

纳米碳管的几何构型与模型制作

沈海军

(南京航空航天大学航空宇航学院,南京 210016)

摘要:介绍了纳米碳管的几何构型,给出了一种纳米碳管模型的制作方法。

关键词:纳米碳管;几何结构;模型;制作

文章编号:1005-6629(2004)06-0009-01 **中图分类号:**G633.8 **文献标识码:**B

纳米碳管是继金刚石、石墨、碳富勒稀分子之后人们发现的又一种碳的同素异构体。由于纳米碳管具有奇特的电学特性、优异的力学特性及储氢性能,还可用作其他纳米材料制备的模板等^[1],因而人们一度掀起了研究纳米碳管的热潮^[2]。

纳米碳管是一种重要的低维纳米材料,作为科普知识,纳米碳管已在各种中学化学相关的课外学习资料中频繁出现。为此,本文将对纳米碳管的几何结构作简要介绍。然后,给出一种纳米碳管模型的制作方法,该模型可为中学生化学教学或科普提供直观的道具。

1 纳米碳管的几何构型

研究表明,纳米碳管的管壁是由碳原子六边形组成的。它可能存在三种类型的结构,即所谓的单臂纳米管、锯齿型纳米管和手性纳米管,分别如图1(a)、(b)、(c)所示。这些类型的纳米碳管的形成取决于碳原子的六角点阵二维石墨片是如何“卷起来”形成圆筒形的。不同类型可依据一个纳米碳管的单胞来进行解释。如图2所示的虚线方框即为一个纳米碳管的单胞,它的手性矢量 $C = na_1 + ma_2$, a_1 、 a_2 为单位矢量, n 和 m 为整数,手性角 θ 为手性矢量与 a_1 矢量的夹角。在此图中 $n=4, m=2$, 可记做 $(n, m) = (4, 2)$ 。为了形成纳米管,可以想象,这个单胞 $OAB'B$ 被卷起来,使 O 与 A 、 B 与 B' 相重合,即可形成 $(4, 2)$ 的纳米碳管。不同类型的纳米碳管具有

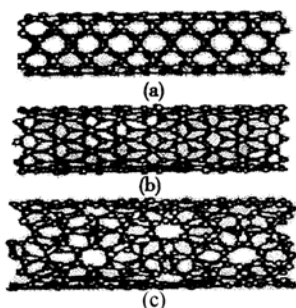


图1 不同类型的纳米碳管

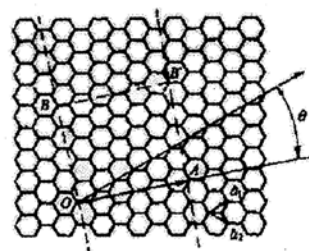


图2 纳米碳管单胞

不同的 (n, m) 值。纳米碳管的直径 d 及手性角 θ 分别为:

$$d = (\sqrt{3}/\pi) a_{c-c} (m^2 + mn + n^2)^{1/2} \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1}(\sqrt{3}n/(2n+m))$$

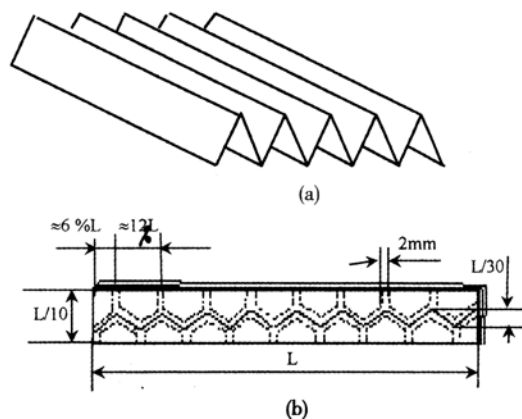
式中, a_{c-c} 为石墨片上近邻碳原子的间距。

可见,纳米碳管具有非常规整的结构,其几何构型取决于碳管的 (n, m) 值以及管的长度。

2 纳米碳管模型的制作方法

根据纳米碳管规整的几何结构,笔者给出了一种纳米碳管模型的制作方法:

首先,将尺寸为 $L \times L$ mm 的纸张按虚线 10 等份折成图 3(b) 所示的“Z”字形皱纹状。然后在“Z”字形皱纹纸的一侧绘上图 3(c) 所示几何尺寸的图案。接着,沿“Z”字形皱纹纸侧面图案的虚线进行裁剪。裁剪后打开皱纹纸,并作少许(下转第 27 页)



