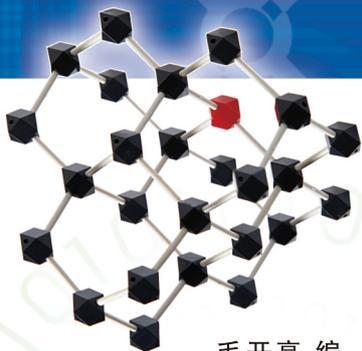


中学理科课程资源

# 点击 材料 化学



毛开亮 编

追溯数理化的演变历程  
对话最新颖权威的方法  
探索最成功的课程教学  
感受最前沿的科技动态  
理科教育的全程解码  
数理化的直面写真

远方出版社



中学理科课程资源

# 点击材料化学

毛开亮 编

远方出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

点击材料化学/毛开亮编. —2版. —呼和浩特:远方出版社,2007.8  
(中学理科课程资源)

ISBN 978-7-80723-068-7

I. 点… II. 毛… III. 材料科学—应用化学—青少年读物  
IV. TB3—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 116931 号

## 中学理科课程资源 点击材料化学

---

编 者	毛开亮
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
版 次	2007 年 11 月第 2 版
印 次	2007 年 11 月第 1 次印刷
开 本	850×1168 1/32
印 张	306
字 数	3315 千
印 数	3000
标准书号	ISBN 978-7-80723-068-7
总 定 价	936.00 元(共 36 册)

---

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

随着人们对新课程观的理解,课程资源的开发和利用越来越受到重视,其开发和利用是保证新课程实施的基本条件。新课程倡导学生主动参与、探究发现、交流合作,而课程资源对学生的发展具有巨大的推动作用,因此开发利用一切课程资源,为实施新课程提供环境成为当务之急。

在执行新课程计划中,应当树立新的课程资源观,教师应该成为学生开发和利用课程资源的引导者。学生应该成为课程资源的主体和学习的主人,应当学会主动地有创造性地利用一切可用资源,为自身的学习、实践、探索性活动服务。

为此,我们开发了《中学理科课程资源》丛书。这套丛书共 36 本,分为数学、物理和化学三个方面。根据新课标改革方向,每个方面又分为教学、百科和新方位三个方向,是针对中小学教师和学生而编写的精品丛书。

《中学理科课程资源》的开发和利用说到底是为了学生的发展而展开的,让每一位理科教师在进行理科课程资源的开发和利用时能更多地关注学生自身存在的一切资源,激发和唤醒学生的多种潜能,为学生以后能主动学习、主动探索、主动发展奠定坚实的基础。

在本套丛书的编写过程中,我们得到了许多理科方面的专家及学者的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,错误、疏漏之处,希望广大读者批评、指正。

编 者

# 目 录

第一章 材料的发展史 .....	1
第二章 玻璃 .....	8
第一节 普通玻璃 .....	10
第二节 特种玻璃 .....	40
第三章 陶瓷材料 .....	66
第一节 概 述 .....	66
第二节 普通陶瓷 .....	73
第三节 特种陶瓷 .....	83
第四章 金属材料 .....	137
第一节 常用金属材料 .....	138
第二节 金属材料的热处理 .....	147
第五章 高分子材料 .....	154
第一节 高分子材料的基本知识 .....	157
第二节 高聚物的结构 .....	166



第三节	高聚物的性能 .....	189
第四节	常用高分子材料 .....	221
第六章	薄膜材料 .....	233
第一节	薄膜材料的重要性 .....	233
第二节	各种功能薄膜简介 .....	234





## 第一章 材料的发展史

在人类历史上 20 世纪是一个科技大腾飞的世纪,科技从来没有像今天这样广泛而深刻地影响着我们的生活和观念,并且这种影响仍在继续深化。许多人预测,21 世纪材料科学、生命科学、环境科学、海洋科学、能源科学、工程科学这些交叉科学将获得极大的发展。

作为四面体基础的是物理和化学(包括实验和理论研究),以及工程设计及相关的技术目标和设计理论。而在这四个不同学科之间交叉的领域是材料科学。一个工程设计人员必须对材料有所了解,最起码的是要有材料的详细说明书,说明书中的工程参数可以保证材料在说明书规定的条件下具有某些确定的功能。据此工程师可以规定电视机、计算机、桥梁、精炼油的设备、火箭发动机、核反应堆、超音速飞机所使用的材料及其规格。为了使工程参数最优化,则要求理论框架把设计语言转换成变量或参数,如形状、大小、制备历史等。若工程设计人员尝试将某种材料用于有特定要求的工程,则理论框架不仅要考虑该工程与参数之间的联系,还应该对材料的





