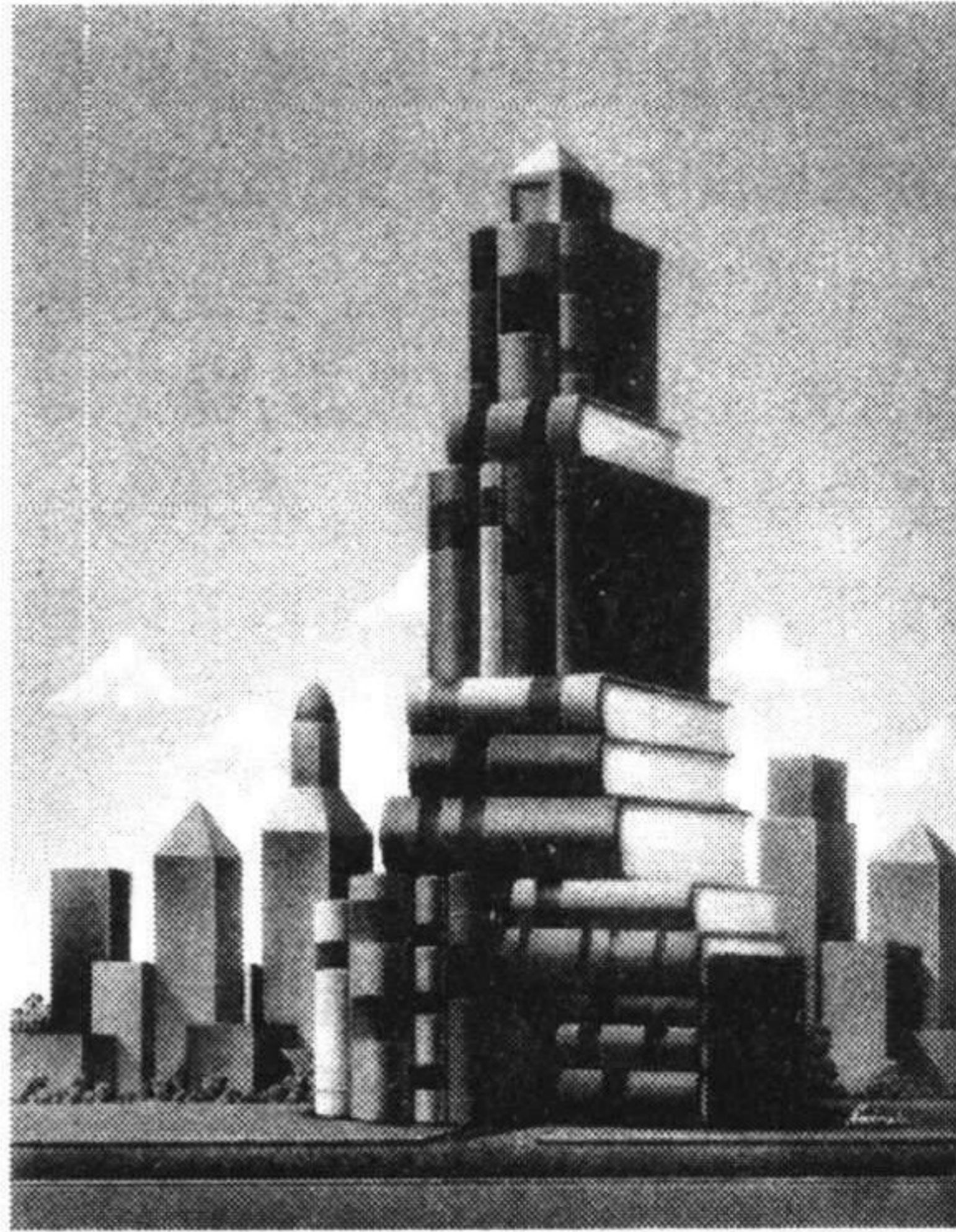


科学读本

造福人类

刘文雨 李小兵 著



中国人事出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

造福人类 / 刘文雨, 李小兵著, -北京: 中国人事出版社, 1999.12

ISBN 7-80139-447-X

- . 造 ...
- . 刘 ... 李 ...
- . 科学技术 - 成就 - 普及读物
- . N49

中国版本图书馆CIP数据核字 (1999) 第57532号

中国人事出版社出版发行

(100101 北京市朝阳区育慧里5号)

