质[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.

作者简介: 刘兴(1983-), 男, 湖南常宁人, 博士、副教授, 从事物理化学教学与研究, E-mail: liuxing1127@sina.com。

基金项目: 湖南省普通高等学校教学改革研究项目(HNJG-20230888, HNJG-202401000069)。