

青少年科普经典

物质

万物的基本元素

赵勇 主编



拉尔夫·E·莱普 著

MATTER

中国少年儿童出版社

图字 01-1999-2182 号

图书在版编目(CIP)数据

物质 / (美) 莱普 (Lapp, R. E.) 著; 邱明义 黄钦沅译.

— 北京: 中国少年儿童出版社, 1999.9

(青少年科普经典)

ISBN 7-5007-5009-9

I . 物… II . ①莱…②青… III . 物质—基本知识—青少年读物

IV .04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 60309 号

Authorized Chinese language edition

©1975 Time Inc. Revised 1984. Tenth printing 1995.

Original U.S. English language edition

©1981 Time-Life Books Inc. All rights reserved.

Second edition.

©1999 中文简体字专有出版权属中国少年儿童出版社, 违者必究。

物质

【美】莱普著

邱明义 黄钦沅译

中国少年儿童出版社 出版发行

地址: 北京东四 12 条 21 号 邮编: 100708

外文印刷厂印刷 各地新华书店经销

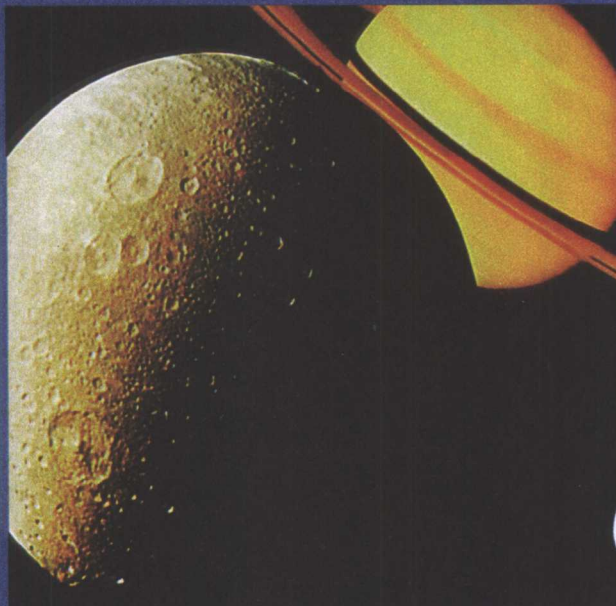
787 × 1092 1/16 13.5 印张 216 千字

1999 年 10 月北京第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

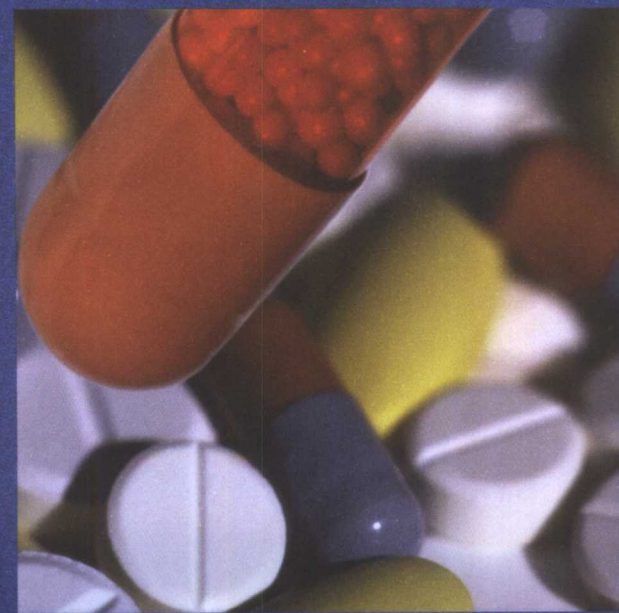
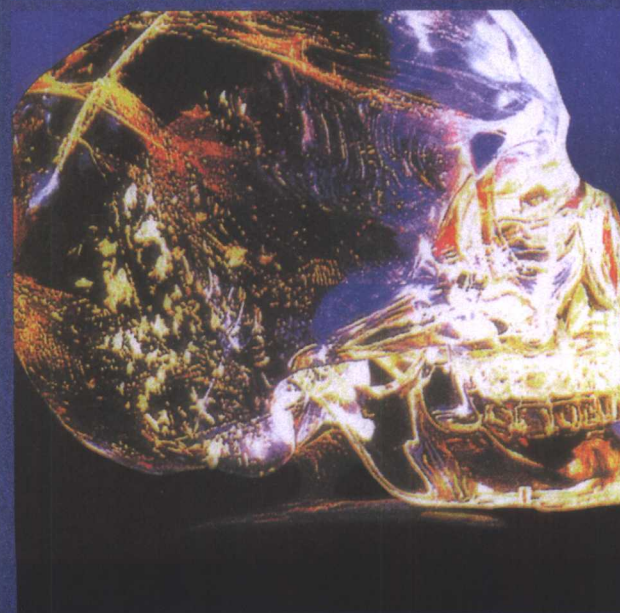
本次印数: 20000 册 定价: 39.80 元

