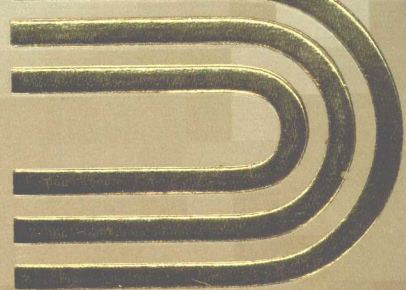


诺贝尔奖
讲演全集





NOBEL

诺贝尔奖讲演全集

物理学卷

IV

福建人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

诺贝尔奖讲演全集·物理学卷Ⅳ / 《诺贝尔奖讲演全集》编译委员会编译. —福州: 福建人民出版社, 2003. 10

ISBN 7—211—04252—4

I. 诺… II. 诺… III. ①诺贝尔奖金—科学家—演讲—文集②物理学—文集 IV. Z4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 078197 号

诺贝尔奖讲演全集

NUOBEIER JIANG JIANGYAN QUANJI

物理学卷Ⅳ

《诺贝尔奖讲演全集》编译委员会编译

*

福建人民出版社出版发行

(福州市东水路 76 号 邮编: 350001)

福建新华印刷厂印刷

(福州市福新中路 42 号 邮编: 350011)

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 23.5 印张 5 插页 563 千字

2003 年 10 月第 1 版

2003 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7—211—04252—4
G·2730 定价: 47.30 元

本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请直接向承印厂调换。

目 录

1991	皮埃尔—吉尔·德热纳·····	1
1992	乔治斯·恰帕克·····	19
1993	拉塞尔·艾伦·赫尔斯	
	小约瑟夫·H·泰勒·····	41
1994	伯特伦·N·布罗克豪斯	
	克利福德·G·沙尔·····	103
1995	马丁·L·佩尔	
	弗雷德里克·莱因斯·····	165
1996	戴维·M·李	
	道格拉斯·D·奥斯赫诺夫	
	罗伯特·C·理查德逊·····	235
1997	朱棣文	
	克劳德·科恩—阿努齐	
	威廉·D·菲利普斯·····	353
1998	崔琦	
	霍斯特·L·斯托默	
	罗伯特·B·劳克林·····	503
1999	杰拉尔杜德·霍夫特	
	马丁努斯·J·G·韦尔特曼·····	597