北京新华印刷厂印刷

1999年12月第一版 1999年12月第一次印刷

787 × 1092 1/32 印张: 10

字数: 221千 印数: 1-2500册

定价: 14.00元

后 记

自然科学是人类智慧的结晶，只有科学大师们在自己擅长的领域才能做出辉煌的业绩。但是科学的成果关乎到我们每一个人的工作、学习和生活，甚至直接关系到我们的生存。科学融入人类生活的方方面面，推动人类文明的发展与变革，造福人类。

然而，我们绝大多数人并不是科学家，虽然享受着科学的进步与发展，对于科学知识所知不多，与现代人的要求尚有距离；有些人仍然对科学知识知之甚少。其实，我们的知识界、文化界和社会科学界的许多知识分子，对于科普知识包括科学史知识的了解，也是很不够的。我们的这本书就是想针对这种情况，做一点实事。书中对于科学成果和科学家的介绍，程度介于专业知识和科普读物之间，适于文科类工作者和非专业科学爱好者阅读参考。由于我们水平有限，对于书中的错误和不妥之处，请各位不吝赐教。

本书上编由刘文雨撰写，下编由李小兵撰写。

目 录

序 言

上编：科学向生命自身的探索：从分子、化学到生命的奥秘

第一章	奇妙的化学结构	(1)
第二章	生命历史的里程碑	(10)
第三章	致病的因子	(24)
第四章	构筑生命的防线	(62)
第五章	最幸运的发现	(90)
第六章	生命的基因	(113)
第七章	生命的守护神	(127)

下编：科学家向外部世界的探索：从微观世界到宇宙
和地球

第八章	科学家的追求	(143)
第九章	把世界变小的方程式	(175)
第十章	震撼科学与社会的发现	(193)
第十一章	光的本质	(216)
第十二章	光速时空	(243)
第十三章	宇宙大爆炸	(277)
第十四章	世界版图的真正主宰者	(295)
参考书目		(308)

第一章 奇妙的化学结构

晶体学的研究向着化学方面的渗透，产生了晶体化学这门学科。这门年轻的学科起步时，主要是从观察晶体的多面体的外形来联系晶体的组成和结构。但这种联系也曾对化学的发展做出了巨大的贡献。经过一个多世纪的进展，晶体化学成为材料学研究的基础。因为很多材料只存在于晶态之中，另外分子立体结构知识的主要来源是晶体结构，所以晶体化学现在已经成为结构化学信息的主要源泉。

晶体内部所含原子、粒子、分子具有三维周期性的规则排列的物质，它以这个特殊的结构特征与非晶态固体、液体、气体相区别。不同物质的晶体内，原子、分子的排列方式是丰富多样、各不相同的。晶态使物质存在的一种基本形式。晶体所具有的规则排列这个特点，物质在静态下进行研究具有非常有利的条件，人们通过晶态研究来获得微观立体结构信息，已经成为极其重要的研究手段。

1991年全球科学界最权威的《科学》杂志，公布了“分子年”年度奖项得主。这个奖项是颁发给过去一年最杰出的科学研究的成果。这年的得主是碳六十分子，在发现这特别、奇妙分子的背后，有一段有趣且令人惊喜的故事，它完美地展现了科学发明的过程，表明即使是最根深蒂固的观念，也会因为意想不到的新发现而改头换面。

纯碳形态的碳六十分子的发现以前，自然存在的晶态碳一直被认为只有两种：钻石及石墨；至于非晶形态的碳则有煤。1985年，碳六十被发现时，出乎很多科学家的意料，令他们吃惊的是竟然有第三种晶态碳存在！之后，和碳六十有关的其他分子也被陆续发现，这些分子都属于一种称为“碳六十族”的分子。

对许多化学家来说，碳六十族比起钻石和石墨有趣多了，其前所未见的物理及化学性质，将可制造出上百种，甚至上千种的新物质，其中包括新合成聚合体、工业润滑剂、超导体、分子电脑及各类新药物。