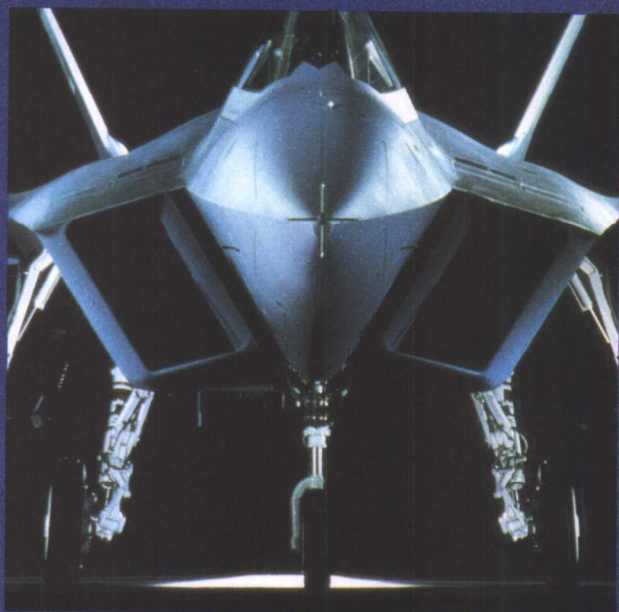
ISBN 7-5007-5009-9/G · 3801

凡有印装问题, 可向本社出版科调换

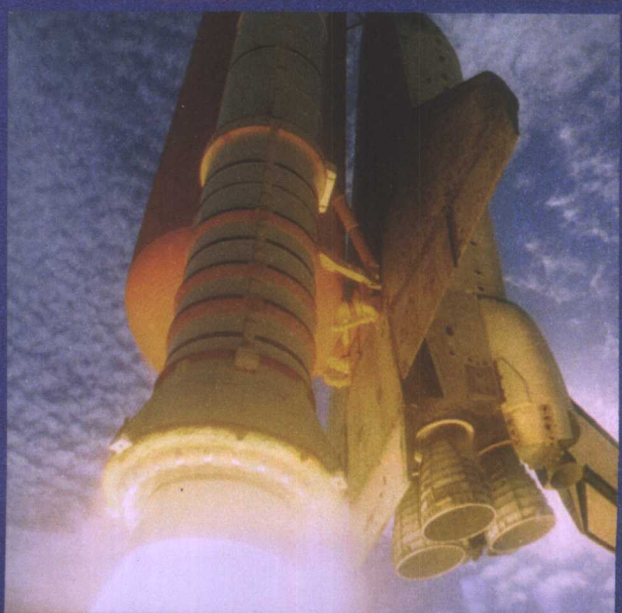


CLASSICS OF POPULAR SCIENCE FOR YOUTH





青 少 年 科 普 经 典



QINGSHAONIANKEPUJINGDIAN

赵勇 主编

青少年科普经典

中国少年儿童出版社

学术顾问

- 潘家铮** 著名科学家
中国工程院副院长
中国科学院院士
中国工程院院士
- 秦馨菱** 著名科学家
中国地震局地球物理研究所研究员
中国科学院院士
- 王绶琯** 著名天文学家
中国科学院北京天文台名誉台长
中国科学院院士

主 编 赵 勇 团中央书记处书记

工作委员会

主任委员 海 飞 李连宁 姜金和
副主任委员 高 洪 彭明哲 徐春华
熊 焰 游 斌

出版总策划 华审万有文化交流中心
责任编辑 肖丽媛

序

言

很多孩子都有这样的经历，在夜空下，望着漫天的繁星或是一轮皎洁的明月，问爸爸妈妈，“它们是什么？”牛郎织女或是嫦娥奔月的故事往往成为爸爸妈妈告诉他的答案。从此，那些美丽的传说故事就会同他对太空的好奇、对灿烂星空的赞叹一起，永远留在幼小的心灵当中。但是，多年以后，宇宙中万事万物的神奇，会向他提出更多的问题：星星是什么？花儿为什么这样红？汽车为什么会跑？巨大的轮船为什么会浮在水面？……美丽的传说故事已不能满足他求知的渴望，只有科学才能给他一个满意的答案。

