

析考点学晶体

江苏省泗阳中学 223700 刘彩霞

一、归类型,全思考

高中所学晶体可以分为离子晶体、分子晶体、原子晶体和金属晶体四大类,对这四类晶体进行分类判断也就成为学习的重点,以其为考点的晶体结构题常用来考查学生全面思考的能力。其归类方法如下:

1. 概念归类,即由构成晶体的晶格、质点以及质点之间的相互作用力来归类。如离子晶体的粒子为阴阳离子,粒子之间的相互作用力为离子键。

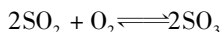
2. 导电归类,即根据晶体不同状态下的导电性来进行归类,如固体离子晶体不导电,金属晶体导电性良好。

3. 熔沸点归类,不同晶体的熔沸点必然存在较大的差异,该性质也必然可以成为晶体的归类依据,一般原子晶体的熔沸点相对较高,而分子晶体相对较低。

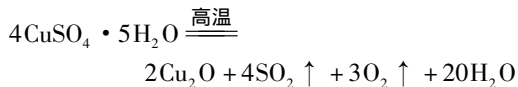
►项外,你认为更准确的范围应多大?试说明理由。

分析 (1) 直接求解固体产物可否为 10 g,比较困难。可将本小题改作“最终所得固体的质量最少为多少克”。因 Cu_2O 在高温下较 CuO 稳定,故最终所得固体为 Cu_2O ,此时, $n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.05 \text{ mol}$,即 $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 7.2 \text{ g}$,可见,某中间时固体产物的质量可以为 10 g。

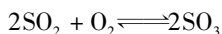
(2) 仍采用极端分析这一特殊转换。因



为可逆反应,故气体产物中既有 SO_2 ,也有 SO_3 。若全部为 SO_2 ,则题述反应的化学方程式为



据此得 $n(\text{SO}_2) + n(\text{O}_2) = 0.175 \text{ mol}$;若全部为 SO_3 ,则利用



可求得 $n(\text{SO}_3) + n(\text{O}_2) = 0.125 \text{ mol}$ 。可见,更准确的范围为: $0.125 \text{ mol} \sim 0.175 \text{ mol}$ 。

3. 一般化转换

例 4 在化学中,等电子体物质的性质和结

4. 物质归类 根据晶体的物质分类也可以对其归类,离子化合物对应的就是离子晶体,大多数的共价化合物是分子晶体。

例 1 下列关于晶体性质的叙述,属于原子晶体的是()。

- A. 质点之间是分子间作用力,且熔点很低
- B. 固体或者熔融状态容易导电,熔点较高
- C. 晶体由共价键结合而成,熔点高
- D. 固体状态不导电,但溶于水可以导电

点拨 不同的晶体具有不同的性质,根据晶体的性质可以判断晶体的类型,虽然判断晶体的方法有很多,但最为有效的只有几种,如晶体质点之间的相互作用力、物质分类判断。另外根据一些特殊的晶体性质也可以作出判断,如离子晶体固态时不导电,但溶于水后形成的溶液会导电,这一性质可以作为离子晶体重要判断依据。显

构往往有相似之处。现有一种新的无机合成材料 $(\text{BN})_n$,工业上制备它的方法之一是使硼砂和尿素在 $800^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 时发生反应,得到的是 $\alpha-(\text{BN})_n$ 和其它元素氧化物。 $\alpha-(\text{BN})_n$ 可作高温润滑剂和耐热涂层材料等。如在高温高压条件下,则得 $\beta-(\text{BN})_n$ 。 $\beta-(\text{BN})_n$ 硬度特高,是超高温耐热陶瓷材料,也是磨料精密刀具的好材料。请画出 $\beta-(\text{BN})_n$ 的空间构型。

分析 对学生来说, $(\text{BN})_n$ 是一种完全陌生的化合物,而题中涉及结构的信息又很少,故无法直接画出。鉴于此,应先作一般化转换:由耐高温、耐磨、硬度高等特点说明 $\beta-(\text{BN})_n$ 晶体属原子晶体,结合 $\alpha-(\text{BN})_n$ 的性质可看出 $\alpha-(\text{BN})_n$ 和 $\beta-(\text{BN})_n$ 的性质分别和石墨、金刚石的性质非常相似,且 BN 和 CC 是等电子体,据此可类比为 $\beta-(\text{BN})_n$ 的结构与石墨相似(由正六边形组成层状结构), $\beta-(\text{BN})_n$ 结构与金刚石相似(由正四面体成巨型分子, B 、 N 原子相间排列)。至此便可顺利地画出 $\beta-(\text{BN})_n$ 的空间构型(图形略)。

(收稿日期:2018-09-10)

