

中学化学课程资源丛书

ZHONGXUE HUAXUE KECHENG ZIYUAN CONGSHU

CHEMISTRY

# 化学新动向

龙菲 许晓◎编

远方出版社

The bottom half of the cover features a dark blue background with several light blue chemical structures. On the left is a complex polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) structure with multiple fused rings and hydrogen atoms labeled 'H'. On the right is a benzene ring with hydrogen atoms labeled 'H'. The structures are rendered in a wireframe style.

中学化学课程资源丛书

# 化学新动向

龙菲 许晓 编

远方出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

化学新动向/龙菲,许晓编. —呼和浩特:远方出版社,2005.7  
(2007.11重印)

(中学化学课程资源丛书)

ISBN 978-7-80723-070-0

I. 化... II. ①龙...②许... III. 化学—青少年读物 IV. O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 156932 号

## 中学化学课程资源丛书 化学新动向

---

编 者	龙菲 许晓
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	廊坊市华北石油华星印务有限公司
开 本	850×1168 1/32
印 张	200
字 数	2110 千
版 次	2007 年 11 月第 1 版
印 次	2007 年 11 月第 1 次印刷
印 数	3000
标准书号	ISBN 978-7-80723-070-0

---

远方版图书,版权所有,侵权必究。  
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

# 前 言

化学是自然科学的重要组成部分,它是研究物质的组成、结构和性能之间的关系,以及物质转化的规律和调控手段的一门科学。今天,化学已成为材料科学、生命科学、环境科学和能源科学的重要基础,成为推进现代社会文明和科学技术进步的重要力量,并为解决人类面临的一系列危机,如能源危机、环境危机和粮食危机等,做出极其重要的贡献。

作为科学教育的重要组成部分,新的化学课程倡导从学生素质的培养和社会发展的需要出发,发挥学科自身的优势,将科学探究作为课程改革的突破口,激发学生的主动性和创新意识,促使学生积极主动地去学习,使获得化学知识和技能的过程也成为理解化学、进行科学探究、联系社会生活实际和形成科学价值观的过程。

化学教育是提高国民素质和培养新世纪化学人

才的重要手段。为全面提高化学教育的质量,为了更好的贯彻“十一五”精神,更好的面对目前我们探讨的一系列化学方面的问题,我们特推出本套丛书。其中涉及了中学化学教育、新世纪化学动向、化学常识等多个方向,能够帮助教师在化学教学过程中形成良好的教学体系,引导学生对化学这一学科有一个更全面的了解。

本套丛书集知识性与实用性于一体,是学生在学学习化学知识及教师在进行引导的过程中不可或缺的一套实用工具书。

在本套丛书的编写过程中,我们得到了许多化学方面的专家及学者的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

编 者

# 目 录

<b>有机化学材料</b> .....	1
化学新动向——有机高分子 .....	1
高分子化合物的概念与结构 .....	18
高分子化合物的合成 .....	24
高分子材料的用途 .....	28
高分子材料的改性 .....	40
新型有机高分子材料 .....	50
<b>无机化学材料</b> .....	66
无机金属材料 .....	66
无机非金属材料 .....	98
无机晶体材料 .....	119
新型合金材料 .....	121
新型无机材料 .....	134



# 有机化学材料

## 化学新动向——有机高分子

“高分子”这一专业名词的概念,会使许多人感到陌生、遥远。其实,高分子就在我们每一个人的身边。人们的衣食住行都离不开高分子,甚至人们自身的肌体也是由大量的高分子组成的。

也许,你不太相信。那么,当我们看一下所穿的衣服,不外乎是棉麻、丝毛、尼龙、的确良等纤维构成;吃的食物,如米、面、豆、肉、蛋中都含有大量淀粉、蛋白质;建房子用的木料,屋内摆设的木质家具是植物纤维构成的,而有些灯具等是塑料制品;交通工具使用的轮胎、穿的球鞋、雨衣是橡胶制品……而所有这些都是高分子物质。由此可见高分子物质在我们日常生活中的重要地位。



虽然高分子物质的应用如此广泛,但人工合成高分子化合物,还是 20 世纪的事。历史表明,新型材料的每一次出现都促进了人类文明的巨大飞跃。如从石器时代到青铜时代再到铁器时代,都是以新型材料的出现和使用为标志的。在科学技术突飞猛进的当代,人工合成纤维、合成橡胶和塑料等种种新型材料的问世,对人们的社会生产和日常生活产生了更加重大而深远的影响。

## 一、人造橡胶

大家都知道哥伦布是著名的探险家,是新大陆的发现者;他也是橡胶的发现者,当他的航船到了南美洲,发现当地的土著人玩的一种球是用硬化了的植物汁液做成的。哥伦布和后来的探险家们对这种带有弹性的小球起了莫大的兴趣,像珍品一样的带回本国。后来人们又发现这种弹性球能够擦掉铅笔的痕迹,因此给它起了一个普通的名字“擦子”,这种物质就是橡胶。