正如爱因斯坦所说，“在宇宙的秩序和和谐面前，人类不能不在内心里面发出由衷的赞叹，激起无限的好奇”。人类对自然的兴趣和困惑是科学的起源，也是推动它发展的最强劲的动力。在每一个青少年的心中，自然界的一切都有着极大的吸引力；用科学知识向他们揭示自然的奥秘，会在他们心中激发起不断探索自然、了解世界的强烈求知欲望，从而培养起强大的创造力。从这个意义上说，科普读物有着启蒙的巨大作用。

一本好的科普读物不但能够普及科学知识，而且通过对科学原理的阐述普及科学的思维方法，通过对科学发展历史的回顾揭示人们对科学的探索，从而使人们受到科学精神的熏陶，培养人们用科学的态度观察事物、了解事物、分析事物和解决问题的意识和能力。总之，好的科普读物普及的是科学精神、科学知识、科学思想、科学方法、科学能力。

《青少年科普经典》是优秀的科普丛书。它的作者中，有的是多年从事科学研究的科学家，有的是主持政府科研计划的行政人员，有的是长期从事科学报道的作家、记者。他们用明晓流畅的语言来讲述艰深的科学原理，深入浅出，言简意赅，栩栩如生，严肃艰深的科学成功地走入大众视野。这套丛书构架新颖，既涵盖了我们日常生活的方方面面，又涉及了高新技术发展的前沿。

这套深受青少年喜爱并得到西方科学界、读书界肯定的科普丛书，由中国少年儿童出版社斥巨资购得中文简体字版权，组织专家审订，并在中国出版，是非常有意义的。

科学未来发展的希望在于青少年，中国未来发展的希望在于青少年，人类未来发展的希望在于青少年。这是我们在世纪之交向广大青少年推荐这套丛书的目的之所在。

赵勇

1999年9月

在“科教兴国”的浪潮中腾起美丽的浪花

在新世纪即将来临的世纪之交，人们已经一致认识到：21世纪是充满剧烈和无情竞争的世纪，而这种竞争本质上是人才的竞争。因此，党中央关于“科教兴国”的战略方针的决策，其意义是何等重大，其形势又多么迫在眉睫。在这种社会需求下，中国少年儿童出版社引进《青少年科普经典》丛书应该说是一件有实际意义的好事。因为这为提高青少年的科学素质提供了一份好的精神食粮。

这套丛书的内容涵盖了许多现代重要的科学发明和发现，由美国纽约时代公司出版以来，在西方受到科技界、教育界的普遍赞誉，被称之为“青少年必读丛书”，科学不分国界，引进出版这套丛书，相信也会受到我国读者的欢迎。

好的科普读物，对读者特别是青少年的科学精神具有实实在在的作用，它所生发出来的潜移默化的影响是不可估量的。而科普读物要能够在这方面有所作为，首先得引起读者的兴趣。世界著名科普大师米哈伊尔·伊林说过，“枯燥、暗淡的读物是不能吸引人的，没有警句，没有回答，就像是磨光了齿的齿轮，什么也不能啮合，什么也不能带动。”其次，对于科普读物，往往有人把它编成科学小常识或科学小辞典，而极少涉及科学理论本身。虽然，科学精神的培养需要通过书本知识的途径来实现；但是，在通俗的科普知识后面，要有深远的思想背景，这就是科学理想，科学的真善美。一部优秀的科普作品，应是各领域的专家所撰写，用通俗生动的文字向读者讲述艰深的科学道理，同时，作为丛书又是一部较完整的作品，而不是一盘“小杂碎”。中国少年儿童出版社经过认真论证、慎重筛选的《青少年科普经典》基本上满足了上述条件，所以它能焕发出强大的生命力，引起各阶层的重视，并受到读者的欢迎。

我们殷切地期待着“科教兴国”为我们国家带来高速的腾飞，为我们民族带来全面的振兴。愿《青少年科普经典》在“科教兴国”的浪潮中掀起一束美丽的浪花。

潘家铮

1999年9月

《青少年科普经典》丛书

总目录

第一部	人体	(THE BODY)	生命的艺术
第二部	飞行	(FLIGHT)	白云生处的航行
第三部	脑	(THE MIND)	智慧之门
第四部	物质	(MATTER)	万物的基本元素
第五部	轮	(WHEELS)	滚动的世界
第六部	行星	(PLANETS)	地球的邻居
第七部	药	(DRUGS)	生命的守卫者
第八部	船	(SHIPS)	浮动的家园
第九部	太空	(SPACE)	宇宙的奥秘
第十部	时间	(TIME)	无从捉摸的光阴