化学组成、结构、材料间的结合与特定需求性质之间的关系有更深入的了解,这样才能进行新的对相关功能有明显改进的材料设计。没有这方面的知识,材料仍是一个简单的“黑箱”。换句话讲,有创新的工程人员,必须对材料的结构与性能有更深入的了解。材料化学主要从材料科学的角度看问题,把材料研究中有关化学的内容集中起来,加以分析、综合和提高,可以说,材料化学是研究材料制备、组成、结构、性质和应用的科学。

人类社会之所以能取得如此大的进步,大部分直接或间接地依赖于先进的材料。以往大多数时间强调的是金属材料。当今,作为结构材料的复合材料和高分子材料占据了首要位置。而陶瓷材料已成为电子、电力、汽车和其他工业的主要构件,也为在各种可能情况下设计新型传感器提供了更广阔的基础,使人们在制造更快和更好的计算机芯片方面得以不断超越自身。

先进材料的获得大致可以分为三种方式:①进一步研究已有的材料(包括天然的和非天然的);②设计新材料;③根据要求,创新性地研制所要求的材料。

单晶、多晶、非晶硅系列,无机多元化合物、敏化纳米晶、有机 p-n 异质结薄膜等新材料已被证明对太阳光电的应用相当有效;高温超导体可对交通电力产生极为重要的影响(如磁悬浮);新的磁性材料已被证明比老的铁氧体





或金属磁性材料优越得多；在通讯和信息技术领域，光学正在慢慢替代电子学，生物材料也有了很大的进展。

通讯(需要铁氧体、纤维、激光、非线性光学材料)、能源(需要新型电池、燃料电池、太阳能富集)、交通(需要复合材料、超导材料)三者已成为应用和要求先进材料的关键领域。已有人提出 DNA 不仅仅是生命的密码，它还是制造纳米级构件和设备的通用元件。

化学家非常感兴趣的先进材料大致可分为以下几类。

(1) 高分子材料

包括结构高分子、功能高分子。

(2) 陶瓷材料

包括高温材料(如氮化硅)、电子材料(各种铁电和铁弹性材料)、超导体(铜酸盐)、玻璃、玻璃陶瓷。

(3) 磁性材料

包括稀土钴合金、金属玻璃、钕-铁硼体系。

(4) 电子材料

包括半导体材料、超导体、电子学方面的分子材料。

(5) 催化剂和吸附剂

(6) 其他新型材料

包括超硬材料(金刚石和  $\gamma\text{-C}_3\text{N}_4$ )、金刚石膜、传感器材料、新结合剂等。

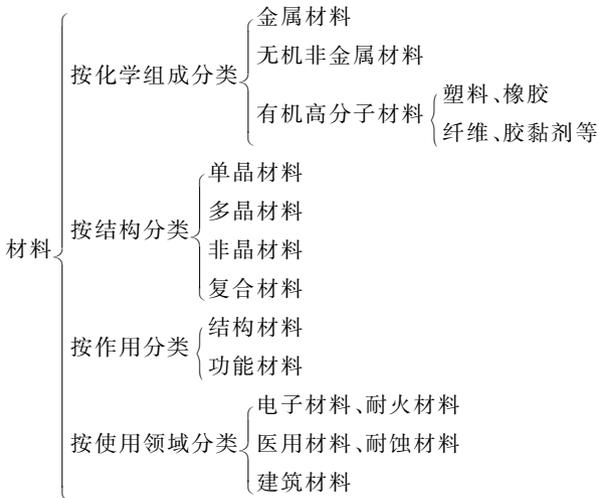
化学家对这些材料的合成、修饰、取代、性质(包括反





应活性)等进行了研究,发现这些材料不都是单相晶体、单组物质,有些是无定形的,有些是膜的形式,还有的是几种组分和相的复杂混合物。值得骄傲的是,化学家不仅为发展先进的材料做出了巨大的贡献,而且将高聚物、陶瓷、催化剂等应用于工业生产中,使它们发挥了重要作用。按照材料的组成、结构、作用、使用领域可以对材料进行不同的分类。表 1-1 所示为材料的分类。

