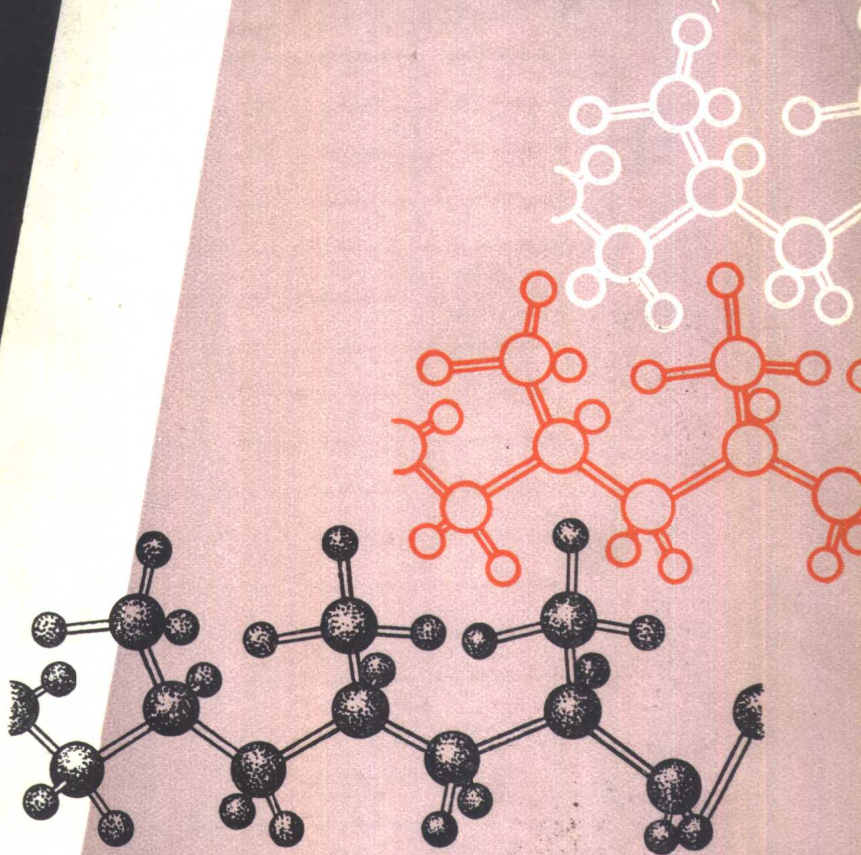




谈谈高分子



57
72
I RAN KEXUE XIAO CONG SHU

一九八三年一月廿四日

自然科学小丛书

北京出版社

自然科学小丛书

谈谈高分子

田 凤 岐

北 京 出 版 社

038779

自然科学小丛书
谈谈高分子
田凤岐

*

北京出版社出版
(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 3.5印张 53,000字

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

印数 1—9,800

书号: 13071·139 定价: 0.26元

编辑说明

《自然科学小丛书》是综合性科学普及读物，包括数学、物理、化学、天文、地学、生物、航空和无线电电子等学科。主要介绍这些学科的基础知识，以及现代科学技术成就。编写上力求深入浅出，通俗易懂，使它具有思想性、知识性和趣味性，可以作为中学的课外辅导读物，并适合具有初中文化水平的广大读者阅读。

《自然科学小丛书》部分书目

数学分科

谈勾股定理

三角形内角和等于 180° 吗?

物理分科

常见的圆周运动

原子核反应堆

超导体

能量的转化与守恒

奇妙的激光

牛顿定律古今谈

陀螺的妙用

波呢,还是粒子?

化学分科

元素周期律

人造元素

放射性同位素的应用

酸和碱

稀土元素

溶液世界

原子结构

过渡元素

天文分科

银河系

太阳系

时间和历法

恒星世界

行星新探

高能天体的奥秘

地质分科

岩溶(喀斯特)

