



全国优秀教材一等奖

义务教育教科书

九年级 上册

化学



人民教育出版社

课题1

金刚石、石墨和C₆₀

我们知道，丰富多彩的物质世界是由元素组成的。例如，氧气是由氧元素组成的，氢气是由氢元素组成的，水是由氢、氧两种元素组成的。不同的元素组成不同的物质。那么，在物质世界中，有没有同一种元素组成不同物质的例子呢？

研究表明，透明的金刚石、灰黑色的石墨和足球状的C₆₀都是由碳元素组成的单质，但是由于它们的原子排列方式不同，因此它们的性质存在着明显差异。

一、碳的单质

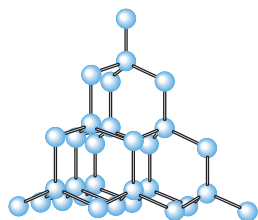
1. 金刚石

纯净的金刚石是无色透明的固体。天然采集到的金刚石经过仔细研磨后，可以成为璀璨夺目的装饰品——钻石。

金刚石可用来裁玻璃、切割大理石、加工坚硬的金属，以及装在钻探机的钻头上，钻凿坚硬的岩层等。根据金刚石的用途可以推测金刚石一定很硬。事实上，它是天然存在的最硬的物质。



金刚石



金刚石的结构



钻石



玻璃刀头上镶的金刚石
可用来裁玻璃

图6-1 金刚石的结构及用途

2. 石墨



图6-2 石墨的结构及用途

在日常生活和工农业生产中，我们常常要用到木炭、焦炭、活性炭和炭黑等，这些物质的主要成分也是碳单质，而它们的结构则与石墨类似。

实验 6-1 在盛有半瓶水的小锥形瓶里，加入一滴红墨水，使水略显红色。投入几块烘烤过的木炭（或活性炭），轻轻振荡锥形瓶，观察现象。

现象	
分析	

木炭具有疏松多孔的结构，因此它具有吸附能力。可以利用木炭的这个性质来吸附一些食品和工业产品里的色素，也可以用它来吸附有异味的物质。活性炭的吸附作用比木炭的还要强，防毒面具里的滤毒罐就是利用活性炭来吸附毒气的，制糖工业中也利用活性炭来脱色以制白糖。随着社会的发



图6-3 活性炭的用途

展, 活性炭的应用范围不断扩大, 如城市污水、工业废水和饮用水在深度净化处理时都要用到活性炭, 人们还利用活性炭来吸附装修产生的对人体有害的气体, 等等。

讨论

结合金刚石、石墨、木炭和活性炭的性质和用途, 讨论物质的性质与用途之间有什么关系。

3. C_{60}

科学家发现, 除金刚石、石墨外, 还有一类以单质形式存在的碳。其中, 发现较早并已在研究中取得重要进展的是 C_{60} 。

每个 C_{60} 分子是由 60 个碳原子构成的。 C_{60} 分子形似足球(如图 6-4), 这种足球结构的 C_{60} 分子很稳定。

C_{60} 的发现使人类了解到一个全新的碳世界。 C_{60} 的独特结构决定了它具有一些特殊的物理和化学性质, 有可能广泛应用于超导、催化、材料、医学及生物等领域。目前, 人类对 C_{60} 的研究正在不断深入。我国的科研机构在 C_{60} 的制备和分离、 C_{60} 的超导性、 C_{60} 的结构等方面的研究已取得不少成就, 在国际上产生了重要影响。

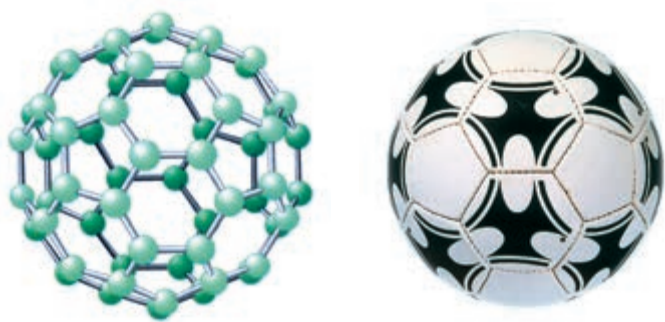


图6-4 C_{60} 的分子结构和足球相似



资料卡片

碳单质的研究进展

20 世纪 90 年代初, 一些以新的形态存在的碳单质又相继被发现, 如碳纳米管。碳纳米管的直径一般在几纳米(符号为 nm, $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)到几十纳米之间, 它独特的结构和性质受到人们的广泛关注。碳纳米管具有尺寸小、机械强度高、导电性好等特点, 在材料、催化、信息等诸多领域中具有重要的应用前景。