碳六十的发现，可追溯到德国化学家弗利德里希·科古勒（Friedrich Kekule, 1829 ~ 1896）在1865年提出的环形苯结构理论。当时的化学家对苯中所含的碳、氢数目（各六个）很清楚，但却对其排列方式一无所知。早在1825年，法拉第首先发现了苯，之后德国化学家约翰·罗施密特（Johann Loschmidt, 1821 ~ 1895）提出苯分子为圆柱形之说，但最后还是由科古勒提出了苯的正确结构——环形。在发表之前，科古勒一直梦到，一串六个碳原子变成一条蛇，而这条蛇咬住尾巴形成一环形。不久之后，科古勒就提出苯的环形结构理论，开启了化学一崭新领域（芳香族化学），并导引出今日的许多合成物质，包括染料及药物。如果把科古勒的发现，视为环形化合物的开始，那碳六十就可说是球形化学结构体的先锋了。

碳六十族的研究，起源于对太空的研究。这些发现碳六十的科学家原本是对星体周围的星尘感兴趣。许多科学家都预测碳六十族将带来非常多好处，他们有充分的理由这么认为，因为碳六十的发现就是一个绝佳的例子；且它的发现显示出了对

宇宙中星体的研究，也可以对医学及工业产生极大的贡献。

为了进一步了解碳六十的发现，让我们先来看看碳的两种晶体结构——钻石及石墨。

钻石、石墨及碳星

早在几千年前，就有钻石的开采，甚至在史前时代就已知它的存在。虽然和煤炭一样，两者基本上都是由碳元素组成，但毋庸置疑地，钻石要耀眼夺目多了，而且一直都是女人的至爱。它也是已知物质中最坚硬的，这使它不仅是珠宝中的最佳主角，也成为工业切割工具、研磨介质中不可或缺的有力帮手。而我们熟悉的铅笔的铅——石墨，虽然组成物质和钻石一样，但在外形及性质上却大相径庭：石墨颜色深但质地柔软，它易剥落的特性，使削铅笔轻松省事许多。在工业机械、电子及太空工业上，石墨也派得上用场，它被用来作润滑剂及导电体。

为何同为纯碳构成的钻石及石墨，会有如此大的差别？主要是由于两者分子结构中，碳原子的排列方式不同所致。钻石中的每个碳原子，有四个强有力的化学键，连接着四个碳原子，形成一四面体。而这四个被连结的碳原子，每个原子又以相同的方式，通过四个化学键连接到另外四个原子上，不断地延续下去，形成一相互连结的巨大碳原子晶格，稳固不变。这种原子排列使得碳原子紧密连结，不易打破、变形，而使得钻石十分坚硬。

至于石墨的结构则截然不同。每个碳原子只连接三个碳，产生了一层层六角环形的碳结构。石墨中的六角环形碳结构，层层相叠，尽管每一层的结构紧密，但层与层之间的连结却十分微弱，容易分开，就因为这种特性，石墨容易剥落。石墨有良好的导电性，钻石则不然，因为电子很容易在石墨的碳层中自由移动，但钻石中的碳电子，则已被用来形成原子间的化学键，无法移动。

1980年代早期，碳只有两种晶体结构为人所知。当时世界上有不少科学家却对太空中的碳感兴趣，特别是在星体周围的物质。1970年代，在布满我们银河系的黑色星尘云中，发现含有碳分子，碳分子中有以短化学链结合的碳原子。有些科学家认为，这些星尘云是由红色巨星，又称碳星产生的。红色巨星则是由扩张后开始冷却的老化星球所形成的，因这些老化星球星光的来源——核能，在逐渐消失中。在夜空中，仍可看见红色巨星，例如，猎户星座中的贝塔尔格斯星（Betelgeuse）就是颗红色巨星。这些红色巨星经常释放出大量灰尘，有理论以为，这些灰尘中包含着类似煤灰的碳粒子。

英国沙色斯（Sussex）大学的亨利·柯杜（Henry Kroto, 1939~）教授和他的研究同事，也对红色巨星释出的碳分子结构十分感兴趣。1970年代，他们已找出星尘中几种含碳分子的结构，并继续在寻找较长的分子。与此同时，美国亚利桑那大学的唐·霍夫曼（Don Huffman, 1935~）及德国海德堡马克斯·普朗克核物理研究室的沃夫根·克拉茨默（Wolfgang Kratschmer, 1937~）教授，亦试着制造与太空中相类似的碳。这两位教授相信，星尘主要的成分就是碳，为了模拟这一状况，他们在真空中将两根石墨棒通上电流，使石墨蒸发，所

