

# sp、sp<sup>2</sup>、sp<sup>3</sup> 三种简单杂化类型的判断技巧

玉门市第一中学 (735211) 王海龙

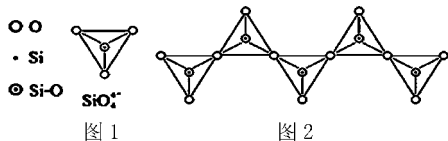
新课标高考最明显的变化是在题目类型上增加了选做题,就化学而言,《物质结构与性质》和《有机化学基础》是考生常选的两个模块,而《物质结构与性质》更是受到了绝大多数考生的青睐.此模块中对杂化类型的判断属于必考题型,近几年高考试题中对它的考查更是年年创新,例如:

1. (2010年新课标)在碳酸二甲酯分子中,碳原子采用的杂化方式有\_\_\_\_, O—C—O 的键角约\_\_\_\_.

2. (2011年新课标)在 BF<sub>3</sub> 分子中, F—B—F 的键角是\_\_\_\_, B 原子的杂化轨道类型为\_\_\_\_.

3. (2012年新课标)硫单质的常见形式为 S<sub>8</sub>, 在其环状结构中, S 原子采用的轨道杂化方式是\_\_\_\_;

4. (2013年新课标)在硅酸盐中, SiO<sub>4</sub><sup>4-</sup> 四面体(如图1)通过共用顶角氧离子可形成岛状、链状、层状、骨架网状四大类结构型式.图2为一种无限长单链结构的多硅酸根,其中 Si 原子的杂化形式为\_\_\_\_.



对比试题可以发现:三年高考试卷中都考查了中心原子的杂化方式,但解答三道题确需要用不同的方法进行判断.这与教材中介绍的用价电子对数进行判断的方法出入很大,也从侧面反映出新课标试卷对考生要求的提高.因此,有必要对简单的杂化类型即 sp、sp<sup>2</sup>、sp<sup>3</sup> 三种杂化类型的判断方法进行归纳.

## 1. 价电子对数计算法

对于 AB<sub>m</sub> 型分子(A 为中心原子, B 为配位原子),分子的价电子对数可以通过下列计算确定:  $n = \frac{1}{2}(\text{中心原子的价电子数} + \text{配位原子的成键电子数} \times m)$ , 配位原子中卤素原子、氢原子成键电子数为 1, 氧原子和硫原子成键电子数为 0. 若为离子, 须

将离子电荷计算在内: 则  $n = \frac{1}{2}(\text{中心原子的价电子数} + \text{配位原子的成键电子数} \times m \pm \text{离子电荷数})$ , 阳离子取“-”, 阴离子取“+”. 一般来讲, 计算出的 n 值即为杂化轨道数, 能直接对应中心原子的杂化类型. 如若 n=4, 则为 sp<sup>3</sup> 杂化, 若 n=3, 则为 sp<sup>2</sup> 杂化, 若 n=2, 则为 sp 杂化. 例如 BeCl<sub>2</sub>  $n = (2 + 2 \times 1) / 2 = 2$  所以 BeCl<sub>2</sub> 分子中 Be 采取 sp 杂化方式, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>、ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> 的 n 均为 4, Cl 原子均为 sp<sup>3</sup> 杂化. 教材这种方法缺陷是不适用于结构模糊或复杂的分子、离子, 如 O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等的中心原子杂化类型学生就很难用该法进行判断, 但可以采取其它方法确定.

## 2. 取代法

该法是以中学常见的、熟悉的基础物质分子为原型, 用其它原子或原子团取代原型分子中的部分原子或原子团, 得到的新分子中心原子与原型分子对应的中心原子的杂化类型相同. 如:

(1) (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Ga 看作三个甲基取代了 NH<sub>3</sub> 分子中的三个 H 原子, Ga 取代了 NH<sub>3</sub> 分子中 N 原子而得, 所以其分子中 Ga 原子采用 sp<sup>3</sup> 杂化.

(2) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 看作羟基取代了 H<sub>2</sub>O 分子中一个 H 原子, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中 O 原子应为 sp<sup>3</sup> 杂化.

## 3. 等电子原理法

等电子体具有相同的结构特征, 则等电子体的中心原子的杂化类型相同. 用此方法将结构模糊或复杂的分子、离子转化成熟悉的等电子体, 然后进行确定. 如 NO<sub>2</sub><sup>+</sup>、O<sub>3</sub> 分别与 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 互为等电子体, 而 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 中心原子 C 原子 S 原子分别为 sp、sp<sup>2</sup> 杂化, 则 NO<sub>2</sub><sup>+</sup> 中心原子 N 原子为 sp 杂化, O<sub>3</sub> 中心 O 原子为 sp<sup>2</sup> 杂化.

