

解读高考对“物质结构与性质”的考查

江苏省南通市南通高等师范学校 (226000) 俞永霞

物质结构与性质是每年高考的必考内容,涉及必修和选修两部分.考查的重点集中在:元素周期表、元素周期律、电子排布式、结构式、电子式、原子轨道杂化类型、分子空间结构、氢键、等电子体原理、晶胞结构、化学键的数目计算、配位化合物的结构等.

考试说明中的要求:高中化学对于物质结构与性质的学习是起点高,落点低.在考试说明中这一部分的要求比较低,多数内容都是“知道”、“了解”的要求.达到“理解”要求的有:能根据元素电负性说明周期表中元素金属性和非金属性的周期性变化规律,理解离子键的含义,能说明离子键的形成,能用晶格能解释离子化合物的物理性质,能用键能、键长、键角等数据说明简单分子的某些性质,能根据杂化轨道理论和价层电子对互斥模型判断简单分子或离子的空间构型,能结合实例说明“等电子原理”的应用,能用金属键的自由电子理论解释金属的一些物理性质.物质结构与性质的知识比较抽象,学起来有难度,但考查还是比较基础,而且每年考查的知识点相对稳定,相对得分率较高.

试题的特点:高考中一般考查 2 道题目,一题以选择题形式出现,一题是最后的选做题.近 3 年高考对物质结构与性质的考查都比较基础,考查的知识都是必须掌握的主干知识,是双基的重要组成部分.考查的点和考查的形式保持稳定,下面是对 2010、2011、2012 这三年的物质结构试题做一个知识点的统计分析.

知识点	2010 年	2011 年	2012 年	统计次数
化学式		√		1
电子排布式	√		√	2
结构式			√	1
电子式	√			1
氢键		√		1
杂化理论	√	√	√	3
空间构型	√		√	2
化学键数目	√	√	√	3
晶体结构	√	√		2
熔沸点高低比较		√		1
等电子体原理	√	√	√	3
配位键配合物		√	√	2
统计考点	7	8	7	

万方数据

从上面的分析可见,高考中对物质结构与性质的考查的特点是“重基础”、“回避常考点”.了解这些特点有利于正面引导教师的教学,也能很好地引导学生掌握基础知识.下面对高考涉及这部分内容的考题进行分类解析,以供大家参考.

一、“位-构-性”的综合考查

高考中常以选择题的形式考查原子结构、元素在周期表中的位置和元素的性质的推断.这类题以“周期表中元素的推断”为载体,考查学生对元素周期表的熟悉程度及其对表中各元素性质和相应原子结构的周期性递变规律的认识和掌握程度.考查学生对物质结构与性质关系以及运用元素周期律解决具体化学问题的能力.常考同周期、同主族内元素性质(核外电子排布、微粒半径、金属性、非金属性、酸碱性、气态氢化物的热稳定性、熔沸点等)变化规律.

例 1 (2012 年江苏卷 12)短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大,X 原子最外层电子数是其内层电子总数的 3 倍,Y 原子最外层只有 2 个,Z 单质可制成半导体材料,W 与 X 属于同一主族.下列叙述正确的是

- A. 元素 X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 强
- B. 元素 W 的最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐比 Z 弱
- C. 化合物 YX、ZX₂、WX₃ 中化学键类型相同
- D. 原子半径的大小顺序: $r_Y > r_Z > r_W > r_X$

解析 推断的突破口通常是原子结构、元素的位置和元素的性质等.X 原子最外层电子数是其内层电子总数的 3 倍,则为 O 元素,Z 单质可制成半导体材料,则为 Si 元素,Y 原子最外层只有 2 个,原子序数介于 X、Z 之间,则 Y 为 Mg 元素,W 与 X 属于同一主族,则 W 为 S 元素.然后考查了金属性、非金属性比较、同周期与不同周期原子半径的大小比较以及化学键类型的分析判断. O、S 同主族,非金属性 $O > S$,气态氢化物的热稳定性 O 比 S 强,A 项正确;W、Z 的最高价氧化物对应水化物分别是硫酸和硅酸,硫酸是强酸,硅酸是弱酸,B 项不正确;MgO 由离子键构成,SiO₂、SO₃ 中都只含共价键,C 项不正确;根据同周期原子半径从左到右依次减小,同主族从上到下依次增大,可判断 D 项正确,故应选 AD.

解题策略 这类题在解题时首先依据题目给出的元

素在周期表中的位置关系、结构信息、性质信息或图示信息推测元素种类;然后结合选项联想原子结构、元素在周期表中的位置和元素的性质元素的内在联系,做出判断.解题过程中学生存在的问题是推断时缺乏整体思维能力、不能灵活应用元素周期律进行推理分析、忽视普遍规律中的特殊性、机械类比元素性质.解答此类题的思路是“推元素、定位置、想可能、比性质”,同时注意在运用元素周期律时,推断元素性质既要关注元素的共性,又要关注元素的个性.同主族元素中,某元素的性质与同主族其他元素性质差别较大.如:氟的性质与氯、溴、碘的性质差别较大.

