

关于“等电子原理”考查的探析

诸全头

(高淳高级中学, 江苏南京 211300)

摘要: 根据“等电子原理”的涵义阐述了三种创设等电子体的方法——替换思维法、组合思维法、原子团电荷移动思维法, 以及等电子体创设的相关迁移的应用。

关键词: 等电子原理; 策略; 替换; 组合; 原子团

文章编号: 1005-6629(2012)2-0066-02

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 问题提出

关于“等电子原理”的考查已成为新课改省区高考化学的要求之一, 江苏高考化学学科说明中也有明确的要求: 了解“等电子原理”的含义, 能结合实例说明“等电子原理”的应用。但是我省使用的两套教材中, 关于“等电子原理”都是轻描淡写, 人教版只用三行六列的表和三行半的文字描述, 苏教版仅是用资料卡片来介绍的, 显然易造成学生理解不深刻、应用不熟练、答题错误多等后果。因此在高三化学复习备考中师生应高度重视、认真研究、把握内涵、精心备考。笔者在两轮的高三复习中仔细琢磨, 反复推敲, 有所感悟, 现和同行交流如下。

2 问题探讨

江苏高考化学学科说明的要求是: 了解“等电子原理”的含义, 能结合实例说明“等电子原理”的应用。对这一考查要求, 可理解为: ①考生必须能正确创设某种微

粒的等电子体。②考生必须能结合实例说明“等电子原理”的应用。为此笔者就两个方面作了相应的思考和探讨。

2.1 如何正确创设微粒的等电子体

2.1.1 策略1 替换思维法

根据同族元素的原子具有相同的价电子数, 可进行相应的替换, 举例思考如下。例: 分别写出与 CF_4 、 NH_3 、 H_2O 互为等电子体分子的化学式(见表1)。

表1 与 CF_4 、 NH_3 、 H_2O 互为等电子体的化学式

对象	CF_4			NH_3			H_2O		
替换原子	Cl	Br	I	P	As	Sb	S	Se	Te
等电子体	CCl_4	CBr_4	CI_4	PH_3	AsH_3	SbH_3	H_2S	H_2Se	H_2Te

应用替换思维, 学生能自然地、熟练地寻找到微粒的等电子体。再如, 将 CO_2 中的两个 O 原子替换为两个 S, 可得等电子体 CS_2 , 也可将一个 O 原子替换为一个 S,

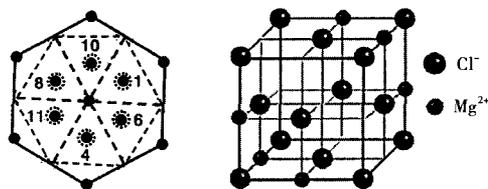


图11 MgCl_2 晶胞中第二种堆积方式

综合图10、图11可知, Mg^{2+} 在 Cl^- 形成的八面体空隙中采取隔层填充, 联想 NaCl 堆积方式可知, 该三方层型结构堆积方式为 $\cdots\text{AcB ChA BaC A}\cdots$ 。

3 晶胞投影图构建的探讨意义

晶胞投影图有助于深化认识晶体的密堆积和空隙分布, 问题的解决不依赖于大学知识的扩展和记忆, 而是以此为载体培养能力和开发思维。首先是信息处理能力, 从题给文字和图形筛选并提炼出有效信息, 包括密堆积方式、空隙类型、空隙填充率等, 在此基础上进

行信息的加工和应用; 其次是空间想象能力, 它直接影响物质结构的学习, 体现了学生已有晶体模型在头脑中的构建, 这是认识陌生晶胞中粒子相对位置的重要前提; 再次是抽象思维能力, 投影图是思维的产物, 它将抽象的微观粒子模型化, 有利于外显学生的思维, 帮助学生对比联想、推测联想, 进而创造性解决问题, 使思维达到飞跃。值得一提的是, 对晶胞投影的视角还有许多, 如六方晶胞沿 C 轴方向的投影图也是竞赛热点, 建议在培训过程中, 教师引导参赛选手借助实物模型或三维动画从多个视角自主探究投影图的形成和投影规律。

参考文献:

- [1] 廖义中. 高中化学竞赛物质结构部分培训模式的设想与构建 [D]. 四川师范大学学位论文, 2008.

可得等电子体 COS, 将 SCN^- 中的 S 原子替换为 O, 可得等电子体 CNO^- 或 NCO^- 等。

2.1.2 策略 2 组合思维法

根据“等电子原理”原理, 先满足原子总数相同, 将相关的原子进行有机组合, 得到各种不同的“原子团”。再根据价电子总数相等的要求, 适当给电子或去电子, 便可创设形式不同的等电子体。举例思考探讨如下。

表 2 应用教材素材

原子	C	N	O
价电子数	4	5	6

设问: 如何创设与 CO 互为等电子体的微粒? 思考探讨为: ①先简单计算得 CO 是二原子, 10 个价电子微粒。②用 C、N、O 三种原子有机组合满足二原子组合有五种。③将所得的五种组合, 适当加、减电子可得 5 种等电子体(见表 3)。