2000 泽罗斯·阿尔费罗夫

赫伯特·克勒默

杰克·基尔比..... 647

后 记..... 747

ISBN 7-211-14252-4

I. 诺... I. 诺... I. ①诺贝尔奖金—科学家—

传记—文集②物理学—文集. IV. Z4

I 1991

101 1991

1991

101 1991

1991

101 1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

1991

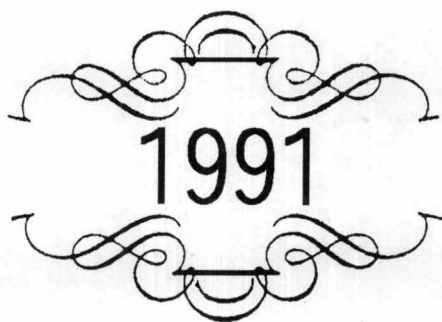
1991

1991

1991

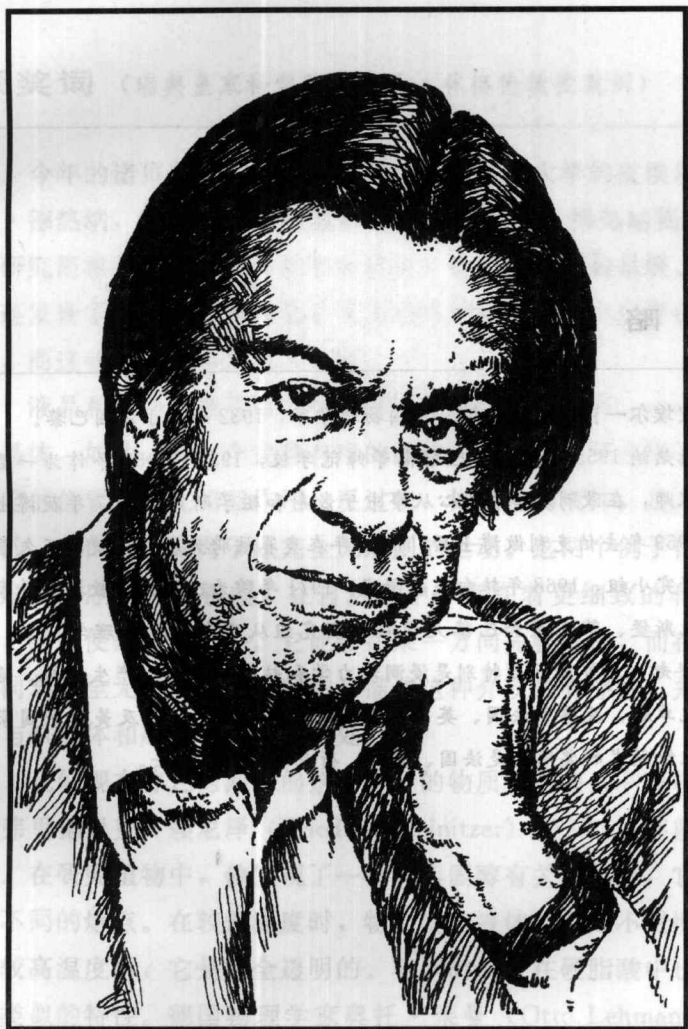
1991

1991



皮埃尔—吉尔·德热纳
(PIERRE-GILLES de GENNES)

因发现从简单系统的有序现象中发展起来的研究方法能够推广至更复杂形态的物质（特别是液晶和聚合物）而获奖。



皮埃尔—吉尔·德热纳

(PIERRE—GILLES de GENNES)

传 略

皮埃尔—吉尔·德热纳 法国物理学家，1932 年生于法国巴黎。

德热纳 1955 年毕业于巴黎高等师范学校，1955~1959 年作为一名研究工程师，在欧洲原子能中心从事中子散射和磁学研究，1957 年获博士学位，1959 年去伯克利做博士后，1961 年在奥赛被聘为助理教授，不久参加超导研究小组，1968 年转向液晶研究，1971 年聘为巴黎大学教授，并参加斯特拉斯堡、萨克莱和巴黎大学联合研究组从事聚合物物理学研究，从 1980 年起，对界面问题特别是浸润动力学和粘结物理化学产生兴趣。他学术成就卓越，获得了法国、英国、意大利、荷兰、以色列及美国等国家的科学组织颁发的奖项，是法国、美国、荷兰的科学院院士。

颁奖词 (瑞典皇家科学院英格沃·林格伦教授致词)

今年的诺贝尔物理学奖已授于巴黎法兰西大学的皮埃尔·吉尔·德热纳,表彰他关于液晶和聚合物的研究。德热纳揭示出,由研究简单系统发展起来的数学模型,也适合复杂的系统。德热纳还发现了不同的,看来似乎互无联系的物理领域之间存在着联系,而这些联系以前没有人看到。

液晶和聚合物被看做介于有序和无序中间的状态。一个简单的晶体,如盐,是一个完整有序的晶体——它的原子或离子位于确定的位置,彼此相互作用。反过来,如通常的液体,是完全无序的,它的原子或离子做完全无规则的运动。这两个例子代表了有序和无序的两个极端。在自然界中,存在着更细致的有序结构,液晶便是其中之一。它能够在某一方向完整有序,而在另一方向却完全无序。德热纳归纳和描述这种介质的有序性,并发现其与铁磁体和超导体的类似之处。

我们现在称之为液晶的这种奇异的物质是由澳大利亚植物学家弗里德里克·赖尼泽(Friedrich Reinitzer)于100多年前发现的。在研究植物中,他发现了一种与胆固醇有关的物质,它有两个不同的熔点。在较低温度时,物质变为液体,但是不透明,而在较高温度时,它是完全透明的。早些时候,在硬脂酸中也发现过类似的特性。德国物理学家奥托·莱曼(Otto Lehmann)发现这种材料在保持其为液态的两个温度之间具有与晶体一样的性质。因此,他称之为“液晶”。

我们都已看到液晶用于数字式手表和便携式计算器的显示

屏。更有可能的是，不久我们还会看到它们用在电视屏上。这种材料的各种应用依赖于其独特的光学特性和易于改变的事实，如电场使之改变。

很早人们就知道液晶是以一种独特的方式散射光线，但早期的各种实验都失败了。德热纳用一种特殊的方法发现了对液晶分子有序的解释。有一种液晶相称为丝状相，它可与铁磁体相比。在铁磁体中，本身就是小磁体的原子团，基本上在一个方向上排列有序，只有微小的偏差，这些偏差遵从一个严格的数学规律。在所谓的临界温度，磁体停止磁化而得到一个特殊的形态。在液晶中，分子在各个温度下皆有序一致，这一点就解释了它的奇异的光学性质。

