



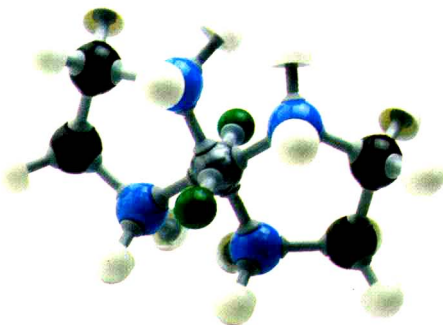
中华学生科普文库

12

XUESHENG KEPU WENKU



物质结构漫话



中国物资出版社

中华学生科普文库（12）

物质结构漫话

主编 刘以林

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物质结构漫话/刘以林主编. —北京: 中国物资出版社, 2005. 5

(中华学生科普文库)

ISBN 7-5047-2356-8

I. 物... II. 刘... III. 物质结构—青少年读物
IV. 0552. 5-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 040535 号

责任编辑 黄 华

责任印制 方鹏远

责任校对 王云龙

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.clph.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街 25 号

电话: (010) 68589540 邮政编码: 100834

全国新华书店经销

保定市恒艺印务公司

开本: 787×1092mm 1/32 印张: 425 字数: 3950 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-5047-2356-8/Z · 0148

定价: 945.00 元 (全 90 册)

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

《中华学生科普文库》编委会

- 主编** 刘以林 北京组稿中心总编辑
- 编委** 张 平 中国人民解放军总医院医学博士
- 袁曙宏 北京大学法学博士
- 冯晓林 北京师范大学教育史学博士
- 毕 诚 中央教育科学研究所生物化学博士
- 陶东风 北京师范大学文学博士
- 胡世凯 哈佛大学法学院博士后
- 杨 易 北京大学数学博士
- 祁述裕 北京大学文学博士
- 张同道 北京师范大学艺术美学博士
- 周泽汪 中国人民大学经济学博士
- 章启群 北京大学哲学博士

总 序

世界从蒙昧到明丽，科学的光辉几乎没终止过任何瞬间，一切模糊而不可能的场景，都极可能在科学的轻轻一点之下变得顺从、有序、飘逸而稳定。风送来精确和愉悦的气息，一个与智慧和灵感际遇的成果很可能转眼之间就以质感的方式来到人间。它在现实中矗立着，标明今天对于昨天的胜利；或者它宣布，一个科学的伟人已徐徐到来或已骤然显现了。

在人类的黎明，或我们的知识所能知道的过去的那些日子，我们确实可以看到科学在广博而漫长的区域所经历的艰难与失败，但科学更以改变一切的举足轻重的力量推动了历史，卓然无匹地建立了一座座一望无际的光辉丰碑。信心、激情、热望与无限的快乐是这些丰碑中任何一座丰碑都可以暗示给我们的生活指向，使人们笃信勤奋、刻苦、热爱生活、深思高举是我们每个人所应该做的；与此同时，我们更加深刻地看到了科学本身的深深

的魅力，人文的或自然的，科学家的或某个具体事物的，如一面垂天可鉴的镜子，我们因为要前进和向上，就无可回避地要站在它的面前梳理自己的理性和情感，并在它映照的深邃蕴含里汲取智慧与力量，从而使我们的创造性更加有所依凭，更加因为积累的丰厚而显得强劲可靠。伟大的、人所共知的科学家牛顿曾经说过一句人所共知的话，他的一切成就都有是因为“站在巨人的肩膀上”的缘故，这是一个伟大心灵的谦逊，但更是一道人生智慧的风景，是牛顿在告诉我们，科学领域所既有的东西，我们应该知道的一切，那就是“巨人的肩膀”，我们要“知道应该站上去”。为此，我们编委会和全体作者几十人，就自己的视野所能达到的、本世纪前有关科学的所有的一切，竭尽全能编撰了这套《中华学生科普文库》，期望学生的阅读世界能因此更多地渗入科学智慧的内容，也期望老师们能够关注这些科学本身所具有的普遍而非常的事物。

科学的魅力来源于它对人类发展根本上的推动，它的光荣是永远的。

刘以林

目 录

物质构成之谜

- 一个古老而又年轻的话题…………… (1)
- 道尔顿的解释…………… (2)
- “半个原子”的冲击…………… (4)

