

对比教学法在物质结构基础教学中的应用

吴燕妮, 陈志胜, 闫鹏, 李志伟
(肇庆学院 化学化工学院, 广东 肇庆 526061)

[摘要] 无机化学课程中物质结构理论教学中涉及的新概念和理论较多, 由于微观领域的特殊性使得很多理论和概念很抽象, 学生理解和把握起来感觉非常困难, 针对这些教学内容的特点和难点, 采用对比教学法可以化难为易, 有效提高教学质量。

[关键词] 无机化学; 物质结构理论教学; 对比教学方法

[中图分类号] G4

[文献标识码] B

[文章编号] 1007-1865(2013)15-0210-02

The Application of the Contrast Teaching Method in the Structural Chemistry Teaching

Wu Yanni, Chen Zhisheng, Yan Peng, Li Zhiwei

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, China)

Abstract: Many concepts and theories of the structural teaching are exist in inorganic chemistry course teaching. It is very difficult to master the relative knowledge for the students due to the particularity of the micro field. According to the characteristic of teaching content and difficulties, the contrast teaching method is an effective way to improve the teaching quality, for it could reduce the degree of the teaching difficulty and is convenient for students to understand well.

Keywords: inorganic chemistry; structural teaching quality; contrast teaching methods

《无机化学》是高等院校化学、医学、食品、生物等专业新生必修的基础课程之一^[1-2]。与中学化学相比, 无机化学课程无论内容的学习, 还是深度都有较大提升, 新生对此感到有一定难度和不适应。在进入新学习阶段的关键时期, 运用较为灵活的教学手段是最大限度激发学生兴趣, 使之尽快适应大学生活变化的有效方法之一, 对于提高教学质量是非常重要的。在灵活多样的教学方法中^[3], 对比教学法是可以激发学生在学习热情、降低知识难度的有效方法之一。如果教师善于运用这个方法, 有利于将枯燥、难懂、形似的知识变得轻松易懂, 从而更好地实现教学目标。

1 对比教学法在中“杂化轨道理论”与“价层电子对互斥理论”教学中的应用

高等教育“十五”国家级规划教材《无机化学》^[4]第 9 章“分子结构”中介绍了 Lewis 理论、价键理论、杂化轨道理论(HOT)、价层电子对互斥理论(VSEPR)以及分子轨道理论。这些理论比较抽象, 相互之间又有一定的联系, 特别是杂化轨道理论(HOT)与价层电子对互斥理论(VSEPR), 有相似之处, 又有很大区别, 学生初学时, 如果不能准确理解, 就很容易混淆, 反映在作业当中

非常明显。例如: 布置给学生作业题, 教材本章后面 297 页“习题 2, 根据下列分子或离子的几何构型, 试用杂化轨道理论加以说明”。从学生作业反馈后表明, 很多学生根本没有很好的理解杂化轨道理论(HOT)与价层电子对互斥理论(VSEPR)的区别, 抓来乱用, 导致很多同学用 VSEPR 理论而不是题目指定的 HOT 理论做题, 还有部分学生干脆两个理论齐上阵, 思路不够清楚。

对于 HOT 理论而言, 杂化理论很好的解释了分子、离子的空间构型, 但这个理论不能用来推测分子、离子的空间构型。特别注意的是: 等性杂化的分子几何构型与杂化轨道构型相同; 不等性杂化的分子几何构型与杂化轨道构型不同。

VSEPR 理论揭示分子形成的本质, 利用中心原子的价层电子对数 VPN 以及孤电子对数 n 来推测分子、离子的空间构型。值得注意的是: 当孤电子对数 $n=0$ 时, 分子的几何构型与电子对的几何构型相同; $n \neq 0$: 分子的几何构型不同于电子对的几何构型。

HOT 理论和 VSEPR 理论用途不同, 既有不同点, 又有相似之处, 为了方便对比, 首先将杂化轨道与杂化轨道构型关系列于表 1, 如表 1。

表 1 杂化轨道(HO)与杂化轨道构型关系(HOT 理论)
Tab.1 The configuration relationship between HO and HOT

杂化轨道构型	直线形	平面三角形	四面体	三角双锥	八面体
杂化轨道	sp	sp^2	sp^3	sp^3d	sp^3d^2
杂化轨道数目	2	3	4	5	6

在此基础上, 将杂化轨道理论(HOT)与价层电子对互斥理论(VSEPR)进行比较列于表 2, 如表 2。

表 2 杂化轨道理论(HOT)与价层电子对互斥理论(VSEPR)比较
Tab.2 The comparasion of HOT and VSEPR

理论名称	比较内容	比较结论	几何构型的确定
杂化轨道理论(HOT)	分子、离子的空间结构	等性杂化方式	几何构型=杂化轨道构型
		不等性杂化方式	几何构型≠杂化轨道构型
价层电子对互斥理论(VSEPR)	VPN 孤电子对数 n	电子对的几何构型	分子的几何构型=电子对的几何构型
		$n \neq 0$	分子的几何构型≠电子对的几何构型
备注	中心原子的价层电子对数: VPN		