1823 年,一个叫麦金托什的苏格兰人在两层布之间夹上一层橡胶,做成长袍以供雨天使用,为此他申请了专利。这也是雨衣的雏形。

由于当时对橡胶的特性还不是非常的了解,导致这种雨衣的缺点太多。天热的时候它变得像胶一样粘;天冷的时候它又像皮革一样硬。因此,如何处理天然橡胶,使它去



掉上述缺点,激发了许多人的兴趣。其中对化学几乎一无所知的美国人古德伊尔,却全身心地投入到此项研究中。一次次的失败并没有使他泄气。终于在1839年的某一天,在实验中,有些橡胶和硫磺的混合物无意中撒落在火热的炉子上。他赶忙将这种混合物从炉子上刮下来。结果惊奇地发现,这种混合物虽然仍很热,却很干燥。他又将混合物再加热和冷却,发现它既不因加热而变粘,也不会遇冷而变硬,而是始终柔软而富有弹性。魔术般的实验使他发明了硫化橡胶。那么,为什么橡胶会有弹性呢?让我们分析一下橡胶的分子结构。天然橡胶分子的链节单体为异戊二烯。我们知道高分子中链与链之间的分子间力决定了其物理性质。在橡胶中,分子间的作用力很弱,这是因为链节异戊二烯不易于再与其他链节相互作用。好比两个朋友想握手,但每个人手上都拿着很多东西,因此握手就很困难了。橡胶分子之间的作用力状况决定了橡胶的柔软性。橡胶的分子比较易于转动,也拥有充裕的运动空间,分子的排列呈现出一种不规则的随意的自然状态。在受到弯曲、拉长等外界影响时,分子被迫显出一定的规则性。当外界强制作用消除时,橡胶分子就又回原来的不规则状态了。这就是橡胶有弹性的原因。

在所有化学键力作用中,分子间作用力是较弱的一种,这是由于分子可以自由转动,使得分子链间缺乏足够的联



结力；因此，分子之间发生相互滑动后，物质的弹性就不能表现出来了。而这种滑动作用又会因分子间相互缠绕而减弱。可是，分子间的缠绕是不稳定的，随着温度的升高或时间的推移缠绕会逐渐松开，因此有必要使分子链间建立较强固的连接。这就是古德伊尔发明的硫化方法。硫化过程一般在  $140^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$  下进行。当时古德伊尔的小火炉正好起了加热的作用。硫化的主要作用，简单地说，就是在分子链与分子链之间形成交联，从而使分子链间作用力量增强。

当人类彻底驯服了橡胶以后，它在各方面的应用也渐渐地广泛，随着机械制造业的发展，橡胶就成了制造轮胎的首选材料，虽然橡胶的这个用途还没有 100 年，但是人类对于橡胶的需要却日益增长。1845 年汤姆森发明了充气橡胶管套在车子上，并以此获得了专利。以前的车子都是木轮的，或在外部加金属轮箍，但人们发现柔软的橡胶比木头和金属更加耐磨，而且减震性好，使人们乘坐车时感到很舒适。1890 年轮胎用于自行车，1895 年汽车也装上了轮胎。如此广泛的应用使天然橡胶供不应求，整个军需品生产受到很大威胁。

在第一次世界大战期间，德国的天然橡胶供应被切断，为了缓和这一紧张的局面，德国制成一种叫甲基橡胶的合成橡胶，但是质量低劣，战后便被淘汰了。二战后，各种合



成橡胶应运而生。如合成了用钠作催化剂聚合丁二烯制得的丁钠橡胶、用丁二烯和苯乙烯聚合制得的丁苯橡胶、用氯丁二烯聚合制得的氯丁橡胶等等。

在第二次世界大战期间,日本侵占了橡胶产量最大的马来西亚,这无疑对美国的橡胶工业构成严重威胁。大家都知道美国的科技在世界上是一流的,1955年利用齐格勒在聚合乙烯时使用的催化剂(也称齐格勒—纳塔催化剂)聚合异戊二烯。首次用人工方法合成了结构与天然橡胶基本一样的合成天然橡胶。不久用乙烯、丙烯这两种最简单的单体制造的乙丙橡胶也获成功。此外还出现了各种具有特殊性能的橡胶。至此,合成橡胶的舞台上已经变得丰富多彩了。