德热纳十分活跃地进行研究的另一个领域，是聚合物物理学。聚合物包括大量的分子片断、单体，它们联结起来形成长链或其他结构，这些分子结构形式十分多样，使得聚合物具有不同的化学和物理性质。我们已经非常熟悉聚合物的某些应用，例如用于制造塑料包或汽车和飞机的部件。

在这些材料中，德热纳发现了与铁磁体和超导体的临界现象相似的情况，例如，在溶解状态下，聚合物的大小随单体数目的某次方增加，这与磁体在临界温度附近的行为在数学上是相似的。由此得到比例定律的公式，由此公式可以从聚合物的不同性质得到简单的关系。这样，对未知性质可做出预测，这些预测为后来的实验所证实。

科学的大部分进步是靠把知识从某一原理转换成另一原理而得到的。然而，只有极少人具有深刻的洞察力和足够的概括力以推动这种进步，无疑德热纳是其中之一。

德热纳教授：

您已被授予 1991 年的诺贝尔物理学奖，以表彰您对理解液

晶和聚合物所做出的杰出贡献。我代表瑞典皇家科学院向您表示衷心的祝贺，现在请国王陛下为您颁奖。

讲演词（皮埃尔·吉尔·德热纳演说）

柔 性 物 质

柔性物质对于我们意味着什么？美国人倾向于把它称为“复杂流体”，这确实是个不好听的名字，并且会让年轻的学生们感到沮丧。但这个名字确实说明了柔性物质的两个主要特征：

(1) 复杂性。以某种简单的观念，我们可以说现代生物学已从研究简单的模型系统(细菌)发展到研究复杂的多细胞机体(植物、非脊椎动物，脊椎动物)。类似的，在本世纪前 50 年原子物理学的蓬勃发展，柔性物质的研究成为其中的一个分支。它是建立在聚合物、表面活性剂、液晶，还有胶体粒子的基础上的。

(2) 柔韧性。我想先通过一个早期的聚合实验来说明这个特性。它最早开始于亚马逊河流域的印第安人，他们收集橡胶树的树汁，放到他们的脚上，让它在短时间里变干，看！他们便有了一双靴子。从微观点阵的角度来看，开始时那是一堆互不相干的、可变形的高分子长链，随后空气中的氧在链与链之间建起了氧“桥”使它在性质上发生了改变。我们将一种液体变成了一种能够承受张力的网状结构，现在我们称之为橡胶（法语中 caou-

tchouc 是从印第安人的语言中直接派生过来的)。这个实验里要强调的事实就是一个非常微弱的化学作用，能够引起力学性质的巨大变化，这就是柔性物质的典型特征。

当然，在其他一些聚合物体系中，我们倾向于建立更刚性的结构，酶便是一个重要的例子。它是氨基酸的长程有序排列，并折叠成紧密的球形，其中的一些氨基酸扮演不同寻常的角色：它们组成的活性单元具有催化作用（或识别作用）的特殊结构。雅克·莫诺（Jacques Monod）很早提出了一个有趣的问题：在酶的序列上的每一点我们都可以有 20 种氨基酸以供选择，并且我们想通过一些严格的手段在活性单元所处的位置上放入一个接受器，但我们并不能说放就放进去，因为，酶如果仅仅是直链的话，它们将无法取得正确的空间取向和空间位置。所以，在两个活性单元之间，我们需要一个“间隔”，一段氨基酸，它有足够多的可变性可以使间隔两端的活性单元得到一个允许的相对位置。莫诺的问题就是，间隔的最小长度是多少？^① 现在已经证明结果是相当精确的^[1]。这个奇妙的数字大约是 13 或 14。低于 13^② 个氨基酸，你不可能得到期望的结构；大于 14，你将得到许多种合适的序列。理由很简单，它考虑到了体积效应，但它没有提供稳定酶的另一个条件，那就是酶的内部应该是厌水基团，外表面则应该是亲水基团。我猜测由这引起那奇妙的数字的改变不会超过一个单元。确实，当我们考察一个简单的球蛋白的间隔尺寸，如肌球蛋白，我们发现它们与那个数字相差不大。