原子世界

- 原子可以再分吗…………… (7)
- 同位素及其应用…………… (8)
- 原子结构模型…………… (12)
- 核外电子运动状态——电子云…………… (16)
- 核外电子是怎样排布的…………… (19)
- 原子结构与门捷列夫…………… (21)
- 元素周期表…………… (24)

形形色色的分子结构

- 化学键与分子…………… (29)

六瓣雪花与氢键	(36)
相似者相溶——分子的极性	(39)
从碳有四只“手”谈原子轨道 杂化	(43)
氧分子有几个键	(46)
咬着自己尾巴的蛇——苯分子	(51)
分子的孪生兄弟	(54)
配价键——生物体中的配合物	(60)
氢与硼的奇异结合	(67)

晶体结构

晶体是什么样的	(72)
点阵结构	(76)
灿烂的离子晶体	(79)
无所畏惧的金刚石——原子晶体 ..	(83)
变来变去的分子晶体	(86)
紧密堆积的金属晶体	(91)
复杂又简单的混合型晶体	(96)
离子、原子有多大	(98)
理想晶体与缺陷晶体	(103)

物质结构研究的当代进展

原子的十亿分之一——粒子	(109)
--------------------	-------

四种基本力与粒子的性质	(110)
基本粒子的第三代	(115)
更加标准的模型	(117)
“加工”粒子的高能加速器	(119)
再说物质结构	(123)



物质构成之谜

一个古老而又年轻的话题

世界万物是由什么构成的？它有最小结构吗？如果有，那是什么？

早在周代，我们的祖先就想到这个问题，并且还提出了“五行说”，认为万物是由金、木、水、火、土五种物质原料构成。

《周易》中，古代哲学家又提出一种“太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦”的哲学思想。所谓太极就是指世界的本源；两仪是天地；四象是春、夏、秋、冬四季；八卦是天、地、雷、风、水、火、山、泽。它们衍生了世界万





物。

战国时代，老子又说：“道生一，一生二，二生三，三生万物。”二指的是阴和阳，阴阳统一成为“冲气”，这三者产生了万物。

到汉代，中国的思想家们又提出天地万物是由“元气”组成的这种哲学观。

公元前约 400 年，古希腊大哲学家德谟克利特提出了万物由“原子”构成的思想。这是对物质结构的一种最接近科学的解释。

中国的墨翟也提出了类似原子说的观点。他说：“端，体之无厚，而最前者也。”端就是指物质的起始，把物体分割到“无厚”，便达到最前的质点。意思是说：物体可以两半两半地分下去，如果剖到“无”就不能再剖了。

关于物质可分与否的争论，延续了很长时间。但哲学家们对物质结构的认识，只是靠思辩和猜想，真正对物质构成进行科学的研究和解释，是近二三百年来事。

道尔顿的解释

1787 年，英国的一位中学教师道尔顿开始



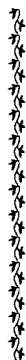
致力于对物质结构的研究。年轻的道尔顿首先开始对大气的物理性质进行研究，从中逐渐形成了他的化学原子论思想。

当时，他继承了古希腊德谟克利特的原子论思想，认为大气中的氧气和氮气之所以能互相扩散并均匀混合，原因在于它们都是由微粒状的原子构成的，不连续而且有空隙，因此，才能相互渗透、扩散。

19世纪初，为了解释元素相互化合的质量关系的各个规律，道尔顿把他的原子论思想引进化学。他认为物质都是由原子组成的，不同元素的化合就是不同原子间的结合。

他以碳为例，碳的两种氧化物中碳和氧的质量比分别是 $3:4$ 和 $3:8$ ，和一定质量的碳相化合的氧的质量比恰好是 $1:2$ 。这不正是原子个数比的一种表现吗？这使他确信，物质都是由原子结合而成，不同元素的原子不同，因而相互结合后就会产生出不同的物质。

为了充分证明自己的观点，精确地区分出不同元素的原子，他认为关键是区分出不同原子的相对质量，即原子量。于是他又着手进行测定原子量工作。





他把氢的原子量定为 1，并假定了元素化合时需要的不同原子数目。依据一定的定律所提供的的数据，初步测出了氢、氧、氮、硫、碳等元素的原子量，这为他的原子论提供了依据。