合成橡胶是一种高分子材料,其合成的关键是聚合反应。就是怎样将一个单体聚合成大的橡胶分子。其中的奥秘就是生成游离基。什么是游离基呢?例如:乙烷分子( $C_2H_6$ )是稳定的,但在某些条件下,如受热、光或某些化学剂作用时,乙烷分子一分为二,生成的两个甲基( $CH_3$ )都带有一个不成对的电子(也称孤电子)。带有孤电子的原子团就称为游离基,常用 R 表示。游离基性质十分活泼,极易跟别的游离基或者另外的化合物起反应。只要有一个游离基出现,便会跟周围物质立刻发生聚合反应。通过加热不稳定的化合物如过氧化氢( $H_2O_2$ )、过硫酸钾等可以获得



游离基。聚合反应一般可分为三步。第一步是链引发,先由过氧化物产生游离基 R,然后 R 使被合成单体的共价键打开,形成活性单体;第二步是链增长,活性单体通过反复地、迅速地与原单体加合,使游离基的碳链迅速增长;第三步是链终止,即在一定的条件下,当碳链聚合到一定程度时,游离基的孤电子变为成对电子。这时游离基特性消失,链的长度就不能再增长了。

在上述过程中的三个步骤中,除了引发游离基这一步较慢之外,后两步都是在一瞬间完成的。可以说游离基一旦形成,成千上万个单位的双键立刻打开,相继连接成很多个大分子,因此这也称为连锁反应。

人工合成的橡胶的许多特性都优于天然橡胶,这也正体现了人工仿照自然,从自然中发现规律,最后超越自然的科学技术发展规律。

## 二、纤维素和合成纤维

淀粉是我们在日常生活中常见的一种物质,如果把它拿到化学的层面上讲,它就是一种高分子化合物。纤维素和淀粉的分子式是一样的,可性质却是大不相同了。植物的枝干主要是由纤维素组成的,它们只能用来烧火,人是吃不下去的。这是什么原因呢?我们知道,淀粉和纤维素的分子都是由许多葡萄糖单位连接而成的,但连接方式都不



同。葡萄糖分子可以正着看(以  $u$  表示),也可以倒着看(以  $n$  表示),淀粉分子可以由葡萄糖分子按“ $\cdots uuuuuu\cdots$ ”的图式缩合而成,而纤维分子则按“ $\cdots ununun\cdots$ ”的方式缩合而成。这种结构上的差异决定了两者性质上的巨大差异。人类的消化液中含有能使淀粉的“ $uu$ ”键分解的消化酶,因此能够从淀粉中获得葡萄糖。但同样的酶对纤维素的“ $un$ ”键却无能为力。实际上没有一种高等生物能够消化纤维素,倒是有些微生物,如寄生在反刍动物和白蚁肠道中的微生物却能做到这一点。也多亏了这些不起眼的助手,使让我们受益匪浅的牛能吃草而生存;使让我们狼狈不堪的白蚁能靠啃木头而活命。纤维素虽不能吃,用途却很大。棉麻纤维素可以用来织布做衣,但它的光泽没有蚕丝织品好。这是因为蚕丝是蛋白质,棉麻是纤维素。影响色泽的主要因素还在其结构形状。蚕丝的形状是圆筒状的,而棉纤维则呈扁平卷曲状。因此用一定的工业方法处理棉纱,就可使它有了丝的光泽。这种方法一般称为丝光处理。经丝光处理过后的棉纱就称为丝光棉。但是这种布料下水洗上几次就变了,光泽也就失去了。

纤维素可以做炸药是瑞士化学家舍恩拜在偶然之中发现的;那是在 1839 年,舍恩拜因在他家的厨房里做实验时,洒了一瓶硫酸和硝酸的混合物。他立刻抓起夫人的棉布围裙去擦,然后把围裙放在火炉上方烘烤。结果,“轰”的一



声,围裙着了起来,片刻之间消失得无影无踪。舍恩拜因此发明了一种新的炸药。他给这种炸药取名为“火药棉”。由于火药棉威力巨大,而且爆炸时没有烟,这比以前的有烟火药好得多。于是舍恩拜开始在各国游说他的火药棉秘方,而战火连绵的欧洲对此也十分感兴趣。结果一批批的工厂建起来,但不久,这些工厂就全被炸光了。火药棉太容易爆炸了,稍微受热或碰撞都能引起灾难性的后果。直到1889年,杜瓦和阿贝尔把火药棉和硝酸甘油混合,再掺入凡士林并压成线绳状,才是无烟火药的真正问世。在火药棉中,将一个硝酸根与葡萄糖中的一个氢氧根连接,这是改造纤维素的一种方法。在这种方法中,所有可被取代的羟基全被硝化了。如果只将其部分羟基硝化会如何呢?是不是就不太容易爆炸了呢?试验结果表明它根本就不会爆炸,却很容易燃烧。这种物质被称为焦木素。焦木素溶于乙醇和乙醚的混合物,蒸发后得到一种坚韧的透明薄膜,称为胶棉。胶棉也很容易燃烧,但无爆炸性。