二、物质结构与性质的综合考查

这类题的考点集中在原子、分子、晶体内部结构和电子排布规则上,将原子结构、分子结构、杂化理论与晶体类型结合起来以主观题的形式考查学生对这些理论知识的理解和掌握.近3年的高考中,有2010、2012两年是直接根据题干情景进行问题分析,2011年是先进行元素推断,再进行问题分析.题中所设计的几个问题常常是相互独立的,但考查的内容却是上述知识的综合应用.

例2 (2012年江苏卷21)一项科学研究成果表明,铜锰氧化物(CuMn_2O_4)能在常温下催化氧化空气中的一氧化碳和甲醛(HCHO).

(1)向一定物质的量浓度的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中加入 Na_2CO_3 溶液,所得沉淀经高温灼烧,可制得 CuMn_2O_4 .

① Mn^{2+} 基态的电子排布式可表示为_____.

② NO_3^- 的空间构型_____(用文字描述).

(2)在铜锰氧化物的催化下, CO 被氧化成 CO_2 , HCHO 被氧化成 CO_2 和 H_2O .

①根据等电子原理, CO 分子的结构式为_____.

② H_2O 分子中 O 原子轨道的杂化类型为_____.

③1 mol CO_2 中含有的 σ 键数目为_____.

(3)向 CuSO_4 溶液中加入过量 NaOH 溶液可生成 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$.不考虑空间构型, $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 的结构可用示意图表示为_____.

解析:本题以科学研究铜锰氧化物作背景,考查学生对电子排布、原子轨道杂化类型与空间构型、等电子体原理、 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 结构等基础知识的掌握和应用能力.

(1)很简单,但要注意审题,是书写 Mn^{2+} 基态的电子排布式,易错写成原子的电子排布式; NO_3^- 的空间构型分析有点难度,可直接利用价层电子对互斥理论分析判断,也可利用等电子体原理采用迁移类比分析法判断, NO_3^- 与 CO_3^{2-} 、 BF_3 互为等电子体,判断出 NO_3^- 为平面三角形.

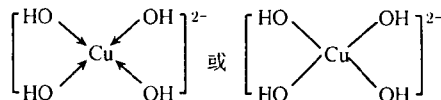
(2)根据 CO 与 N_2 互为等电子体,由 $\text{N}\equiv\text{N}$,推出 $\text{C}\equiv\text{O}$; H_2O 分子中 O 原子成2个 σ 键,还有2个孤电子对,所以杂化类型为 sp^3 ;1个 CO_2 中含有2个 σ 键,则1 mol CO_2 中含有的 σ 键数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个.(3)根据配位键理论可知, $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 的中心离子 Cu^{2+} 与配体 OH^- 以配位键结合.

答案 (1)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ (或 $[\text{Ar}] 3d^5$)

②平面三角形

(2)① $\text{C}\equiv\text{O}$ ② sp^3 ③ $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个 (或2 mol)

(3)



解题策略 物质结构与性质的知识比较抽象,但考点是单一的、基础的,要确保学生不在这些题目上失分.一定要狠抓重要知识点,强化主干知识的巩固和运用,这也就是教和学的灵魂所在.对于原子结构,要重点掌握构造原理,能够应用构造原理熟练写出1-36号元素原子的基态原子的电子排布式,对于分子结构,能应用价层电子对互斥理论来预测分子空间构型,应记住常见的几种典型的分子的空间构型,直线形分子(如 CO_2)、平面三角形分子(如 BF_3)、V形分子(如 H_2O)、三角锥形分子(如 NH_3)等.遇到陌生的分子可以采用迁移类比法分析,尤其看其是否为等电子体,若是等电子体则不用计算价电子对根据等电子体具有相似的结构就可以判断其空间构型了.应用杂化轨道理论判断原子轨道的杂化类型每年都考,但都是比较简单而且常规的,经常性的加以训练就可以了.熟练判断分子中共价键的类型和数目,能够应用分子间作用力、氢键等知识解释其对物质性质的影响.掌握几种典型晶体的空间模型,常见晶体有离子晶体(NaCl 型和 CsCl 型)、分子晶体(如干冰)、原子晶体(如金刚石、晶体硅、二氧化硅)、金属晶体及混合晶体(如石墨),在解题时既要分析其晶体结构,又要能将常见的晶体结构迁移到新物质中.

通过对以上试题的分析,笔者认为今后对这部分内容的命题趋势是:

(1)进一步体现新课程标准对这部分内容的目标要求,“了解人类探索物质结构的重要意义和基本方法,研究物质构成的奥秘,认识物质结构与性质的关系,提高分析问题和解决问题的能力”.

(2)作为江苏卷中的选做题,不管是物质结构还是实验化学,这两道题意义在于“有利于课程开设”的原则,同时体现公平性原则,所以难度不会大,题目的情景和形式会变,但考查的基本考点、重要考点应该不变,仍会体现高考“稳中求变”的特点.