产生的气状石墨形成一道黑色烟雾，科学家得以仔细研究一番。

碳六十的发现

1982年，霍夫曼和克拉茨默将紫外线照射在这些模拟的星尘上，借由紫外线被这些碳尘吸收及折射的方式，即可取得这些碳分子特性的资料。他们将所取得的数据与一般在大气中燃烧的煤炭所得的数据作比较，其结果令两人十分惊讶，在气化的石墨煤灰中含有丰富的碳。在紫外线的吸收实验中，这些碳分子的纪录显出十分特别的影像，他们将之称为“驼峰形频谱”，取自影像中的两个突起。尽管他们很想知道这两个高峰的涵义以及其中原因，但他们还是决定过一阵子再看看。

这一等就是5年，等霍夫曼、克拉茨默再回到这个问题上时，造成这两个突起的碳六十已经被别人先发现了，那是由亨利·柯杜与德州休斯顿莱斯大学的鲍伯·柯尔（Bob Curl, 1933~）、理查德·史默利（Richard Smalley, 1943~），以及研究助理们共同联手合作的成果。

柯杜于1984年造访莱斯大学的柯尔及史默利两人，三人决定共同研究太空中的碳分子。他们在莱斯大学实验室，用强力激光产生的摄氏一万度高温来蒸发石墨。柯杜认为，这装置可模拟出红色巨星周围的星尘，就像霍夫曼和克拉茨默的实验一样。他们可利用这些煤灰来分析其分子结构。实验结果发现，碳分子所含的碳原子数由三十至一百不等，有趣的是，其

中有一种碳分子含原子数六十较多，因此被称为碳六十；而另一种碳分子含原子数七十较多，这说明了，蒸发石墨所产生的煤灰中，碳六十与碳七十是特别稳定的分子。但为什么含有六十个碳原子的结构是比较稳定呢？

柯杜、柯尔、史默利和其他人员都十分纳闷，但他们没有就此放弃，因为碳六十一一直在实验中出现，就算是只为了满足好奇心，也得一探究竟。他们开始研究六十个原子要如何排列，才能形成一稳定结构。最后的讨论结果是，石墨中的六角形结构结合成一封闭的架构。后来，柯杜想起蒙特卡罗1967年博览会中的一个展览馆圆顶，全世界有数以千计相同的屋顶设计，博览会中的这个圆顶是由美国建筑师理查·巴克明斯特·富勒（Richard Buckminster Fuller, 1895~1983）设计的，这种圆顶是由六角形及五角形组合而成。柯杜怀疑，也许碳六十的结构，就和这圆顶相同。他以前也曾为小孩做立体星星，那也是由六角形及五角形组合而成的！碳六十中的原子是否也以六角形及五角形连结而成呢？

史默利用纸剪出许多六角形及五角形，再将这些拼凑成一立体圆球，圆球有六十个角，每个角代表着一个碳原子，他一共用了十二个五角形和二十个六角形。史默利一开始并不明白，他所做出的模型是什么，于是，他打电话给学校的数学系，询问他们是否有答案。结果，史默利所得到的答案很简单：他做出的模型和足球完全相同。我们现在所看到的足球，就是由十二个五角形（通常是黑色）及二十个六角形（通常为白色）缝制成的。蒸发石墨中的煤灰所含的碳六十，就是个分子足球！

柯杜等人认为，碳六十应以巴克明斯特·富勒来命名，他

所设计的圆顶给他们带来重大的启发，于是碳六十也被叫作“巴克明斯特·富勒”。

遗憾的是，碳六十含量极少，为了要以实验来确定其足球式的分子结构，必须要取得更多的碳六十才行。此时，霍夫曼和克拉茨默两人推测，“驼峰形频谱”中所出现的两个突起部分，可能是碳六十分子造成的。因为这种频谱也是测量蒸发后的石墨所得。这组研究人员最后成功地提取出大量碳六十，并制成晶体。碳六十在钻石及石墨之后，成为第三种晶体结构的碳。

碳足球在物理界及化学界引起了不小的震撼，全世界各地实验室，都有科学家在研究碳六十及其同族的碳分子。1990年，碳六十的同族在大量被提炼出来后，碳六十的结构即被确定。事实上，我们在学校的化学实验里，就已制造出了碳六十。