经过上述比较, 学生很容易发现这两个理论既有相似性和相关性, 又有不同, 通过这样的对比, 学生对这两个理论的理解逐渐加深, 异中求同, 很好把握了各自的用途。

那么, 杂化轨道理论(HOT)与价层电子对互斥理论(VSEPR)之间怎样联系的? 或者说如何将杂化理论与 VSEPR 理论有机结

合? 要解决这个问题, 先通过 VSEPR 理论可以判断分子、离子的空间构型, 再利用 HOT 理论判断轨道杂化的方式。例如: 对于 I_3^- 来说, $VPN=5$, 是直线型结构(VSEPR 理论), 由于 $VPN=5$ 说明是 sp^3d 杂化方式(HOT 理论)。这样可以利用这两个理论各自的优势相辅相成解决实际问题。

[收稿日期] 2013-05-28

[基金项目] 肇庆学院教改项目资助(JGYB201202)

[作者简介] 吴燕妮(1970-), 女, 湖南长沙人, 博士, 副教授, 主要从事燃料电池电催化剂制备及性能研究。

2 对比教学法在“原子轨道排布式”与“分子轨道排布式”中的应用

在《无机化学》教材第8章“原子结构”与第9章“分子结构”中，分别涉及到多电子原子轨道排布式和分子轨道排布式的内容。这两个内容学习时，当时学生似乎明白，但是，在学习了分子轨道排布式之后，很多学生由于不熟悉、理解不够深，很容易弄混这两个排布式。为了解决这一问题，我们在讲授“分子结构”之后，需要进行对比教学，努力帮助学生认识规律。

原子核外电子分布是针对某个原子而言，该原子核外电子分布符合下列三个规律：

(1)泡利不相容原理，(2)能量最低原理，(3)洪特规则。另外，需要根据原子具体情况辅助考虑“半满全满规则”。

分子轨道排布式以同核双原子分子的分子轨道为例，电子在分子轨道中填充跟在原子轨道里填充一样，也要符合泡利不相容原理、能量最低原理和洪特规则。在分子轨道理论中，分子中全部电子属于分子所有，电子进入成键分子轨道使系统能量降低，对成键有贡献，电子进入反键分子轨道使系统能量升高，对成键起削弱或抵消作用。教材中着重介绍两种 a 图(适合 O₂, F₂)和 b 图(适合 N₂, C₂, B₂)。

将“原子轨道排布式”与“分子轨道排布式”从以下几个方面进行比较得到表 3。

表 3 原子轨道(AO)排布式与同核分子轨道(MO)排布式比较
Tab.3 The arrangement comparison of AO and MO

比较项目	遵循原则	遵循能级图	排布式表示法举例
原子轨道排布式	能量最低原理、 泡利原理、 洪特规则	原子轨道近似能级图 1s,2s,2p,3s,3p,4s,3d, 4p,5s,4d,5p,6s,4f,5d,	N: 1s ² 2s ² 2p ³ O: 1s ² 2s ² 2p ⁴
分子轨道排布式	能量最低原理、 泡利原理、 洪特规则	a 图(适合 O ₂ , F ₂)和 b 图(适合 N ₂ , C ₂ , B ₂)	N ₂ [(σ _{1s}) ² (σ _{1s} [*]) ² (σ _{2s}) ² (σ _{2s} [*]) ² (π _{2p}) ⁴ (σ _{2p}) ²] 或 KK [(σ _{2s}) ² (σ _{2s} [*]) ² (π _{2p}) ⁴ (σ _{2p}) ²] O ₂ [(σ _{1s}) ² (σ _{1s} [*]) ² (σ _{2s}) ² (σ _{2s} [*]) ² (σ _{2p}) ² (π _{2p}) ⁴ (π _{2p} [*]) ²] 或 KK [(σ _{2s}) ² (σ _{2s} [*]) ² (σ _{2p}) ² (π _{2p}) ⁴ (π _{2p} [*]) ²]

通过把这两章知识放在一起进行对比，可以使将容易混淆的概念区分开，加深了对两个排布式的理解，使学生在理解的基础上掌握好相关知识。

3 对比教学法在“配位结构中晶体场理论和价键理论”教学中的应用

在教材第 11 章“配合物结构”教学中，配合物的化学键理论中介绍了价键理论(VBT)和晶体场理论(CFT)，都是配合物理论，为什么解释不同，同一个配合物，这个理论叫“内轨型”，那个理论叫“低自旋”，令学生很糊涂。这时教师可以进行如下归纳和对比，以帮助学生理解并区分这两个理论。