道尔顿原子论的主要内容有三点。

1. 一切物质都是由不可见的、不可再分割的原子组成。原子不能自生自灭。

2. 同种类的原子在质量、形状和性质上都完全相同，不同种类的原子则不同。

3. 每一种物质都是由它自己的原子组成的。单质是由简单原子组成的，化合物是由复杂原子组成的，而复杂原子又是由为数不多的简单原子所组成。复杂原子的质量等于组成它的简单原子的质量的总和。

道尔顿原子论的建立，标志着人类对物质结构的认识大大进了一步。它为以后的物理、化学和生物学的发展奠定了理论基础。

“半个原子”的冲击

道尔顿的原子论在化学上虽然有很大的贡



献，但随着化学实验工作的不断发展，也暴露出它不完善的一面。

法国一位名叫盖·吕萨克的化学家，在19世纪初，开始了对气体反应体积的研究。他做了各种不同气体反应的实验，最后发现，参加反应的气体和反应后产生的气体的体积都有简单整数比的关系。

例如，一体积氯气和一体积氢气化合生成两体积氯化氢。如图：



盖·吕萨克想用刚刚诞生的道尔顿的原子论来解释，但他得出这样一个结论：“同温同压下的各种气体，相同体积内含有相同的原子数。”也就是说，还存在着半个原子。

这是个不能被人们接受的理论，但它却存在着。

1811年，意大利化学家阿佛加德罗为了解决“半个原子”的矛盾，在盖·吕萨克定律的基础上引入了分子的概念。

他认为，原子虽然是构成物质的最小微粒，但它并不能独立存在。原子只有相互结合在一起形成





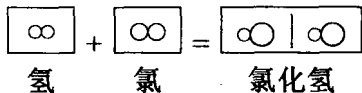
一个新的微粒即分子以后，才可能独立存在。如果是同种原子相结合，形成的是单质的分子，如果是不同种原子相结合，形成化合物的分子。

阿佛加德罗强调，决不当把单质分子和简单原子混为一谈。

为了解释气体反应体积简比定律，他还提出了著名的阿佛加德罗学说：同温同压下，同体积气体含有相同分子数。

用阿佛加德罗的学说来理解前面的例子就不难了。一体积氢气和一体积氯气反应生成两体积氯化氢，实际上就相当于一个氢分子和一个氯分子生成两个氯化氢分子。

那么，每个氯化氢分子至少含有一个氯原子和一个氢原子，未反应的氢分子和氯分子中必定含有两个原子。如果是这样，在化合时每个氢分子和氯分子首先各分解为两个原子，然后互相化合生成两个氯化氢分子。图示如下：



阿佛加德罗的原子分子论的建立，阐明了原子、分子间的联系和差别，使人们在认识物质的深度上产生了一个飞跃。



原子世界

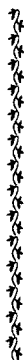
原子可以再分吗

19 世纪末，原子不可再分论，使人们对物质结构的认识又进入一个新的阶段。

1897 年，英国物理学家汤姆逊发现了电子，紧接着，他提出这样的观点：原子是由带正电的连续体和在其内部运动的负电子构成。

1911 年，英国卢塞福利用射线证明：汤姆逊所说的原子中带正电的连续体实际上是一个非常小的核，即原子核。

后来，科学家们又发现原子核是由质子和中子构成的。质子带一个单位正电荷，中子则呈中性，原子核的电荷数是由质子数决定的。核外的





带负电的电子数目与核中质子数目相等，所以，原子呈中性。

当我们按核电荷数由小到大给化学元素编号时，这个序号就叫做元素的原子序数。通常用字母“Z”表示。

由此可知，元素实际上是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称。它们之间的关系是：

原子序数（Z）= 核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数。

一般来说，同种元素的原子的质子数是相同的，但是，它们的中子数不一定相同。举一个例子来说，氢元素的原子都含有1个质子，但有的氢原子不含中子（ ^1_1H ），有的含有1个中子（ ^2_1H ），还有的含有两个中子（ ^3_1H ）。人们把原子中具有相同质子数和不同中子数的同一种元素的原子互称同位素。

同位素及其应用

我们知道，氢原子的核电荷数为1，就是说