

建模思想在物质结构与性质中的应用

江苏省丹阳市第六中学 212300 张美芳

物质结构与性质模块是高中化学课程的重要组成部分,物质结构理论是现代化学的重要组成部分,同时也是医学、生命科学、材料科学、能源科学、信息科学的重要基础。物质结构理论揭示了物质组成的奥秘、物质结构与性质的关系,有助于人们理解物质变化的本质,预测物质的性质,为分子设计提供科学依据。但该模块知识的理论性较强,比较抽象,重点讨论物质的微观结构,试图帮助学生建立起物质的微观结构与宏观性质的联系,而微观结构是看不见、摸不着的,这就要求学生的抽象概括能力和空间想象能力。在学习过程中,学生若只能靠学习相关表述进行抽象理解,很难形象化,这会使得学生对这部分内容产生了“厌学、怕学”的情绪。教师若在物质结构与性质的教学中,帮助学生建立化学模型,可以提高学生的空间想象能力和抽象概括能力,从而激发学生对模块的学习兴趣。本文通过几则具体的教学案例,初步阐述建模思想在物质结构与性质教学中的应用。

一、化学建模

模型,中文原意即规范。按钱学森的观点:“模型就是通过我们对问题的分析,利用我们考察来的机理,吸收一切主要因素,略去一切不主要因素所创造出来的一幅图画。”

在查阅文献的基础上将化学建模定义为:在解决化学问题时,为了揭示事物的本质和研究的方便,用化学的语言、方法从复杂的化学问题、条件和现象中经过简化、抽象得出化学模型的过程就是化学建模。简而言之,化学建模就是化学模型建立的过程。

二、建模思想在物质结构与性质教学中的教学案例

1. 建模思想在晶体结构教学中的应用

晶体结构的教在物质结构与性质教学中占有一定的比例。然而这部分教学内容十分抽象复杂,教师感到难教,学生学起来也觉得困难。究其原因,主要表现在以下几点。

(1) 晶体结构中涉及较多的空间立体结构,

而传统的教学模式是:黑板+粉笔+挂图,这很难给学生一个全方位的晶体结构模型展示,空间立体想象能力差的学生学起来会感到吃力。

(2) 尽管学校实验室配备晶体结构的实物模型,但是毕竟数量有限,会出现教师争着拿实物模型去上课,学生仅仅是上课看一眼模型,课后很快就会忘记上课所学的晶体结构模型。

(3) 学生无法根据已学的物质结构与性质的知识自己建构模型,课堂教学缺乏参与性,从而无法提高学生的学习积极性。

以上三点是晶体结构教学中需要解决的难点问题,很多教师都在寻找办法来突破这些晶体教学过程中的瓶颈问题。

查阅文献发现,Diamond 软件在一定程度上能解决晶体结构教学中的难点问题,它有以下几种主要功能。

(1) 准确构建晶体的结构;(2) 形象地展示晶体,便于从各个方位观察晶体的结构;(3) 可以对晶体进行标注和美化;(4) 可以测量晶体的键长、键角;(5) 通过学习 Diamond 软件,可以学习更多的关于晶体结构的知识。

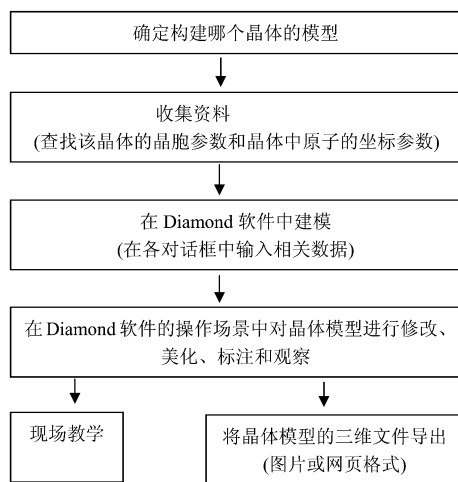


图 1

用 Diamond 软件,构建晶体模型的基本步骤如图 1 所示。经过构建晶体模型的基本步骤,可

以得到 NaCl 晶体模型,如图 2。

2. 建模思想在晶胞计算教学中的应用

高中阶段运用化学建模解决问题,大致经过了下列四个阶段:问题表征、模型建构、模型检验与修正、模型应用。

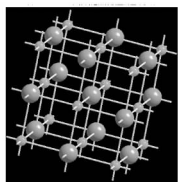


图 2

(1) 问题表征 自从《物质的结构与性质》出现在 2008 年江苏省高考化学考查范围之后,有一类与数学紧密联系的题目已经悄然变成了高考化学的新热点,这就是有关晶胞的计算。晶胞的计算涉及数学的解题思想,需要学生有较强的观察能力和空间想象能力。

