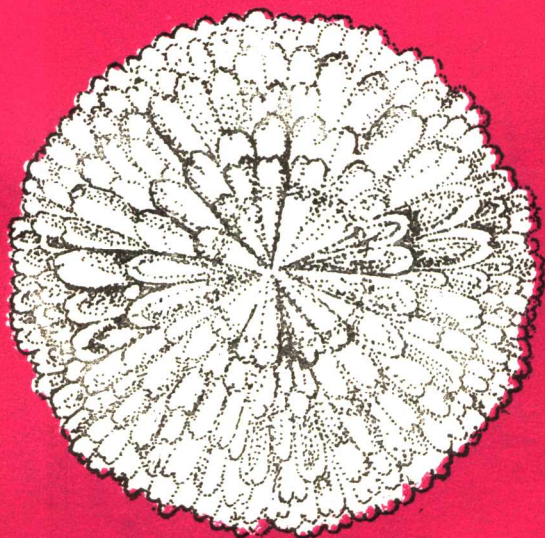


中学生课外读物



奇异的液晶

廖松生 著



33.8
6

人民教育出版社

中学生课外读物

现代科学技术丛书

奇异的液晶

廖松生 著

人民教育出版社

内 容 简 介

本书简单介绍了液晶科学的基础知识和液晶在化学、物理、生物等各个领域中的应用,并指出了液晶科学的美好前景。

电子手表、电子计算机为什么会显示数字和图象?超薄型彩色电视机的显色原理是什么?油和水能互溶吗?动脉为什么会硬化?……诸如此类的问题,与液晶态有着密切的关系。本书对这些问题作了生动有趣的解释。

本书可供中等文化水平的广大青少年和中学师生阅读,也可供理工科大专院校师生及科技人员阅读。

中学生课外读物

现代科学技术丛书

奇 异 的 液 晶

廖松生 著

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 2.625 字数 50,000

1985年3月第1版 1985年7月第1次印刷

印数 1—31,000

书号 7012·0915 定价 0.36 元

《现代科学技术丛书》

化学编委会

主编: 宋心琦

编委: 廖松生 吕维纯 高春满

前 言

任何客观存在的社会系统和自然系统都具有三种“流”，这就是物质流、能量流和信息流。人类认识客观世界的过程，可以概括成对构成系统的三大要素“流”的认识过程。随着社会经济与科学技术的日益发达，信息流的重要性也越来越大。

人是要有理想的，有志青年更应当有远大的抱负。除去社会、教育等因素之外，对于青年来说，接受信息的数量与质量，对建立伟大的理想并提高和建立为实现这个理想而奋斗的勇气及坚韧不拔的精神有重要的作用。化学是一门与国民经济关系极其密切的科学，化学科学技术中的许多新兴领域对我国社会主义现代化建设具有重要的意义。因此，及早地向青年们传递现代化学科学技术成就与发展趋势的重要信息，将对他们的志向产生深远的影响。为此，我们以极大的热情为青年朋友们编写了这样一套中等现代科技丛书。希望得到广大青年读者和他们的师长们的热情支持。

参加这套丛书化学部分编写的作者大多既是多年来从事化学教学与科普工作的大学教师，又是本领域内的专家，他们熟悉青年的特点和需要。他们既是教育园地辛勤的园丁，同时又是化学新领域的默默无闻的开拓者。为了将自己宝贵的经验奉献给未来的建设者，他们用深入浅出而又生动活泼的方式和文笔写成这套丛书，向青年朋友们介绍这个领域内的新成就、新概念、新方法和新理论，并对其发展前景进行了富有生气的讨论。对于青年朋友来说，这套丛书不仅是一种有益的课外读物，可以扩大他们的知识面，而且可以使他们丰富的想象力获得有益的营养。

近代化学对于大多数具有中等水平的青年读者来说，可能还是一个未知的王国。在这块王国的土地上，开满了五光十色的奇花异葩，令人目不暇接。但是，任何尖端科学都离不开基础科学，阅读这套丛书应当有助于读者更重视基础知识的学习，丛书和教材应起相辅相成的作用。另一方面，当读者们由于基础不够或理论欠缺而不能完全看懂时，也不要气馁，只要鼓起勇气一直读下去，一定会有收获。