表 1-1 所示为材料的分类。



许多例子都可以用来说明材料合成的艺术和科学。例如化学家用铝和氧分别替代高温陶瓷氮化硅(Si-N)中的部分硅和氮,制造了性能获得改进的高温陶瓷材料





Si—Al—O—N(Sialon); 化学家将烃(如乙烯、甲烷等)分子内的化学键在还原气氛中断裂,使碳以金刚石形式沉积于合适的基质表面,并开发了金刚石薄膜的许多应用。我国科学家由  $\text{CCl}_4$  和 Na 在催化剂的作用下,利用武尔茨反应在世界上首次制得了金刚石粉末,该方法也适用于制备其他碳化物,如 SiC 和 WC。经验的积累,数据库的建立,理论研究的深化、实验技术的进步,已经为材料设计提供了较好的基础,预定的目标材料的合成或制备速度正在不断地加快。

材料化学家所制备材料(如氧化物  $\text{ZrO}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$  等)的多功能性和实用性为传感器的应用创造了条件,迄今为止,大多数气体、蒸汽、热和其他形式的辐射均可使用传感器检测,传感器工业已经成为投资少、回报高的一个高技术产业。目前科学家们正在努力制造使用于特定的生物体系(如酶)的生物传感器,只要使用一个针状传感器,就能准确了解市场上出售的西瓜是否成熟了。可以设想,在不久的将来,人们不仅可以带着针状传感器去买水果,而且还会有与人类健康和环境密切相关的传感器(如检测人体的血糖、胆固醇水平是否正常,室内有害气体是否超标的传感器)进入我们的生活。

在材料合成中,通过组分调控,可使绝缘体转变成金属或半导体。2000 年诺贝尔化学奖就充分说明了这





一点。众所周知,电流是由电子定向移动形成的。在很多材料(如一般塑料)中,电子被束缚在一个很小的范围内,几乎无法移动,电流就不能形成。但如果设法移走某些被固定的电子,那么剩余电子的移动就会容易得多,这时只要施加很小的电压,就会产生电流。美国的 Macdiarmid 和黑格教授以及日本的白川英树教授共同发现,将塑料置于卤素蒸气中,由于卤素易吸电子,使得塑料缺电子体有了空穴,这样塑料的导电性能就大大提升了。

随着科技日新月异,纳米材料正离我们越来越近。当材料的结构越来越小,你会发现一个全新的世界,某些定律和规律也可能因此而更新。一个新的世界——一个远比我们头发的直径还要细微得多的世界将会呈现在你的面前,或许纳米计算机,纳米机器人等不久将会问世。

在无机固体材料的制备过程中,除了传统的高温烧结、热压工艺和提拉、坩埚下降、水热、区熔或在熔盐中培养单晶等生长方法以及蒸发、溅射等制膜方法以外,各种新的合成技术和工艺正在被越来越多的研究者使用,如分子束外延技术、金属有机化学蒸气沉积、LB 膜以及高转速急冷制备非晶态薄膜,利用注入方法进行掺杂,制造纳米粒子的多种方法等。

随着物理技术的发展,超高压、超高真空、超高温、超





低温、强磁场、强电场、强激光、等离子区、骤冷等极端条件越来越广泛地应用在合成方法和合成技术中,实现了通常条件下无法进行的合成,有可能获得一般条件下无法得到的新化合物、新物相,开拓出高新的合成路线与方法。如化学气相沉积法、溶胶凝胶法、水热法、燃烧合成法等已被用来合成新材料。

材料表征技术近些年来也发生了很大的变化。目前仪器的分析能力让人们感到惊奇,如需要的样品极少,甚至样品仅为几个、几十个原子或单个分子。今天的电子显微镜已具有了原子级的分辨能力。随着同步加速器 X 射线以及脉冲电子源的使用,衍射能力大大增强,对聚焦衍射分布图的分析已成为确定复杂材料结构的不可缺少的手段,原子力显微镜和扫描隧道显微镜的出现使材料研究可以在真实条件(在空气、液体界面、真空中)的原子级水平上进行研究。材料化学作为一个交叉性的学科,其发展不外乎通过两种方式突破(深化)和融合。所谓深化,就是从宏观进入微观(如从宏观反应动力学到微观反应动力学)、从平衡态到非平衡态,从研究个体发展到研究相之间的联系、渗透以及不同层次的整体统一。所谓融合,就是采用多种学科渗透、融合来解决各种问题。可以毫不夸张地说,材料化学必将在纳米、生物、信息、认知这些对未来发展具有深远影响的领域做出重要贡献。