在蒸发石墨所产生的煤灰中，还有另一种稳定碳分子，那就是碳七十，它呈蛋形，像是两端拉长的球，或许说像个橄榄球比较容易想像些！和碳六十一一样，碳七十也含有十二个五角形，不过碳七十的六角形则有二十五个。

在用六角形及五角形组成一封闭结构时，有一数学上的限制，那就是必须有十二个五角形才行。不管用多少个六角形，都无法单独组成一封闭结构；而只要有十二个五角形，不管用多少个六角形，都可以形成一个封闭球形。最小的结构是用二个六角形及十二个五角形，形成碳二十四。只要任二个五角形的边不互相相邻，其化学结构都相当稳定；也就是说，只要五角形不互相接触，结构就没问题。严格来说，碳六十是以六角形来分离十二个五角形，所形成的最小封闭结构，所以它十分

特殊。以此类推，下一个稳定结构是碳七十。分子中含有碳原子数目在六十与七十之间的结构，在石墨蒸发实验中，比起碳六十和碳七十就较不显眼，因为其结构中的五角形会相邻，使其不稳定。

碳六十是否存在于红色巨星周围的星尘中仍不确定。但可以确定的是，由于人们对星球的探索，无意中所得到的新知识领域，将为人类带来无穷的好处。柯杜在发现碳六十说：“这项突破是基础科学上的成就，也恰恰说明了，基础科学也能在策略性及应用领域上，完成重要的成果。”

在碳六十发现后，科学家制造出一系列同族的分子，高达五百四十个碳原子的分子亦被侦测出，另外也有不完全封闭结构的分子被制造出，称为“网篮管”，因碳六十的小名叫做“网篮球”。碳分子和其他分子所形成的化合物，更是有趣且有重要用途。举例来说，在碳六十中，放置一金属分子或其他分子，可以在超导体上有全新应用。另外，亦可将化学物质，例如药物，放置在碳六十中，并在碳六十表面造些“门”，在药物需要被释出时，在人体内正确的部位，并且在正确时刻，将门开启。碳六十的发现，不仅揭示了分子的全新形态，更为化学，乃至医学和免疫学开创了崭新的领域。

科学精英传

福利德里希·科古勒 (Friedrich Kekule, 1829 ~ 1896)

德国化学家。1829年9月7日生于达姆施塔特，1896年7月18日卒于波恩。曾入吉森大学学习建筑，后在J·冯·李比希的影响下，改学化学，1852年获博士学位。后去巴黎深

造，结识了热拉尔。1856年在汉德堡大学任讲师。1858年任比利时根特大学化学教授。

在1850~1858年期间，有机化学处在比较混乱的状态。虽然某些化学家已提出一些概念，列出了一些结构式，但多数是不真实的假设。多数化学家不能理解为什么有机化合物中竟能集合那么多碳原子。1857年科古勒提出碳是4价的；1858年进一步提出，碳原子间可以相连成链状的学说。这就开辟了理解脂肪族化合物的途径。1865年科古勒提出了苯的环状结构学说：苯的结构可想像为6个链形碳原子闭合而成，于是打开了芳香族化学的大门。由于科古勒的价键理论被应用到许多其他有机化合物的研究中，19世纪中叶，不仅有机化学在理论上取得了蓬勃的发展，并且还在德国建立起了庞大的有机化学工业，特别是染料及制药工业。

约翰·罗施密特 (Johann Loschmidt, 1821~1895)

化学家。发现大多数芳香族化合物的化学可从苯推出。发现元素有几种价，引用表示双键和三键的图示符号，并部分地解释了许多有机和无机化合物的结构。是分子大小和1摩尔分子数（现称作阿伏伽德罗常数）早期计算者之一。

第二章 生命历史的里程碑

作为最典型的非金属化学元素，氧是地壳中最丰富的、分布最广的元素。氧在大气中占23%，水中占88.8%，人体中占65%。大气中的氧虽然不断地用于动物的呼吸、燃烧及其它氧化过程，但由于植物的光合作用能把二氧化碳转为氧气，就使大气中的氧浓度几乎保持不变。