朋友，你爱大海吗？当你伫立在海边礁石上，望着那波涛起伏、浩瀚无际的大海时，你想些什么呢？你能感到大海所给予你的启示吗？虽然大海似乎深不可测，许多美丽的海生动物和植物对你那是那样的陌生，但你绝不会因此而感到惆怅。与此相反，从大海的深邃、广阔中，从大海那磅礴的气势中，你会感到心旷神怡、胸襟开阔。那水天一色的壮丽情景使你受到陶冶，那习习的海风使你流连忘返。大自然的雄伟给你增添了认识自然和征服自然的信心和勇气，而不是怯懦，难道不是这样吗？

青年朋友们，科学世界也是一种海洋，是知识的海洋、信息的海洋，也是智慧结晶的海洋，而且比大海还要广阔，还要美妙。只要你热爱科学，热爱未来，在科学海洋的面前，你一定会信心百倍地参加到征服自然的科学大军中去。在科学海洋面前，你会渐渐听到它的“声音”，并唱出美妙的和声来。

最后，我们应当感谢为编辑、出版这套丛书做了许多工作的人民教育出版社的同志们，没有他们的支持和辛勤劳动，这股信息流与读者之间是无法流通的。

宋心琦于清华园

一九八五年四月

致青年读者（代序）

青年朋友们，你们在物理和化学课中，曾学过物质的固、液、气三态，但你们可曾想到过，很多有机物质在固态与液态之间还会呈现一种特殊的物质状态。这种物态不但具有液体的流动性和连续性，而且还具有晶体的各向异性的特点，因而在物理、化学上表现出独特的性质。这种状态的物质就是液态晶体，也有人称之为物质的第四态。

液晶的发现，距今约有一个世纪，但一直未受到应有的重视。从六十年代起，由于科学技术的发展，人们对事物本质的了解日益深入，液晶就引起了人们的注意。液晶对外界因素如声、光、热、力、电、磁及化学试剂等极为敏感，通过这些研究，逐渐形成了一门涉及化学、物理、生物和电子学的边缘学科。目前，液晶不但因具有优异的电光效应，而作为一种新型的显示材料，与集成电路一道，在数字及图象显示技术上开创了新的方法，而且在其它领域如电光学、热化学、分子光谱等方面都有广泛的用途。随着新型液晶化合物的研制成功，液晶必将获得新的用途并促进技术的发展。

在过去十多年中，由于液晶科学的发展，生物体系中的液晶态结构也重新成为人们感兴趣的课题。由于液晶态结构普遍存在于生物体中，因而生命过程中的很多生物反应是在液晶环境中进行的。液晶态结构的变化，对生命现象有重大的影响。进一步开展对生物的液晶态研究，对与生命有关的

许多复杂问题必将获得更深刻的了解。

这本小册子对液晶只作了极其简单和概括的介绍，目的是帮助读者对这个正在迅速发展而又很年青的学科领域有一个初步的了解。

目 录

致青年读者(代序).....	1
一、神秘的液体.....	1
物质的第四态.....	1
液晶是一些有机化合物.....	7
液体中分子的分布是有序的吗.....	12
液晶的螺旋状结构.....	18
五彩缤纷的液体.....	21
二、新颖的显示材料.....	24
显示材料的后起之秀.....	24
液晶的电光效应.....	26
扭曲效应.....	31
绚丽多彩的数字图象.....	33
有记忆能力的液晶.....	37
大气污染的探测器.....	38
三、液晶的热色效应.....	41
彩色温度计.....	41
侦察金属裂缝的能手.....	44
四、乳状液.....	46
油和水能互溶吗.....	46
奇怪的双亲分子.....	47
又一类液晶态物质.....	50
乳状液为什么稳定.....	53
五、生命与液晶.....	55