在焦木素溶于乙醇和乙醚的混合物中,再加入一种樟脑一类的物质后蒸发,便得到坚硬固状物。其加热后会变得柔软而富有韧性,可以模塑成各种需要的形状,冷却和变硬之后仍保持这种形状,乒乓球和画图用的三角板等都是这样制得的。

由此可见,纤维素不仅能制成棉纱等纤维,也能做成塑



料状的东西,如三角板等。因此一种物质能否被称为纤维,不在于它有什么物质构成,而是决定于它的形态。一般的说,人们把细而长的东西称为纤维。一般纤维的直径纵使眼力再好的人也不可能用尺子测出来。像棉花、羊毛、麻之类的天然纤维的长度约为其直径的 1000~3000 倍。由于直径之小难以用肉眼测量,而其长度约为直径的 1000 倍以上的物质,就是我们所认为的纤维。实际上,对蚕丝和化学纤维而言,长度和直径的比值可能绵延到无穷大。

相关的资料表明,早在 5000 年前我国人民就开始养蚕。蚕是蛾的幼虫,只靠桑叶为食,其饲养过程精细而复杂。养蚕对于西方一直是神秘的,直到公元 550 年,有人偷偷地将蚕种带到君士坦丁堡,欧洲才开始生产蚕丝。蚕丝织成的布虽然华丽,但价格昂贵,人们一直试图寻找合适的替代品。1889 年,席尔顿用硝酸纤维素制得了第一种人造丝。这种丝同蚕丝相比,虽然光泽相似,但却不如蚕丝纤细、柔韧。蚕丝的主要成分是蛋白质,蛋白质也是一种高分子化合物。

人类总是运用自己聪明的才智,来制造自己需要的东西。随着科技的发展人们利用天然高分子制成了其他的高分子材料,并且一直试图运用随处可取的无机材料合成高分子。早在 20 世纪 30 年代,美国杜邦化学公司的卡罗瑟斯就开始了这一研究。他希望通过一定的方法,使含氨基



和羧基的分子缩合成大环结构分子,以便广泛运用于香料制造业。但事与愿违,最后缩合而成的是一种长链分子。然而,明智的卡罗瑟斯并未忽略这一结果。相反,对此进行了深入研究,终于制成了纤维。最初的纤维质量很不好,强度太差。卡罗瑟斯认为这是由缩合过程中生成的水所引起的。水的存在产生了一个相反作用——水解反应,使聚合不能持续很久。如果缩合在低压下进行,反应生成的水很快就被蒸发,然后被清除掉。1938年,尼龙研制成功,但它的奠基人却没有看到这一天。

尼龙的强度很高,直径1毫米的细丝就可以吊起100公斤的东西。尼龙耐污、耐腐蚀的性能也很好。因此,尼龙一问世就受到了全世界的瞩目。二战期间美国陆军收购了全部尼龙产品,用以制造降落伞和百余种军事装备。而1940年尼龙长筒女袜刚一投放市场就轰动了世界,4天之内400万双袜子一抢而空。

尼龙是人类第一次真正投入大规模生产的第一种合成纤维。接着人类希望用煤、空气和水来制造纤维高分子的愿望完满地实现了。从那以后,各种新型纤维一个接一个地被创造出来。如烯类纤维中的维纶和维尼纶,还有永久防皱的的涤纶制品等等。在我国尼龙也被称为锦纶,因为这是在锦州化工厂首次工业化生产的。

合成纤维也是一种高分子材料,对于它的合成关键也



是如何把一个个单体聚合在一起。以尼龙为例,我们可以看到,尼龙的学名是聚酰胺纤维,由己二酸和己胺缩合而成。一般来说,两个或多个有机化合物分子放出水、氨、氯化氢等简单分子而生成较大分子的反应,叫做缩合聚合。尼龙是由几个己二胺和几个己二酸失掉 $n-1$ 个水分子缩合成聚酰胺纤维,我们称之为尼龙—66,其中一个6表示己二胺分子的6个碳原子,另一个6代表己二酸的6个碳原子。

大家都知道物质的结构决定着物质的性质。虽然目前对纤维内部结构的研究仍处于猜测阶段,但是可以肯定的是,纤维是由高分子组成的,它的内部结构极其复杂。

对于解释的这些理论,人们首先提出了缨状微束结构理论。这一理论认为,由于分子间的强大压力,纤维分子有规则整齐的排列的部分被称为结晶部分(晶区);分子链间其他弯曲的运动比较自由的部分称为非晶部分(非晶区),这部分没有规则排列。从整体上看,晶区湮没于非晶区的海洋中。然而,1957年人们发现聚乙烯分子可以有完全规则的排列,能够形成100%的结晶,使这个理论受到严重挑战。因此,人们又相继提出缨状原纤维结构理论和多相结构理论。

依据第一种理论,可以解释纤维的许多特性。制造纤维的一个重要条件是在制造过程中,高分子能够取向并形