生物经过亿万年的演化，成为现今纷繁的种类，与大气中氧的存在有关。氧占我们呼吸空气体积的五分之一，没有它，人类无法将食物转变为能量，来供给肌肉活动、成长及其他身体运作所需。氧和氢结合后产生的水，也是地球上生物进化及生存的必需品。氧不管是单独存在或与其他物质结合成另一种产物，它是地壳中含量最丰富的元素，亦是宇宙中仅次于氢、氦、氖，含量第四高的元素。存在大气层上层的氧，由于阳光中紫外线的作用，转变成了臭氧层，因为臭氧会吸收有害的紫外线，故如同一个保护层，使地球上生物免受紫外线之害。对氧气及影响其转换成臭氧速率相关因素的了解，是人类保护臭氧层必须且重要的工作。

物质燃烧（或金属变色）时，物质会与空气中的氧结合。火是人类相当早期的发现，但氧这生命必要元素之一的发现，却只有二百年的历史。氧的发现是一大突破，因为它解释了燃烧作用，是化学研究上的一个转折点，并将化学拓展至生物学

的领域，在现代生物化学的发展上及生命化学的研究上，立下了重要的里程碑。事实上，氧气的历史可说是生命的历史。

值得一提的是，部分参与研究的科学家并没有完全领略发现氧气的重要性，幸好有杰出的法国化学家安东尼·劳伦特·拉瓦锡（Antoine Laurent Lavoisier, 1743 ~ 1794），才能为当时这项实验观察结果作最佳的解释。拉瓦锡在氧气及其他相关方面的化学应用，贡献颇多，被称为“现代化学之父”。

现今大多数人都知道了氧气对生命的重要性。氧气有多方面的广大用途，包括工业上炼钢用；医学上的氧气罩、人工呼吸辅助器、早产儿保温箱等；此外液态氧更被拿来当作火箭的燃料，使人类得以探索地球以外的世界。

氧气的发现也是新理论取代旧理论的绝佳例子。在发现实验结果和现有理论不再符合时，旧理论势必遭到淘汰。这也显示，十八世纪末，科学家找出方法来测量化学反应前后物质重量的变化，是件多么重要的工作。拉瓦锡主要的贡献，在于他能精确地测出化学物质的重量，及在化学反应过程中的改变。然而，他更重要的贡献或许应该说是，氧气的发现及氧对现代化学、医学及技术的意义，这源自科学家的好奇心，及他们对了解大自然的渴望。

燃素及氧气的发现

古代希腊哲学家认为，火对人类的存在，占有重要的地位，特别是亚里士多德（Aristotle, 384 ~ 322 B.C.），他将火

和土地、空气、水并列为构成世界的要素。第五项以太，则被认为是构成星星的物质。燃烧中物体所释出的火焰让人以为，燃烧是某种物质的被释出。在1702年，德国物理学家乔格·恩斯特·施塔尔（Georg Ernst Stahl, 1660~1734）进一步发扬这个观念，发表了“燃素理论”。根据他的理论，燃素（phlogiston在希腊文中是“着火”的意思）存在于所有的可燃物体中，在燃烧时，即被释出至空气中。燃烧性好的物质被认为是含有大量燃素，而不易燃物则是燃素含量低。

燃素理论很有用，因为它能解释很多现象，且对所有燃烧现象都能用一个统一原则——燃素——来囊括。它也能解释，为何燃烧后的物质，重量减轻。例如，木头燃烧后，就变成较轻的木炭或炭灰。然而事实上，有些金属长期在空气中加热，其重量却增加，如果它也释出燃素，那么燃素的重量不就是负值吗？但这矛盾现象对当时多数科学家并不构成困扰；许多人认为，燃素是一个化学概念，就像光或重力，而不是有重量的物质。

燃素理论也无法完全说明，为何燃烧时需要空气？不过，许多科学家对这种说法是，空气是用来吸收及吹散在燃烧时所释出的燃素。

就像其他的科学理论一样，燃素理论在当时相当好用，而一旦新的学说能对实验结果作出更好的说明时，它自然就得被推翻。这只是科学过程中的一部分，许多被淘汰的理论，在科学及人类的发展上，还是有其价值的。有了理论之后，接下来就是推测，然后经由实验证明，之后，新的实验结果才能建立新理论；科学就是如此地往前迈进。理论并非一无用处，但却必须不断地修正、改进，才能为世界勾勒出一幅更清楚的蓝