让我们回到溶液中柔软的高分子聚合物上，并描述一下它们的一些力学性质。安德鲁·凯勒（Andrew Keller）和他的同事

① 原文为 14。

设计的滚轴实验是一个很好的例子^[2]。这里的高分子稀溶液中的卷曲线团受到了一个纯粹的纵向剪切力。如果能够恰当选择出射轨迹（在出射通道的对称平面上），分子会长时间受到张力。现在已经发现，如果剪切率 $\dot{\gamma}_c$ 大于某个阈值 $\dot{\gamma}_c$ ，将会发生一个突然转变，并且介质将变成双折射性的，这就是我所称之为“卷曲-伸展形变”^[3]。当剪切开始打开线圈后，它将给形变提供更大的解离力，使打开更为容易……于是引起一个突发的形变。在这里，我们认识到了柔性物质的另一个奇异性质——机械性能与构型间的令人惊讶的对应关系。事实上，凯勒最近还提出，当剪切率 $\dot{\gamma} > \dot{\gamma}_c$ 时，长链会断裂，断裂处非常靠近链的中点，这真是一个引人注目的结果。

稀释线团的另一个有趣现象是，它们能够减少湍流的损失。这种现象近来被称为汤姆斯（Toms）效应。实际上，在汤姆斯之前，卡罗尔·米塞尔斯（Karol Mysels）已经发现这种现象。令我高兴的是他今天也在场。和 M·泰伯（M. Tabor）一起，我们尝试建立湍急水流中的相对比例的线团模型，但力学界的朋友认为这不会实现，那只有等待未来去告知其正确的结果。

关于聚合物我已谈了许多，照理我应该同样谈谈胶体或像我所愿意称呼的——超分散物质。但由于在哥德堡的专题讨论会上，我已经就这个题目发表了另一个演讲，所以，今天我将略去这个话题，尽管它具有非常重要的应用前景。

现在让我把话题转到表面活性剂上。活性剂分子分为两部分：亲水的极性头和厌水的油脂性尾巴。本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin）在一个很好的实验中用到表面活性剂。在康芝镇的一个池塘里，他加入了少量油酸。油酸是天然的表面活性剂，它倾向于在水和空气界面中形成致密的薄膜。他计算出要铺满整个池塘所需的油酸体积，再知道面积，他便得到膜厚。以

现在的实验来看，大约是 3 纳米，据我所知，这是第一次测量分子的大小。今天，当我们摆弄非常复杂的玩意儿时，如原子核反应堆或同步加速器，我更喜欢向我的学生描绘富兰克林的实验。表面活性剂可以保护水的表面，并产生漂亮的肥皂泡，这是孩子们非常喜欢的东西。关于肥皂泡的理解主要来源于一个著名小组——米塞尔斯、施诺达 (Shinoda) 和弗兰克尔 (Frakel)，他们写了一本专著^[6]。不幸的是，这本书现在非常难找到，我真心希望它能够重印。

很久以前，弗朗索瓦兹·布罗沙尔 (Francoise Brochard)，让·弗朗索瓦·伦农 (Jean Francois Lennon) 和我对一些双分子膜体系产生了兴趣^[7]。体系有两层表面活性剂，每一层的亲水基都指向邻近的水。与此体系相关的系统（虽然复杂些）是血红细胞。很多年来，人们已经知道，用相衬显微镜观察这些细胞，它们会发生闪烁，这种现象开始被认为在非平衡状态下活性体系不稳定性的表现，后来事情变得简单了。不溶双分子膜的基本特性就是它的表面活性剂数量所占据的面积要最佳化。这样，能量相应于面积达到稳定值，表面张力消失了。这意味着瘪下去的细胞或“气囊”与原来相比，在形状上的变化是巨大的。闪烁仅仅是流体布朗运动的一个例子。让·弗朗索瓦测量了闪烁的时空关系。他认为它们可以通过一个不含表面张力，仅有弯曲能量和粘附力的模型来理解——另一个柔性物质的绝佳例子。