生物体中存在着液晶态结构.....	55
昆虫辨别方向的指南针.....	56
多肽液晶.....	59
肌肉组织的有序排列.....	62
细胞膜.....	64
动脉为什么会硬化.....	66
胆汁里的石头是什么.....	67
六、高分子液晶.....	69
性能特殊的高分子化合物.....	69
会变色的织物.....	72
再致青年读者.....	73

一、神秘的液体

物质的第四态

我们生活中的现实世界是由种类繁多的物质组成的。人类为了生存，从远古时代起就已经开始利用大自然丰富的物质资源来制造工具、食物、衣服和建造房屋。这些形形色色的物质，按照它们的形状和体积是否容易改变，可以分为气态、液态和固态三种不同的状态，这三种物质状态已被科学家们研究了两三个世纪。

气态物质由彼此间隔很大的粒子(原子和分子)组成。粒子处于毫无规则的极其迅速运动的状态，如果放置在容器里，能够在整个容器里运动，并充满整个容器，因而气体本身没有一定的体积和形状(图 1)，而具有突出的流动性。由于粒子之间距离很大，因此气体具有明显的可压缩性。液态物质中粒子的分布也是不规则的，但粒子间的距离很小，因此可压缩性很小；粒子间的引力较大，因此液体能够保持一定的体积；粒子可以相互滑动，从一个位置移到另一个位置，因而液体表现出流动

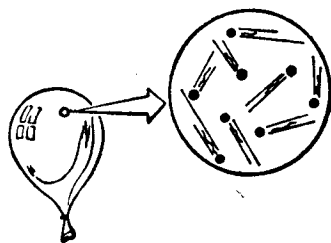


图 1 气体

性。所以，液态物质也没有一定的形状，能随着容器的形状而变化（图2）。固态物质与气态和液态物质不同，组成固体的粒子之间有很强的结合力，使粒子有秩序地固定在一定位置上。固体的粒子不能象液体的粒子那样从一个位置移到另一个位置，只能在一个固定的位置上振动（图3），因此，固体的流动性和压缩性都极小，具有一定的形状和体积。

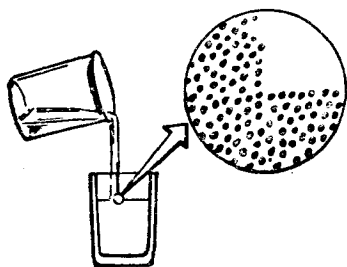


图2 液体

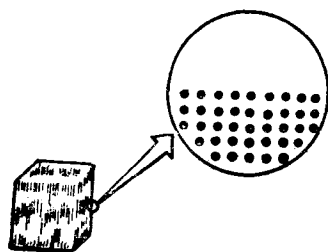


图3 固体

有些固态物质如橡胶在受外力作用时，形状会改变，但当取消外力后，又能迅速地恢复到原来的形状，这类固态物质称为弹性体。有些固态物质在取消外力后不能恢复到原来的形状，也就是说这种固体具有可塑性，象日常生活和工业中常用的塑料就是这样。它们都属于无定形固体。最常见的无定形固体是玻璃，它没有确定的熔点，在温度升高的过程中，流动性不断增加，逐渐转变成液体。

与无定形固体不同，结晶态固体（晶体）有确定的熔点和一定的几何形状。从图4可以看到，硫化铅的晶体呈立方形(a)，氟化钙的晶体具有八面体的形状(b)，而石膏则为棱形晶体(c)。不同的几何形状反映了晶体内部结构的特征。从图上可以看到，晶体中的质点是按一定的规律排列的，而且在