单位选择三个同学进行接力赛,分别安装制取和收集氧气、氢气和二氧化碳的装置。其余同学只能看,不能动手和动口。违规者取消全组获奖资格。比赛优胜组为三个同学安装的装置正确而且时间最短。比赛开始后,旁观的同学有的看着自己组的同学半天找不到仪器时,急得直跺脚。有的拍桌子,有的则忍不住喊出声来。喊出声来的算违反规则,被迫退出比赛。看着同学们那股认真、全身心投入的样子,我打心眼里高兴。这样通过比赛来复习,虽然只是少数人在动手,但这少数人的比赛却揪住了大家的心。那种人人想参与的气氛令我非常感动,达到了大家复习的效果。

第二项是创新赛。将制取氧气或氢气的装置稍作改进,还可完成哪些实验(在规定时间内完成)?分组讨论后由代表完成。同学们设计了将氧气装置的单孔塞换上双孔塞,换上长导管,就可以用于氢气还原氧化铜;还设计出CO还原CuO的装置(增加尾气处理装置)和用二氧化锰与双氧水反应制取氧气的装置等。通过创新赛,展示了学生的聪明才智。

通过比赛的形式组织复习课,不仅生动活泼,而且能调动各个层次的学习兴趣和积极性。这样的复习课,不仅能达到巩固知识的效果,而且学生主动参与性强,更重要的是能集思广益,既能达到自主学习的目的,又能完成合作学习,还能体现探究学习和培养创新精神。

一年来的新教材试验已经完成了。在这段时间里,我除了上课采用探究学习、合作学习和自主学习的方法外,还指导学生做周小结来巩固学习成果。

每周一,我固定检查学生的周小结,定期评比、展示做得好的学生。同学们的小结五颜六色、形式多样;有的同学用图示法来做小结,有的用感想来做小结,更多的则是总结性的小结。总之,“八仙过海,各显神通”。最重要的是学生完善了知识,提高了能力,而且掌握了学习方法,培养了良好的学习习惯。

功夫不负有心人。功夫不在补课,不在题海战术,而是在新的课程理念的指导下,极具匠心地激发学生的学习兴趣和调动学生的学习积极性。这种以人为本,注重发挥情感和意志在巩固和发展学生学习兴趣方面的积极作用,促进学生“自我发展”的教学,使学生获得了成功的体验。我们班的化学成绩在初三上学期期中考试时还处于年级“倒数第一”,而在期末全市统考中,已进步为年级第三,平均分超过市平均分。在初三下学期的第一轮模拟考试中,跃升为年级第一名,90分以上的达13人,30分以下的学生人数由原来的12人下降为5人。低分数段人数由原来年级第一下降到年级第五。虽然班级各科总分仍然排在年级的倒数第一,但化学成绩却成了顺数第一。我为同学们的进步感到由衷的高兴,为改革的成果感到欣慰,更重要的是改革的成功激励我更坚定地步入改革的行列。最后中考成绩揭晓,我们班的化学成绩仍然并列学校第一,均分超过市平均分5分。90分以上的达16人,其中满分3人。80分段的12人,30分以下只有1人,班级平均分78分。一个年级最差的班级,经过一年的教学,能够取得这么好的成绩,怎能不叫人兴奋呢?!这就是在新课程理念指导下,教学改革的成果。

(上接第9页)

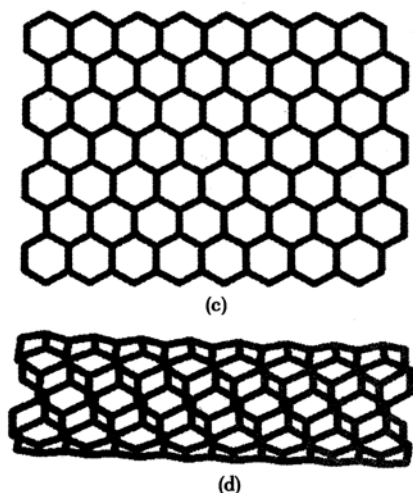


图3 纳米碳管模型的制作方法

修剪,皱纹纸就可变成图3(c)的二维“石墨片”。最后,参照图2所示的方法,在图3(c)二维“石墨片”上选取特定 (n, m) 数值的纳米碳管单胞,并将该纳米碳管单胞卷起来,用透明胶带粘贴固定,即可构成图3(e)所示 (n, m) 的“纳米碳管”。

采用上述的制作方法,教师可让学生亲手制作各种手性的纳米碳管,学生经过自己亲手制作模型,可对纳米碳管分子的几何构型有更清楚地了解。

参考文献:

- [1] Nan Yao. Young's modulus of single-walled carbon nanotube. *Journal of Applied Physics* 1998 84 (4):1939-1943.
- [2] 张立德. 纳米材料[M]. 科学出版社, 1995.