2004 年, 科学家成功地从石墨中分离出单层的石墨片(有人称为石墨烯), 证实它在室温下可以单独稳定存在(过去一直认为这是不可能的), 这是目前世界上人工制得的最薄的材料——厚度与一个碳原子直径相

当，仅为0.335 nm。这一成果震惊了科学界，相关科学家获得2010年诺贝尔物理学奖。这种单层石墨片优异的导电、导热性和其他奇特性质正激励着科学家们不断探索。可以相信，随着科学技术的发展，碳单质的用途将不断扩大。

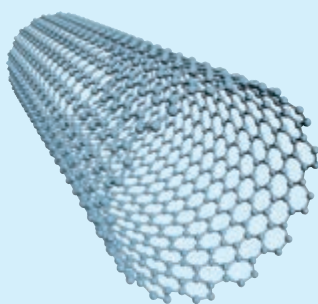


图6-5 碳纳米管

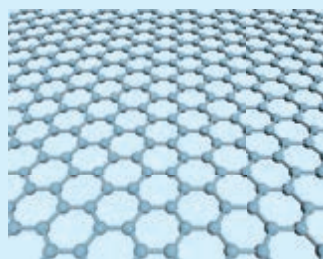


图6-6 单层石墨片



化学 · 技术 · 社会

人造金刚石和金刚石薄膜

几百年前，人们不知道金刚石是由什么组成的。一个偶然的机会，科学家拿着放大镜，在阳光下研究金刚石的折光性质。当太阳光被放大镜聚焦成一点照到金刚石时，金刚石消失了。人们经过分析，认为金刚石可能被烧掉了。化学家把金刚石放在充满氧气的密闭容器里，使金刚石在容器里燃烧。燃烧后，测定容器里的生成物，发现竟然是二氧化碳。进一步测定二氧化碳里所含碳的质量，恰好等于燃烧前后金刚石所减少的质量。这样，人们就断定，金刚石是由碳元素组成的单质。

由于天然金刚石资源稀少，价格昂贵，难以满足需求。在知道金刚石的组成和结构后，人们就设法制造金刚石。早在20世纪30年代就已经有了生产人造金刚石的工厂，所用的原料是石墨，这个转化需要高温高压和催化剂。遗憾的是，这样做成的人造金刚石虽然和天然金刚石硬度相当，但是透明度和外形都达不到天然金刚石的水平。此外，这种高温高压合成技术，一般只能合成小颗粒的金刚石，而在大颗粒的金刚石合成方面则有相当大的困难（所以大颗粒的天然金刚石仍然价格昂贵）。

20世纪80年代，人们发现人造金刚石在半导体制造行业具有广泛的应用前景。因为计算机芯片的基体材料——硅的导热性不好，这成为进一步提高芯片性能时的难题。而金刚石在导热性方面远远超过硅（甚至超过铜和银），于是它成了芯片基体材料的最佳选择。正是这种需求推动了人造金刚石的研究。

以石墨为原料合成金刚石需要高温、高压和催化剂，这种合成方法存在生产成本昂贵、设备要求苛刻等问题，因而化学家探索用其他含碳物质来制造金刚石，最终在较低的温度和压力下用甲烷（ CH_4 ）等为原料制成了金刚石薄膜。

金刚石薄膜在低温、低压下研制成功，大大降低了金刚石的生产成本，同时金刚石薄膜的品质逐渐赶上甚至在某些方面超过天然金刚石，这使得金刚石薄膜在许多领域获