首先，要学生明确的是：VBT 和 CFT 两个理论的建立基础不同。价键理论(VBT)建立在共价键理论的基础上；晶体场理论(CFT)建立在离子键理论的基础上，把中心原子和配体分别看作是点电荷，二者靠静电作用结合。

其次，价键理论(VBT)根据磁矩 μ 来判断未成对电子个数，推测属于外轨型还是内轨型，推断出杂化方式，进一步推断出几何构型；晶体场理论(CFT)，以八面体场为例，根据比较电子成对能 P 与中心离子 d 轨道的分裂能(Δ_o)的大小，决定 d 轨道的电子是高自旋还是低自旋。例如，强场：Δ_o>P，P 小，需要能量少，电子选择成对排列，形成孤电子对少的配合物，低自旋。

最后，让学生从这两个理论的混乱中走出来，这两个理论密切相关的，价键理论(VBT)理论中的“内轨型”对应的是晶体场理论(CFT)中的“低自旋”。为了说明这两个理论的关系，可以用一个例子做成表格来理解，如表 4。

通过对比分析，发现价键理论和晶体场理论从不同角度很好的解释了配合物的结构、磁性和稳定性，得到的结论是一致的。从价键理论解释配体的性质与形成内轨型配合物或外轨型配合物的关系比较复杂，难以作出全面的概括，而晶体场理论通过对比分裂能和成对能，很好的解释了这一难点。经过这样的对比，学生大大加深了对这两个理论的理解，澄清了一些容易混淆的关系，可以掌握好理论的应用，只需要根据所给的已知条件就可以判断用哪个理论来解决问题。例如，已知磁矩 μ 时，用价键 μ 理论推测杂化方式和构型；已知 Δ_o 与 P 时，用晶体场理论推测杂化方式和自旋状态。

表 4 以 Co³⁺配合物为例比较 VBT 和 CFT 两个理论
Tab.4 The comparison of VBT and CFT according to Co³⁺ complex

理论名称	对比内容	[Co(CN) ₆] ³⁻	[CoF ₆] ³⁻
价键理论 (VBT)基础: 共价键理论	实验测磁矩	0	5.26
	未成对电子数	0	4
	构型	内轨型	外轨型
价键理论	杂化方式	d ² sp ³	sp ³ d ²
	场	强场	弱场
晶体场理论 (CFT)基础: 离子键理论	Δ _o 与 P 比较	Δ _o >P	Δ _o <P
	自旋状态	低自旋	高自旋
	杂化方式	d ² sp ³	sp ³ d ²

综上所述，在无机化学的教学中，将对比较教学法和其他的教学方法进行归纳和融合，引导学生完成比较内容，调动学生自主学习积极性同时，可以达到化烦为简的效果，有利于课程教学质量的提高。教学实践中善于积极灵活运用对比教学法教学，有效的降低知识难度，提高学生对于难点的理解能力，教学效果得到学生的肯定。

参考文献

- [1] 龚孟濂, 乔正平, 巢晖. 基础无机化学教学的思考与实践[J]. 大学化学, 2011, 26(1): 20-22.
- [2] 刘冰, 张丕俭, 高善民. 培养学生学习能力的无机化学教学改革与实践[J]. 高等理科教育, 2009, 87(04): 137-139.
- [3] 约翰·洛克, 教育漫话[M]. 付任敢, 翻译. 北京: 人民教育出版社, 1957.
- [4] 大连理工大学无机化学教研室, 无机化学(第五版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.

(本文文献格式: 吴燕妮, 陈志胜, 闫鹏, 等. 对比教学法在物质结构基础教学中的应用[J]. 广东化工, 2013, 40(15): 210-211)

(上接第 221 页)

参考文献

- [1] 朱志昂. 物理化学教学内容和教学方法的改革[J]. 大学化学, 2012, 27(5): 9.
- [2] 谢逢春, 肖士民. 小组讨论与课堂讲授的有机结合[J]. 华南高等工程教育研究, 2003, 48(2): 29-30.

- [3] 肖士民, 谢家声, 谢逢春. 在物理化学教学中突出科学方法的讲授[J]. 化工高等教育研究, 2003, 77(3): 68-69.

(本文文献格式: 邱明艳, 牛永生. 以学生为中心的物理化学课程教学[J]. 广东化工, 2013, 40(15): 221)

对比教学法在物质结构基础教学中的应用

作者: [吴燕妮](#), [陈志胜](#), [闫鹏](#), [李志伟](#), [Wu Yanni](#), [Chen Zhisheng](#), [Yan Peng](#), [Li Zhiwei](#)
作者单位: [肇庆学院化学化工学院, 广东肇庆, 526061](#)
刊名: [广东化工](#)
英文刊名: [Guangdong Chemical Industry](#)
年, 卷(期): 2013, 40(15)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_gdhg201315115.aspx