事实上，这就是 W·赫尔弗里希 (W. Helfrich) 开创表面活性剂双分子膜体系研究的一个出发点。以更正式的说法，如果考虑任意表面，还要特别提到 D·纳尔逊 (D. Nelson)。这个领域中的一个伟大成就是微乳状液的“海绵相”的发现^[8,9]，但一般说来，向那些能够将自命不凡的理论和肥皂的描述在思想上统一起来的人们讨教是有趣的。

现在，让我走向花园的另一角——液晶。这里，我必须首先向两位伟大的先驱者致谢，他们是：(1) 乔治·弗里德尔(Georges Frieder)，他是第一位准确理解液晶是什么及其主要类型有哪些的人；(2) 查尔斯·弗兰克(Charles Frank)，他(在奥森的早期工作之后)创建了丝状液晶的弹性理论，还对其中的很多拓扑缺陷作了描述。

这里，我将只谈谈碟状液晶。在考察碟状液晶中的某些缺陷后(焦点圆锥曲线)，弗里德尔认为它们的结构必定是液态的、等间距的和可分离层状的^[10]。根据 100 微米范围内的观察结果，他便得出 $10\text{\AA}$ ^① 大小的正确结构。这实在了不起。

碟状液晶很自然地启发我去揭示复杂流体的另一个重要特征——也就是说，现在我们有可能制造出新形态的物质。上面提到的海绵相就是一例。另一例是碟状铁电体相。它是由 R·B·梅耶(R. B. Meyer) 大约于 1975 年在奥尔塞发明的。他想到用空间螺旋性分子来进行某种分子排列，它将自动生成一种具有电偶极性的相(C*相)。几个月后，我们当地的化学家就制造出这种分子，第一种液态铁电体诞生了^[11]。今天，这种材料在显示器上的用途变得非常重要，它们比我们手表中的丝状相液晶进行光电转换快 10^3 倍。

另一不太重要但很有趣的例子是铁层状相，它是由 M·韦西埃(M. Veyssié) 和 P·法布尔(P. Fabre) 研制出来的。其出发点是基于铁磁液体的水，它是一种非常微小的磁体颗粒的悬浮液〔铁磁液体很久以前由 R·罗森斯韦格(R. Rosensweig) 发明，它具有很多奇异性〕。这里，所做的工作是制备

① $1\text{\AA}(\text{埃})=10^{-1}\text{nm}(\text{纳米})$ 。

一种“棍棒三明治”：双分子膜层 | 铁磁液体 | 双分子膜层 | … 的结构。这样一个受到磁场 $\vec{H}$ 作用的体系， $\vec{H}$ 平行于层面是恰当的。而当磁场 $\vec{H}$ 垂直各层再用相衬显微镜观察这种“三明治”是非常有趣的。当 $\vec{H}$ 很小时，什么也看不见，但当 $\vec{H}$ 超过某一很弱的临界值 $\vec{H}_c$ ，视场中就出现了花朵形状的图案^[12]。我们对这一过程的理解分为两步：(a) 稍高于临界值时，表现为化学性质起伏不稳定；(b) 后来，焦点圆锥曲线出现，原来的起伏被叠加在它的上面，并且还带有一些极小的圆锥曲线，（这将充满整个空间）。这种“棍棒三明治”最终在相当弱的磁场（30 高斯）就能观察到。

我们再来探讨另一种新玩意“贾纳斯 (Janns) 晶粒”。它是 C·卡萨格兰德 (C. Casagrande) 和 M·韦西埃 (M. Veyssié) 最早制得的。天神贾纳斯有两副面孔，同样晶粒也有两面性：一面是极性的，另一面是非极性的。也许，它们与表面活性剂有某种相似之处，然而，如果我们考察它们所能形成的膜的话，比如说在水—空气界面，我们就会发现有趣的差异，常见的表面活性剂的致密膜的渗透性不好，但贾纳斯晶粒所形成的膜总会在晶粒间留有空隙，这使膜的两面可发生化学交换，就像“皮肤能呼吸”，这可能具有实际应用的意义。

最早制备贾纳斯晶粒的技术是在球形微粒上将塑料和硅橡胶半包埋在易于靠近的那一面上^[13]。这种方法只能得到微量的产品，戈尔德施密特 (Goldschmidt) 研究所的一个小组发明了一种更灵巧的方法^[14]。首先收集中空的玻璃颗粒，这在经济上是划算的。将外表面疏水化，然后将颗粒粉碎，最终得到一边亲水，另一边疏水的片状粉末，尽管不合常理，但却能够成批生产。