(2) 模型建构。①呈现 NaCl 晶体模型,引导学生分析。让学生尝试用所学的 Diamond 软件,按照教师提供的软件操作步骤,自己动手构建 NaCl 晶体模型,同时引导学生分析钠离子小球或者氯离子小球的共用情况。②提高认识,引导学生构建晶胞计算模型。均摊法是确定晶胞计算的常见方法,一般的解题模型是:

a 处于顶点的粒子,同时为 8 个晶胞共有,每个粒子有 $1/8$ 属于该晶胞;

b 处于棱上的粒子,同时为 4 个晶胞共有,每个粒子有 $1/4$ 属于该晶胞;

c 处于面上的粒子,同时为 2 个晶胞共有,每个粒子有 $1/2$ 属于该晶胞;

d 处于晶胞内的粒子,则完全属于该晶胞。

(3) 模型检验与修正 对于初步构建的晶胞计算模型,需要进一步修正完善,以确保其合理性和适用性。具体的检验流程如图 3 所示。

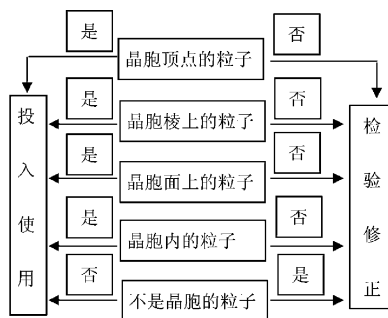


图 3

值得注意的是,一些题目给出的不是晶胞粒子,而是晶体的一部分,如一个六棱柱部分(晶胞

形状都是平行六面体),如图 4 所示。从图 4 中不难看出,这时处于顶点的 A 原子,有 $1/6$ 属于该部分;棱上面有二种情况,B 原子 $1/3$ 属于该部分,C 原子 $1/4$ 属于该部分。

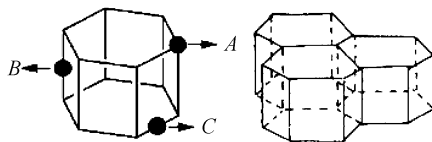


图 4

类似的情况,还有一个三棱柱部分,如图 5 所示。从图中可以看出,这时处于顶点的 A 原子,有 $1/12$ 属于该部分;棱上面有二种情况,B 原子 $1/6$ 属于该部分,C 原子 $1/4$ 属于该部分。

(4) 模型应用 在经历晶胞计算模型的问题表征、模型建构、模型检验与修正环节之后,就进入模型应用的环节。下面以 2013 年江苏高考化学题为例,说明所构建的晶胞计算模型对高考试题的解答有着一定的帮助。

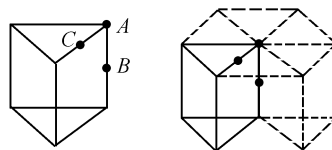


图 5

例题 已知 X 与 Y 所形成化合物晶体的晶胞如图 6 所示,求在 1 个晶胞中 X 离子的数目为 ____。

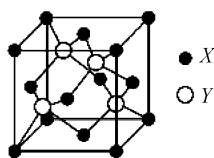


图 6

通过所构建的晶胞计算模型来解决问题,在 1 个晶胞中,X 离子的数目为 $8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$ 。

总之,建模思想和建模教学是物质结构与性质教学中最有效的方法之一。它是通过学生对已有的学习经验,进行归纳和总结,从感性认识上升到理性认识,建立具体的化学模型,再用具体的化学模型与实际问题的匹配或迁移,最终达到解决问题的一种科学的教学方法。建模思想和建模教学在分子空间构型、杂化轨道、晶体的配位数等其他物质结构与性质的课堂教学中同样会起到重要作用。建模思想和建模教学能有利于学生构建和深刻理解物质结构与性质的核心知识,从而提高学生的解题能力、学习效率和学习成绩。

(收稿日期:2016-05-15)