

# 有机分子中原子共线及共面问题的分析思路与技巧

甘肃省永昌县第一中学 737200 赵尚雄

有机分子中多个原子共线及共面的问题,旨在考查学习者对有机物分子空间结构的理解。在中学化学中,这一问题是在对甲烷、乙烯、乙炔和苯

分子的结构特点以及“单键旋转”思想的理解上。

一、应完全理解四个基本分子的结构特点见表1。

表1

分子名称	结构式	分子构型	共面或共线原子数
甲烷	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	正四面体,键角都为 $109^{\circ}28'$	5个原子不在同一个平面上,任意三个原子都不共线
乙烯	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	平面四边形,键角都约为 $120^{\circ}$	6个原子(2碳4氢)都在同一个平面上,任意三个原子都不共线
乙炔	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	直线形,键角 $180^{\circ}$	4个原子(2碳2氢)都在同一条直线上(自然也共面)
苯	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H}-\text{C} & & \text{C}-\text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	平面正六边,键角都为 $120^{\circ}$	12个原子(6碳6氢)都在同一个平面上,对位碳原子及氢原子共线(4个原子)

特别说明,有机物分子中的碳原子所形成的共价键为四个单键时,该碳原子就是四面体构型的碳原子。如乙醇分子中,两个碳原子都是四面体构型的碳原子,参看图1。

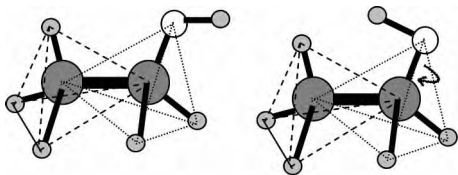


图1

图2

其中虚线表示了两个四面体的空间关系,当然四面体已经不再是正四面体,这一点与甲烷分子不同。

二、应理解单键旋转对分子空间形状的影响

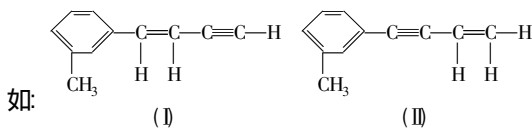
有机分子中所有单键都是可以绕轴旋转的,但双键、三键却不能。这一点对分析原子共面问题非常重要。如上述乙醇分子由于C-O单键的旋转,可使分子形状变为图2所示。

又如,甲苯分子可以看作甲基取代了苯环上的一个氢原子,必然有12个原子(7碳5氢)共面。另外,C-C单键的旋转可以使至多一个甲基上的氢原子位于苯环所在面上。如图3(本图中以一连接共面原子,以▶连接不共面原子,弯箭头表示单键旋转)。



图3

三、应学会由四种基本结构组合后,多原子同面或同线的判断



# 原子结构教学中很容易出现误解的几点

宁夏育才中学 750021 王开山

## 一、对能量最低原理的误解

关于能量最低原理,很多教师和学生都简单的理解成了电子首先填充到能量最低的轨道中去(很多资料上都这样表述)。这样去理解能量最低原理是错误的。因为某原子核外电子所处的“轨道能”不仅与核电荷数、能层、能级等有关,还动态地与电子的数目以及与其他电子各处在什么轨道上有关。即原子轨道的能量大小并非一成不变,而是动态变化的。

所以,能量最低原理不是指原子轨道能量高低,也不是指原子轨道能量之和最低,而是指原子体系的总能量处于最低状态。

还有一点,就是在人教版教材中有这样一句话“基态原子的核外电子排布遵循能量最低原理、泡利原理和洪特规则。”

泡利原理的表述为“在一个原子轨道里,最多只能容纳 2 个电子,而且它们的自旋状态相反”。洪特规则表述为“当电子排布在同一能级的不同轨道时,基态原子中的电子总是优先单独占据一个轨道,而且自旋状态相同。”

量子力学证明:两个电子占据同一轨道时,自旋方向相反,有利于原子体系的能量降低。洪特

规则及其特例(全满、半满、全空)是对泡利原理的补充,这样也可使原子的整体能量最低。由此可以看出,泡利原理和洪特规则及其特例均是从能量最低的角度来阐述核外电子是怎样排布的,泡利原理和洪特规则及其特例实际上就是能量最低原理的具体体现。所以,能量最低原理、泡利原理和洪特规则及其特例不是并列关系,而是从属关系。笔者认为,“基态原子的核外电子排布遵循能量最低原理、泡利原理和洪特规则”的说法值得商榷。

## 二、对构造原理的误解

构造原理是电子随核电荷数递增填充电子在次序上的顺序,但并不意味着先填能级的能量一定比后填能级的能量低。例如 3d 能级的能量并不一定比 4s 能级的能量高。举例说明,对于 K、Ca 等原子,3d 与 4s 电子间相互屏蔽的现象不存在或不很重要,这时 4s 电子仅比 3d 电子稍微弥散一些,使其核吸引能稍微大一些,同时它所受到内实电子的排斥作用却稍小,其平均动能也稍小,总的结果是  $E_{4s} < E_{3d}$ 。当 3d 电子与 4s 电子共存时,例如 Sc 等元素的情况,由于 3d 电子对 4s 电子显著的屏蔽作用,使 4s 电子弥散的程度显著地

► 分子(I)中苯环所在平面上至少有 12 个原子(8 碳 4 氢), $-\text{CH}_3$  中的氢原子依单键的旋转可以有 1 个在该面上;另一个侧链中 7 个原子肯定在一个面上,依单键的旋转此面可以与苯环所在平面重叠,故该分子中至多有 19 个原子(11 碳 8 氢)共面。

分子(II)中则至少有 14 个原子(10 碳 4 氢)在苯环所在平面上,至多也有 19 个原子(11 碳 8 氢)共面。

以上两个分子结构表示为如图 4 所示,会更清楚。其中虚线所示的四边形和直线分别标示了共面和共线的原子。当处于同一直线上的原子中,有两个原子处于某一面,则其余原子一定也

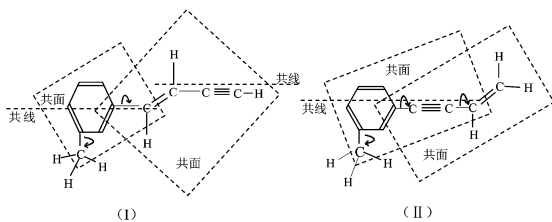


图 4

在这一面上。如(II)中共线的 6 个原子既在苯环所在面上,也在含双键碳的面上,与单键的旋转无关。特别指出,计数时不要忘记直接连在苯环上的氢原子。

(收稿日期:2014-03-06)