## 第二章 玻璃

玻璃是人们常见的一种物质,由于其特有的一系列良好性质,如透明、美观、坚硬、良好的化学稳定性和电学、光学性质,并且原料丰富,价格低廉,工艺简单等,因而得到了极为广泛的应用。

玻璃的物理化学性质与其化学组成及结构有着密切的关系。对于玻璃的结构,一般认为它与晶体结构一样,是由原子、离子或原子团按一定的配位关系形成的三度空间网络结构,但其网络的有序性差,为近程有序,远程无序。有些氧化物如  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  等能够通过基本结构单元(配位多面体)独立形成连续网络结构。这类氧化物称为玻璃形成体氧化物,  $\text{Si}^{4+}$ ,  $\text{B}^{3+}$ ,  $\text{P}^{5+}$  等是其基本结构单元的中心离子。不能独立形成连续网络的玻璃组分,属于网络修饰体,如  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  等,它们填充于网络的空隙中。性能介于网络形成体和网络修饰体之间的组分,如  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ , 称为网络中间体氧化物。在不同条件下,中间体离子可以作为形成体离



子,也可作为网络外体离子而存在于玻璃结构中。玻璃的无规则网络可以看成是一个复杂组分的阴离子团,所以玻璃的高温熔体具有较高的粘度,在快速冷却过程中其原子或分子难以进行有序排列,使结晶过程难以发生,保留了高温熔体的结构特征,从而形成了玻璃。因此,冷却速度是玻璃形成的一个重要的动力学因素。

玻璃的种类非常多,习惯上以两种分类方法对其进行分类。一是按玻璃的主要成分来分,如石英玻璃、钠钙玻璃、铅玻璃、硼硅酸盐玻璃等;另一种是按玻璃制品的用途来分,如平板玻璃、瓶罐玻璃、器皿玻璃、光学玻璃等。

为了叙述方便,在此我们根据玻璃生产的工艺、规模和用途把玻璃分为普通玻璃和特种玻璃两类分别予以介绍。普通玻璃或称常用玻璃,包括了应用最广和品种与产量最多的瓶罐玻璃和器皿玻璃以及以窗玻璃为代表的平板玻璃,加上化学仪器玻璃、医用玻璃、玻璃纤维以及早期光学玻璃等,它们都是以石英砂岩为主要原料的硅酸盐玻璃,其二氧化硅含量一般在 55%~85%,采用以熔融冷却为主的制备工艺。特种玻璃的含义虽然在玻璃工艺学中还没有取得一致的、明确的解释。但习惯上把那些成分、性能、制造工艺与一般工业和日用玻璃不同或根据特殊用途制成的玻璃,称为特种玻璃。随着科学技





术的迅猛发展,目前制备玻璃态物质的工艺和方法很多,除了传统的熔体冷却法外,还出现了许多非熔融的方法,而且就熔体冷却本身而言也有了很大的突破。因此,很多用传统的熔体冷却方法不能得到的玻璃态物质,现在都可以制备了,从而出现了许多形成玻璃的新方法,大火地扩展了玻璃形成系统的范围,使玻璃的组成已扩展到金属、非金属等。玻璃的品种越来越广,各种具有特殊性能的玻璃的研制与应用发展很快。特种玻璃所包括的内容也有所发展,很多过去的特种玻璃,今天已成为普通的工业玻璃。比如光学玻璃和玻璃纤维的迅速发展,已成为独立的工业部门,同时在它们当中又出现了许多具有特殊性能的玻璃。特种玻璃的品种日益繁多,应用日趋广泛。

## 第一节 普通玻璃

### 一、平板玻璃

平板玻璃及其制品在建筑、交通运输以及人们的日常生活中都有着广泛的应用,在各种玻璃制品中占有突出的地位。

从组成上说,平板玻璃属于钠钙硅玻璃( $\text{Na}_2\text{O}$ —