地震

磁和地磁

航海

沧海桑田话北京

海洋与人类

生物分科

化石

生物的进化

仿生学漫话

遗传与遗传工程

神奇的生物膜

生命的钥匙

航空分科

飞机为什么会飞

人造地球卫星

航空

无线电电子分科

电视

彩色电视

电子模拟计算机

电子数字计算机

有线广播

录音

激光通信

目 录

- 一 丰富多采的高分子…………… (1)
- 二 天然高分子——人类认识高分子
的开始…………… (7)
 - 碳水化合物并不含水(7) 碘水显色之谜
(9) 淀粉的孪生兄弟(15)
- 三 合成高分子——性能优良的新物质…………… (21)
 - 优越的性能(22) 由小变大——加聚反应
(25) 加聚的秘密——游离基(29) 失水
变大——缩聚反应(36) 更上一层楼——
定向聚合(38) 巧夺天工——共聚和接枝
(42) 主角和配角(45)
- 四 功能高分子——性能特殊的物质…………… (53)
 - 硬水软化的能手(53) 医用功能高分子
(61) 高分子药物(63) 光致变色高分子
(64)
- 五 生物高分子——探索生命的奥秘…………… (67)
 - 生命现象的基础物质——蛋白质(67) 生物

催化剂——酶(70) 蛋白质的结构(76)
什么是核酸(84) 奇异的遗传物质(94)
遗传密码的破译(99) 按蓝图施工——合
成蛋白质(105)

一 丰富多采的高分子

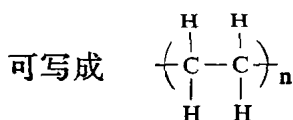
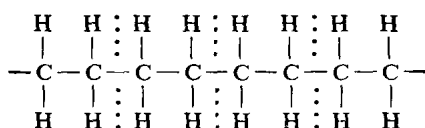
环顾周围世界，你被高分子所包围着，穿的衣服，不外是棉、麻、丝、毛、锦纶、的确良等纤维；吃的食物，米、面、豆、肉、蛋类都含淀粉、蛋白质；交通工具用的轮胎等橡胶制品，家庭用的电器开关和灯口等塑料制品，这些都是高分子物质。高分子世界真是丰富多采。

为什么把这些物质叫做高分子呢？这是因为它们的分子量特别大。分子量就是物质一分子的质量，正象一个人的质量叫“体重”一样，分子量就是分子的“体重”。

分子是由原子组成的。常见的化合物都是由几个、十几个或几十个原子组成，它们的分子量多是十几、几十，达到的几百的并不算多，上千的就更少了。水分子(H_2O)由两个氢原子和一个氧原子所组成，它的分子量是 18。二氧化碳(CO_2)的分子量是 44，烧碱(NaOH)的分子量是 40。这些分子量小的化合物，人

们叫它“小分子”或“低分子”。分子量大于1万的才属于高分子或大分子。高分子化合物的分子是由几千、几万、几十万个原子所组成，它的分子量多是几万、几十万或更大，例如核酸的分子量是按亿来计算的。

高分子化合物在结构上有个特点，都是由简单的结构单元以重复的方式连接的。如应用很广的聚氯乙烯，是由碳、氢、氯三种元素的一万多个原子所组成，结构为：



这是由多个结构单元： $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 重复连接的。

这种结构单元叫链节，链节是由小分子组成，组成链节的小分子叫高分子的单体。聚氯乙烯的链节是由小分子——氯乙烯(结构式为 $\text{CH}_2=\text{CH}$)组成的，氯乙

$$\begin{array}{c} | \\ \text{Cl} \end{array}$$

烯是聚氯乙烯的单体。打个比方，一条长长的铁链相

当于高分子的一个分子，组成铁链的小铁圈相当于高分子的链节，许多小铁圈互相套接起来成为铁链，许多链节接起来就是高分子的一个分子。高分子比起小分子来要大得多。正如人类中有巨人和侏儒一样，高分子是化合物中的“巨人”，小分子是化合物中的“侏儒”。

高分子化合物中链节的数目，即分子式中的 n ，叫做“聚合度”。锦纶的结构式为 $(\text{NH CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CO})_n$ ，式中 n 为 $130 \sim 200$ ，就是说锦纶的分子是由 $130 \sim 200$ 个 $\text{—NH CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CO—}$ 链节连接组成的；淀粉的分子式是 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ， n 约为 $200 \sim 300$ ，淀粉分子是由 $200 \sim 300$ 个 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ 链节相连接而成的。