然 A 中为分子晶体, B 中为金属晶体, C 中为原子晶体, D 中为离子晶体。C 正确。

二、析本质,成体系

晶体结构知识内容的学习总结依然可以沿用“概念——性质——应用”的基本框架,其中性质学习是该部分的重难点,主要在于对晶体性质的排列归序上,如排序晶体的熔沸点,由于晶体的种类众多,必然存在同类型晶体和不同类型晶体之间的交叉排序,这就造成排序的复杂性,而理解化学性质的本质是正确排序的关键,也是形成知识体系的基础。

相对而言,不同类型晶体熔沸点之间排序相对简单,从高到低依次为:原子晶体 > 离子晶体 > 金属晶体,这是由物质之间键的分解与重组或力的破坏所需的能量差异所造成的,即共价键分解重组所需的能量大于离子键,而离子键分解重组所需的能量大于分子间作用力破坏,实质上是力的作用力强弱规律。

对于同种类型的熔沸点则因晶体而异:

1. 原子晶体,与原子半径相关,半径小→键长短→键能大→熔沸点高;
2. 离子晶体,与阴阳离子所带电荷数相关,电荷数多→半径小→离子间作用力大→熔沸点高;
3. 分子晶体,有两点,分子间作用力大→熔沸点高;结构相似的分子晶体:分子质量大→熔沸点高。

例 2 下列选项的说法错误的是()。

- A. 冰融化时水分子中的 H—O 键会断裂
- B. 原子晶体的共价键越强则熔沸点越高
- C. 熔沸点大小: $\text{CO}_2 < \text{KCl} < \text{SiO}_2$
- D. 分子晶体的分子间作用力越大越稳定

点拨 晶体熔沸点分析题一般分两步进行判断:一是确定物质的晶体类型,二是结合理论依据作出判断,深刻理解晶体熔沸点规律是问题求解的基础。冰属于分子晶体,因此熔化过程是分子间作用力的破坏过程, A 错误; B 的说法符合晶体熔沸点依据; CO_2 为分子晶体, KCl 为离子晶体, SiO_2 为原子晶体,则根据规律可知熔沸点大小为 $\text{CO}_2 < \text{KCl} < \text{SiO}_2$, 正确;分子晶体的稳定性是由共价键的强弱决定的, D 错误。答案为 A、D。

三、透结构,融学科

学习晶胞需要结合立体的模型,由于不同位

置的粒子的计算方式不同,这就造成了晶体化学式确定过程相对复杂,以其为考点的晶体结构题对于学生的数学思维有着较高的要求。

考查晶体结构的形式相对灵活,但大都是以“晶体结构图→化学式”的主线进行,因此掌握体晶型的计数方法是解题的关键。计算粒子数目常采用均摊法,具体内容如下:

1. 位于顶点处的粒子可视为 8 个晶胞所共有,则每个粒子对晶胞的贡献值为 $1/8$ (立方晶型);
2. 位于棱上的粒子可视为 4 个晶胞所共有,则每个粒子对晶胞的贡献值为 $1/4$;
3. 位于面上的粒子可视为 2 个晶胞所共有,则每个粒子对晶胞的贡献值为 $1/2$;
4. 位于体内的粒子完全属于该晶胞,则粒子对晶胞的贡献值为 1。

无论是根据晶体结构图推导物质化学式,还是根据化学式判断晶体结构,其解题实质是相一致的,都是根据晶胞的平摊法分析晶体结构,需要注意的是模型中常采用不同的小球对应不同的元素,在分析时需加以区分。

例 3 硼和镁形成的化合物具有很高的超导温度,图 1 所示是其化合物的晶体结构单元,具体结构为:镁原子间形成了正六棱柱,而在棱柱的上下底面上还各有一个镁原子,且有 6 个硼原子位于棱柱的体内,则该化合物的化学式为()。

- A. MgB
- B. MgB_2
- C. Mg_2B
- D. Mg_3B_2

点拨 分析对应晶体结构图的化学式实际上就是对结构图内的粒子进行晶胞平摊,虽然晶体结构图的种类很多,如三棱柱、三棱锥、正四面体等,但微粒在图形中的位置可以归为顶点、棱上、面上和体内四类,在计数时只

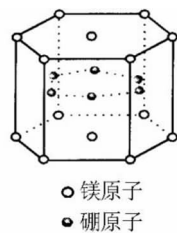


图 1

需要对这四类粒子进行计算即可。显然本单元中镁原子在顶点的结构单元贡献值为 $12/6 = 2$, 面上总的结构单元贡献值为 $2/2 = 1$, 则一个单元内有 3 个镁原子;同理一个单元内有 6 个硼原子,因此实际个数之比 $\text{Mg} : \text{B} = 1 : 2$, 即化学式为 MgB_2 , B 正确。

(收稿日期:2018-09-10)