表 3 与 CO 互为等电子体的微粒

二原子组合所得“原子团”	C_2	N_2	O_2	CN	NO
组合“原子团”价电子总数	8	10	12	9	11
满足 10 个价电子总数微粒	C_2^{2-}	N_2	O_2^{2+}	CN^-	NO^+

还可用相似的思维, 创设与 CO_2 互为等电子体的微粒(见表 4)。

表 4 与 CO_2 互为等电子体的微粒

三原子组合所得“原子团”	C_3	N_3	O_3	CN_2	NO_2
组合“原子团”价电子总数	12	15	18	14	17
满足 16 个价电子总数微粒	C_3^{4-}	N_3^-	O_3^{2+}	CN_2^{2-}	NO_2^+
三原子组合所得“原子团”	C_2N	C_2O	N_2O	CNO	NCO
组合“原子团”价电子总数	13	14	16	15	15
满足 16 个价电子总数微粒	C_2N^+	C_2O^{2-}	N_2O	CNO^-	NCO^-

2.1.3 策略 3 原子团电荷移动思维法

设问: 分别写出与 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 互为等电子体的微粒的化学式_____。本题可创设如下: 可将 CO_3^{2-} 所带的两个负电荷看着“两个电子”, 然后将这“两个电子”逐步移向中心原子碳上便可得相应的等电子体。即当移下“一个电子”到中心原子碳上时, 原子团只带一个单位负电荷, 中心原子上的价电子就增加一个变为 5 个, 这时中心原子碳就可看为氮原子, 自然得等电子体 NO_3^- 。当移下“两个电子”到中心原子碳上时, 原子团就不再带电荷, 中心原子上的价电子就增加两个变为 6 个, 这时中心原子碳就可看为硫原子, 自然得等电子体 SO_3 。同理将 PO_4^{3-} 移下“一个电子”可得 SO_4^{2-} , 再移下“一个电子”可得 ClO_4^- 。

2.2 “等电子原理”的应用

当熟练应用以上 3 种思维创设等电子体后, 因等电子体间具有相似的化学键特征、相似的化学结构, 因此能由熟悉的微粒去理解不熟悉的微粒。如 N_3^- 与 CO_2 互为等电子体, 那么请回答 N_3^- 的电子式、中心氮原子的杂化类型、微粒的空间构型、键的类型等, 因 CO_2 的电子式为 $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$, CO_2 分子中碳原子采用 sp 杂化, 分子的空间构型为直线形等。根据等电子体原理学生便能顺利迁移回答写出 N_3^- 的电子式为 $[\ddot{\text{N}}::\text{N}::\ddot{\text{N}}]^-$ 、 N_3^- 中心氮原子也采用 sp 杂化、空间构型也为直线形、1 mol N_3^- 中含有的 π 键数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个。再如 2010 江苏高考化学第 21 题, 已知 CaC_2 中 C_2^{2-} 与 O_2^{2+} 互为等电子体, O_2^{2+} 的电子式可表示为_____; 1 mol O_2^{2+} 中含有的 π 键数目为_____。学生就能正确写出的 O_2^{2+} 电子式为 $[\text{O}::\text{O}]^{2+}$, 1 mol O_2^{2+} 中含有的 π 键数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个。

还须提醒学生, 在回答该类问题时, 一定要仔细审题, 审清设问要求、审清答题要求等。如, ①请写出一种与 CN^- 互为等电子体离子的化学式_____, 该问学生须注意要写的是离子的化学式, 否则易错写为 N_2 或 CO , 正确答案可写 C_2^{2-} 或 O_2^{2+} 或 NO^+ 。②请写出一种与氮的最简单氢化物互为等电子体的离子的电子式_____, 回答该题一要注意创设的对象是氮的最简单氢化物即 NH_3 , 二要注意创设的是等电子体应是离子, 三答案必须写为电子式, 这样正确结果应写为水合氢离子的电子式或甲基负离子的电子式才吻合题设要求。③请写出写出一种与 CO_3^{2-} 互为等电子体且属于非极性分子的微粒的化学式_____, 同样要注意一是非极性分子, 二是要写化学式。正确答案为 SO_3 或 BF_3 。

3 感悟

通过对“等电子原理”以上探讨, 学生收获的不仅仅是“等电子原理”这一纯粹的知识, 而注重的是寻找等电子的过程, 在过程中培养了学生的一种学科思维方式, 懂得了举一反三, 触类旁通。潜移默化地帮助学生更好地理解化学学科思想, 提升了化学学科的思维力。这样的探析是独创的、敏捷的、灵动的, 在探析中体验到成功的乐趣, 学会了思考、学会了学习, 真正实现了“教是为了不教”。

参考文献:

- [1] 北师大, 华中师大, 南师大合编. 无机化学. 北京: 高等教育出版社, 2002: 83~84.
- [2] 宋心崎. 普通高中课程标准实验教科书: 化学选 3《物质结构与性质》, 第 3 版. 北京: 人民教育出版社, 2009: 32~33.
- [3] 王祖浩. 普通高中课程标准实验教科书: 化学选 3《物质结构与性质》, 第 3 版. 南京: 江苏教育出版社, 2006: 64.