高分子化合物的分子结构有多种类型。一种是如上面所说，由许多链节组成的长链，正象许多铁圈一个接一个地套起来形成一条长铁链一样，这样结构的高分子叫线型高

分子(图1)。线型高分子链的长度是非常惊人的。究竟有多长呢，它的长度不是用 1 分子有几尺或几米长，而是用高分子的一分子的长度和分子的直径之比来表示。一个聚异丁烯橡胶分子的平均

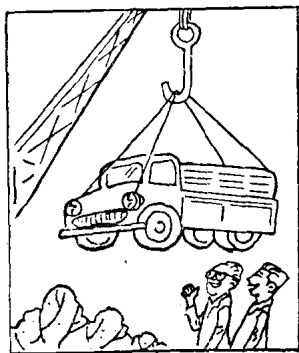




图 1 线型高分子

直径约为 0.0000005 毫米，平均长度为 0.025 毫米，长度是直径的五万倍。在日常生活中，我们很少见到物体的长度和直径有这么大的倍数。由于高分子结构上的这个特点，才使高分子具有一定的机械强度。有些高分子的强度超过钢铁，高达 10000 公斤/平方厘米，一般钢铁的强度约 6000 公斤/平方厘米。而小分子化合物几乎没有强度。这是因为一般小分子的长度和它的直径的比值很小，呈球形或椭圆形。这些球堆集在一起，接触点又很少，作用力甚微。因此，小分子化合物，如我们吃的蔗糖、食盐等，几乎没有强度，不能用来做建筑材料。高分子就不同了，由于分子很长，分子间接触点很多，相互作用力就很大；

又因为分子是在不停的运动着，在运动中分子必然要相互碰撞，因此不可能是一根根的直线，而是蜷曲的，许多分子纠缠在一起，就会表现出较高的机械强度。例如，一根手指粗的锦纶绳，可以吊起一辆满载货物的解放牌汽车。



尼龙绳吊汽车图

高分子结构的另一种类型,是在线型的分子链上,生长了许多枝杈,叫做支链型高分子。聚苯乙烯树脂就是支链型高分子(图 2)。

线型或支链型高分子不仅能溶于适当溶剂,在加热时能变软,塑造成一定形状;冷却后又能变成固体,再加热还能熔化。这种性质叫做热塑性。

在线型高分子链上,若有能起反应的基团时,当跟别的单体或别的物质起化学反应后,分子链间的化学键(或一些短链)会把它们联接起来,这种联接叫做交联。这样的结构象渔网,叫做网状高分子;其结构

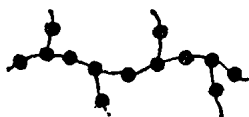


图 2 支链型高分子

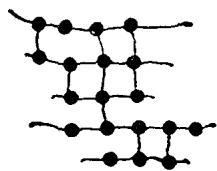


图 3 网状高分子化合物

不只是一张网,网与网间又相互交联,形成立体结构,所以又叫体型高分子(图 3)。这是高分子结构的又一种类型。

体型高分子和线型高分子不同,溶剂不能溶解它,一经热加工成型后,再受热就不能熔化。这种性质叫做热固性。

另外，高分子化合物都有很好的绝缘性，这是因为它的化学键是共价键，不能发生电离，没有传递电子的本领。高分子化合物的分子细长而蜷曲，热和声不易引起它振动，可以用来制做保暖和隔音的材料。

高分子不仅在物理性质上具有优异的性质，许多高分子化合物也具有耐腐蚀和抗辐射的能力，对化学试剂有较高的稳定性，可以用来做建筑材料。这是因为高分子的链不仅蜷曲，并且纠缠在一起，使分子链上的基团被包在里边，好象掩藏起来一样，试剂只能和露在外表的基团起反应，因此具有抗腐蚀性。

二 天然高分子——人类认识 高分子的开始

存在于自然界而无需人工制造的高分子化合物，叫做天然高分子，主要有碳水化合物、蛋白质和核酸。这里先介绍碳水化合物，人类利用和认识高分子就是由它开始的。

碳水化合物并不含水

我们吃的葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉，穿的棉布、麻布，用的纸张，都属于碳水化合物。这些物质里果然含水吗？没有。那么，为什么把它们叫做碳水化合物呢？这是因为，这一类化合物都是由碳、氢、氧三种元素组成，分子式中氢元素和氧元素的原子个数比为2:1，正好与水分子 H_2O 里氢、氧原子的个数比相同。例如，葡萄糖的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，氢氧原子的个数比是 $\text{H}:\text{O} = 12:6 = 2:1$ 。蔗糖的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，淀粉分子式为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ，氢氧原子个数