## 4. π 键判断法

从杂化轨道理论可知, 原子之间成键时, 未杂化轨道形成 π 键, 杂化轨道形成 σ 键, 若分子中无 π 键, 则为 sp<sup>3</sup> 杂化, 若有一个 π 键, 则为 sp<sup>2</sup> 杂化, 若有 2 个 π 键, 则为 sp 杂化.

如:

(1) SiH<sub>4</sub> 分子中 Si 原子轨道杂化类型分析, 基态 Si 原子有 4 个价电子, 与 4 个 H 原子恰好形 ▶

# 新课程中数学图象“面积”法 巧解物理问题的启示

北京市第八十中学 (100102) 韩叙虹  
浙江永嘉县上塘中学 (325100) 钱呈祥

事件 1: 笔者在教授人教版高中物理选修 3-2 第五章第 2 节《描述交变电流的物理量》的基本内容之后, 在随后的习题课上出示了这样一道例题:

如图 1 所示, 线圈  $abcd$  的面积是  $0.05 \text{ m}^2$ , 共 100 匝, 线圈电阻为  $1 \Omega$ , 外接电阻  $R = 9 \Omega$ , 匀强磁场的磁感应强度为  $B = \frac{1}{\pi} \text{ T}$ , 当线圈以  $300 \text{ r/min}$  的转速匀速转动时, 求: (1) 若从线圈处于中性面开始计时, 写出线圈中感应电动势的瞬时值表达式? (2) 线圈转过  $1/30 \text{ s}$  时电动势的瞬时值多大? 这段时间通过电阻  $R$  的电荷量是多少? (3) 电路中电压表和电流表的示数各是多少?

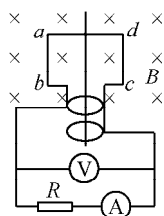


图 1

在学生解答第 (2) 问时, 笔者期待学生运用法拉第电磁感应定律通过计算平均感应电动势、平均感应电流, 从而最终计算出这段时间通过电阻  $R$  的电荷量, 让学生领悟电流平均值和有效值的本质区别。但一学生回答: 根据第一问求出的感应电流的瞬时表达式, 可做出感应电流随时间变化的图线 (即  $i-t$  图) 因为  $q = it$ , 所以图线与坐标轴围成的面积就是所求的电荷量, 此题关键是求面积。(以上回答是笔者十几年教学生涯中第一次碰到) 学生的回答得

到了周围同学一致赞同, 笔者首先肯定了学生的解法是正确的, 但指出以目前学生的学习水平, 尚不会计算图线的面积, 并询问该生是如何想到这种解法的。该生答到: 在过去学习力学时, 好几次沿用了这种方法, 比如在  $v-t$  图中“面积”代表位移, 在  $F-l$  图中“面积”代表功, 教科书就是用这种方法推导出弹性势能表达式  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$  的。

事件 2: 由上节课的“节外生枝”的回答, 引发出新的课堂教学的契机, 笔者随后布置了一个课后作业, 要求学生搜集用数学图象“面积”法解决物理问题的所有典型例子, 6 人组成一个课题小组, 一周后上台板演小组学习成果, 交流学习心得。学生们都非常踊跃, 在随后的交流课上, 笔者看到了学生搜集的例题, 涉及范围之广, 思维之活跃, 学生解答之详尽是笔者事先没有预料到的, 通过学生的课后学习、课堂展示, 大部分学生掌握了这种数学图象的方法, 熟练程度达到举一反三、融会贯通的地步。

以下是学生对数学图象“面积”法的总结和典型例题举例。

### 1. 何谓数学图象“面积”法

用数学图象法研究物理问题是一种重要的研究方法, 图象法具有以下优点: 能形象地表达物理规律, 能直观地叙述物理过程, 能鲜明地表示物理量间的依赖关系, 利用图象可使问题变得简便明了, 有时可使求解过程得到优化。利用图象分析、解决问题可以培养学生空间想象能力和形象思维能力。数学是处理物理问题的基本工具, 结合物理意义, 运用图象分析解决物理问题, 往往会化繁为简、化难为易, 使

▶ 成 4 个  $\sigma$  键, 无未成键电子,  $\pi$  键数为 0。则  $\text{SiH}_4$  分子中 Si 原子采用  $sp^3$  杂化;

(2) 在  $\text{CH}_3\text{CHO}$  分子中, 醛基 C 原子与 1 个 H 原子形成 1 个  $\sigma$  键, 与 1 个  $\text{CH}_3$  形成 1 个  $\sigma$  键, 与 O 原子形成 C=O 双键, C=O 双键中有 1 个  $\sigma$  键、1 个  $\pi$  键, C 原子无剩余价电子,  $\pi$  键数为 1, 则  $\text{CH}_3\text{CHO}$

分子中醛基 C 原子采用  $sp^2$  杂化;

综合以上方法, 便可顺利地解决近年高考中出现的有关杂化方式的判断问题。每种方法都有它的局限性, 因此在解决问题时要清晰的选择相应的判断方法。

(收稿日期: 2013-10-17)