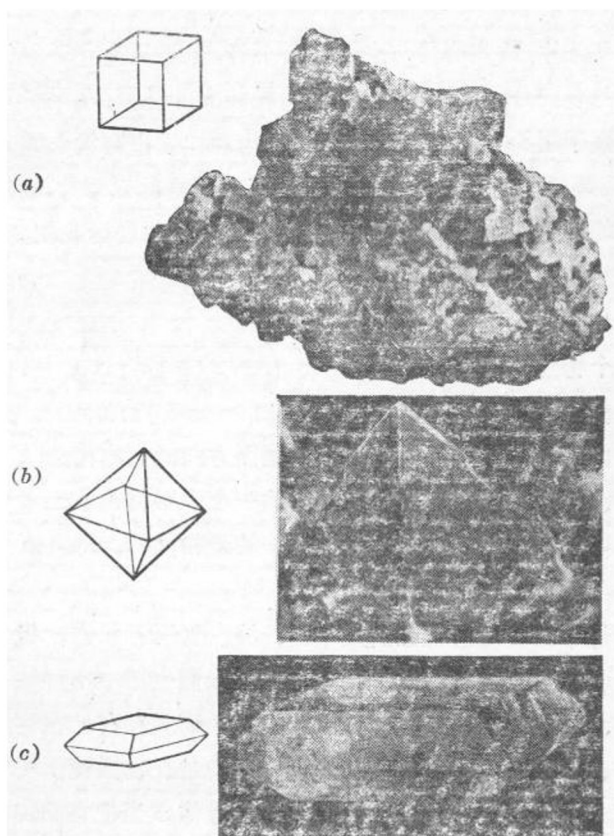


图 4 (a) 立方晶体(硫化铅) (b) 八面体晶体
(氟化钙) (c) 棱形晶体(石膏)

同方向上的排列方式不同，因此在不同方向上所测得的晶体的许多性质是各不相同的。尤其是光学性质、导热性、导电性、机械强度等性质，在晶体中表现出明显的方向性。这种随晶体方向不同而性质不同的现象称为**各向异性**。各向异性是晶体的普遍特征。例如，电气工业中重要的绝缘材料云母，很

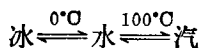
容易分裂成薄片,这些薄片与它的底面平行,但要从垂直于底面的方向把它们分裂成小块,就需要消耗较大的能量。在平行于层或垂直于层的方向上,云母的其它物理性质也有很大差别。例如,用烧热了的金属针尖端触及涂了一层蜡的云母片,触及处周围的蜡立即熔化成椭圆形(图 5)。这个现象告诉我们,云母片传热的速度在不同的方向上是极不相同的。不但在同一层面内有这个特点,而且在垂直于层面的方向上差别更大,已经测定在层面内的导热性能大约比垂直于层面方向的大六倍。



图 5 云母片的传热

气体、液体和无定形固体与晶体的一个区别就是前两者在不同方向上所测得的许多物理性质一般是相同的,即具有**各向同性**的特点。

自然界中的物质通常分别属于固、液、气三种状态。但是,不少物质可以兼有这三种状态。例如人们生活中不可缺少的水,在温度低于零摄氏度时,以冰或雪的形式存在。在这种状态下,水分子以一定的规律排列。图 6 是在显微镜下观察到的雪花的图象,是美丽的六角放射形晶体。当把它们加热到 0°C 以上时,晶体结构被破坏,熔融成液态的水,温度继续升高达 100°C 以上时,就转变成水蒸气。当水蒸气降低温度时,变化会按相反的方向进行。这是一个可逆过程。即:



所以,在通常条件下, 0°C 就是冰的熔点,也是水的凝固点。

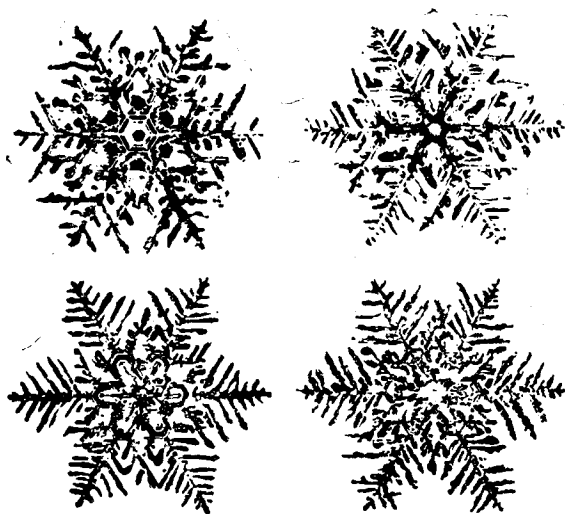
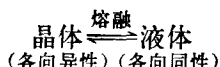