比也都是 2:1。又因为这类化合物除氢氧两种元素外，还有碳元素，因此法国人开始把这类物叫做碳水化合物，并用 $C_m(H_2O)_n$ 这样的通式来表示，如葡萄糖的分子式写成 $C_6(H_2O)_6$ ，蔗糖写成 $C_{12}(H_2O)_{11}$ 。但是后来发现有些化合物，从它的化学结构和化学性质上讲，跟葡萄糖是相似的，可是它们的组成并不能用上述这个通式来表示。鼠李糖就是跟葡萄糖属于同一类的物质，分子式是 $C_6H_{12}O_5$ ，分子里氢氧元素的原子个数比并不是 2:1。相反，某些符合 $C_m(H_2O)_n$ 通式的化合物，如醋酸，分子式为 $C_2H_4O_2$ ，可是它和葡萄糖却不是同一类物质，而属于羧酸，不是碳水化合物。

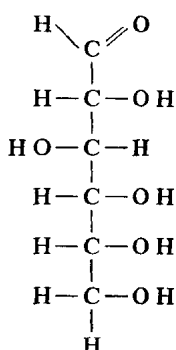
可见，不应当把葡萄糖、蔗糖、淀粉等叫做碳水化合物。那么，为什么现在还沿用碳水化合物这个名称呢？理由也很简单，在科学上往往有这样的情况，如“有机化合物”这个名称，当初是指从动植物里提取出的一类化合物，也就是说，只能从有生机的物体里才能制造的一类物质。可是有机化合物都早已能用无机物来制造了。而有机化合物这个名称沿用已久，约定俗成，我们只要指出它的不科学地方，还可以继续使用它，并不妨碍科学的发展。

碘水显色之谜

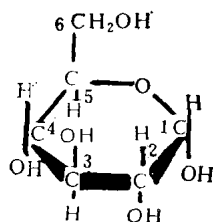
在初中化学课本内，有这样一个实验：在试管里注入少量淀粉浆，再滴入几滴碘水，立即会有特殊的蓝色产生。这是因为碘遇淀粉会变蓝色。利用碘的这个特性，可以鉴定碘的存在。我们知道，面粉、粉条、土豆里都含淀粉。若把面粉、粉条、土豆丝放入水中，分别滴入碘水，结果出现的却不是蓝色，而是紫色，这是什么道理呢？要说清这个问题，必须弄清淀粉的结构。

淀粉是由许多葡萄糖分子形成的高分子，分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。那么，葡萄糖的结构又是怎样的呢？

从19世纪开始，经过许多化学家几十年的苦心钻研，才弄清葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$ ，有直链和环状两种结构。直链结构象一条链子。环状结构为一个六员环，是由5个碳原子和一个氧原子组成，其他氢原子和羟基（—OH）按一定顺序排列在环的上面和下面。葡萄糖的直链和环状立体结构如下：

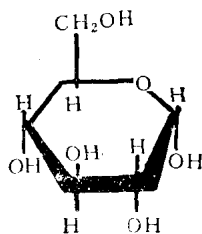


葡萄糖直链结构

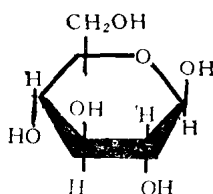


葡萄糖环状结构

在环状结构中，1、2、3、4、5号碳原子和氧原子组成环，成一个平面，粗线表示接近我们的侧面，细线表示远离我们的侧面，在环平面的上方有三个氢原子、一个羟基和一个 CH_2OH 基团；其他氢原子和羟基在环的下方。后来发现，葡萄糖分子的1号碳原子上的氢原子和羟基有两种不同的排列：一种是1号碳原子上的羟基在环的下面，氢原子在环的上面；另一种与此相反，羟基在环的上面，氢原子在环的下面。前者叫做 α -葡萄糖，后者叫做 β -葡萄糖。



α -葡萄糖



β -葡萄糖