图6 雪的晶体

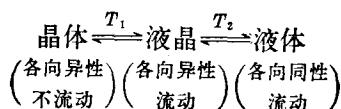
从冰变成水,是从有序排列的状态变成混乱无序的状态,质点可以较自由地运动,各向异性的特征随之消失而成为各向同性。从液体变成气体则是从一种无序状态变成更为混乱的状态了。

一般晶体与冰一样,熔融后即成为各向同性的液体:



但是,上世纪末叶,一个叫做莱尼茨(F. Reinitzer)的奥地利植物学家,在研究胆甾醇酯类化合物的植物生理作用中,经常观察到一种奇怪的现象。他把胆甾醇苯甲酸酯加热到 145.5°C 时,晶体熔化了,但是得到的却不是透明的各向同性的液体,而是一种浑浊粘稠的液体,具有流动性,同时又

象晶体那样表现出各向异性的特征。继续加热，温度升到 178.5°C 时，这种浑浊粘稠的液体变得透明了，各向异性的特征也消失了，好象经历了又一次熔融。他对这种表现出两个“熔点”的现象感到十分奇怪。另外，在加热和冷却过程中，他还观察到有颜色的变化。莱尼茨把液态的胆甾醇苯甲酸酯冷却时，最初出现浅绿色，随着温度的降低，依次出现深绿色、深藏青色、黄绿色、黄色、橙红色和鲜红色，凝固后成为无色固体。他以为这是由于样品中的杂质造成的，于是又把所用的胆甾醇苯甲酸酯加以提纯，然后重复加热和冷却的实验，证实上述现象的确存在，而且是由样品本身造成的。莱尼茨认为这种现象可能是由于各向异性所引起的。1888年，他把所观察到的现象和自己的观点写成论文发表在化学杂志上。为了弄清这个奇怪的现象，莱尼茨把他在实验中观察到的现象告诉了德国物理学家列曼(O. Lehmann)，并把样品也送给他，希望他对这些现象作深入的研究。当时，列曼已经是从事结晶物理研究的著名物理学家，他接到莱尼茨的信后，就对有机化合物的性质进行了系统的研究，发现许多有机化合物都和胆甾醇苯甲酸酯类似，熔融后都出现这种浑浊而粘稠、但又有流动性和各向异性的液体。他把这种特殊的物质状态称为液晶晶体或简称“液晶”，即



在关于是谁首先发现液晶这个问题上，莱尼茨与列曼争夺过发明权。实际上早在莱尼茨之前就有许多学者发现了类

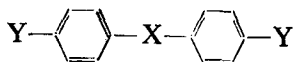
似的现象,但他们不如莱尼茨报导得详尽确切。所以,液晶的发现应归功于莱尼茨和列曼两人。

自从发现液晶以来,对于是否真正存在着液晶的问题是有过争议的。例如著名化学家塔曼(Tamman)和能斯特(Nernst)就分别在1910年和1906年提出液晶可能是由许多极小的晶体分散在各向同性液体中形成的胶态体系,或者是由不纯物质形成的乳状液体。但是,在高倍显微镜下观察时,并未看见任何颗粒。因此,液晶实际上是物质在性质上介于晶体和液体之间的一种状态,有人把液晶态看作物质除气、液、固三态外的第四态,称为物质的第四态。这种状态在有生命的和无生命的体系中都是存在的。

液晶是一些有机化合物

为什么一些有机化合物从固态熔融时会成为液晶态,而另一些有机化合物却没有发生这种现象呢?这是一个尚未完全弄明白而需要继续深入研究的课题。

根据早先的研究,能够呈现出液晶态的有机化合物都是一些线形的分子,可以把它们看作是一种刚性的、不易弯曲的棒状分子。分子的长度约为分子直径的4~8倍。分子量一般在200~500的范围内。棒状分子的基本结构为:



式中X为连接两个苯环的基团,位于分子的中心,称为中央基团;Y位于分子的两端,称为末端基团,它们可以是相同的或