拉尔夫·E·莱普

与时代—生活丛书编辑合著

时代公司 邱明义 黄钦沅 译

青少年科普经典

MATTER 物质

目 录

1	对物质的无尽的探索	8
	图与文：炼金术对物质含义的探索 16	
2	复杂世界的基本成分	28
	图与文：科学时代不可或缺的阐释者 38	
3	任性、不羁的气体	50
	图与文：超冷范围的古怪行径 60	
4	液体永无休止的波动	72
	图与文：令人眼花缭乱的表面现象 82	
5	固体令人迷惑的一面	98
	图与文：人造物质，特大奖赏 108	
6	绘制原子国土的地图	118
	图与文：雅俗共存的元素集团 126	
7	原子核：物质的奥秘中心	150
	图与文：探测粒子秘密的巨大工具 158	
8	仍在进行的连锁反应的恩惠	168
	图与文：辐射线：打开原子时代的钥匙 180	
9	看见物质微粒的眼睛	192
	图与文：显微镜的历史 198	
	参考书目及致谢 204	
	度量衡制度上不必要的混乱 205	
	索引 208	
	图片来源 216	

1

对物质的 无尽的探索



研究物质，改造世界

几百万年前，一位原始人类先驱者偶然发现一块手一般大小、正好被侵蚀成有锐边的石头。他发现使用这种奇异的工具，不但可以用来削割树枝，而且可以用来战胜敌人。

1962年6月，在一个突破性的实验里，美国物理学家在纽约长岛的布鲁克海文，使用330亿电子伏高能量原子击破同步加速器，将原子粒子射穿42英尺厚的铁甲板，因而发现了两种不同的微中子，这是一种神秘的难以捉摸的粒子，不像我们所熟悉的任何东西。它的穿透力极强，在射穿很厚的铅块时，就好像一颗子弹穿过云层一般。

虽然所处的时代和智力相去甚远，但不论是早期人类使用简单的石器，还是现代人操作精密复杂的原子击破器，都是同样孜孜不倦地努力：从事于探讨物质。所不同的只是目的而已，早期人类只是想如何来使用物质；而文明的后继者则是为了了解物质的本身。

研究物质的结果，使人们知道如何烹煮食物，织布制衣，制造工具，清理荒野，耕地种植，建筑城市，横渡海洋和翱翔太空。研究物质，一方面给予人类在热核战争中自我毁灭的残酷方法；另一方面也使人类希望有一天能使用海水中的重氢能量，来消除最大的灾祸——贫穷。

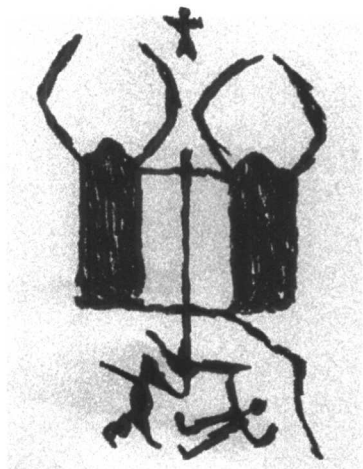
到今天，尽管我们对于物质有所认识，一些根本的神秘性仍然存在。科学家愈是深入探究，所遭遇到的问题也就愈复杂。譬如，科学家现在知道：几乎没有一种东西能算是真正的固体，即使是最坚硬的钻石也不例外；原子本身——物质的核心——大部分是没有任何实质存在的空间；假如每一颗原子都能崩塌聚缩成一个不比其核心即原子核为大的粒子，这些粒子聚在一起，就是庞大如纳尔逊舰队也能塞进比铅笔上的橡皮擦还小的空间。

那么，物质是什么呢？

字典对物质的注释是：“任何占有空间的东西，所有构成外在宇宙的实质……”例如地球、海洋、微风、太阳、星辰……等，每一种人们所能测度的，摸得到的或感觉得到的，都是物质。因此人本身也不例外。物质的英文字matter源自拉丁文的mater，原是“母亲”的意思。物质可以像钢铁一般坚硬，可以像池水一样容易变形，也可以像空气中的氧一样不具形态。物质三态的每一种——固态、液态、气态，都可以在不同的温度下互相转化。但无论在什么状态下，物质都是由相同的基本单位——原子——所构成。

一块石头中的动力

人类自古以来对物质的好奇心得到很可观的报偿。上页一位参加1961年国际青年会议的学生拿在手里检验的那块石头，是一小块铀矿。铀在1789年首次被发现时，只不过是一种灰暗的、无用的金属，但时至今日，它已是主宰战争与和平的原子能的主要来源。



青铜的土用法

这幅画描绘三位农夫在驱使两头拉着犁的长角牧牛，它是雕刻在意大利阿尔卑斯山的一块石头上，也是青铜时代的作品。就是在那段史前时期，人类首先将青铜铸造成犁头之类的器具。这种人类最先发明的合金，是由铜和锡所组成；锡的成分愈多，青铜质地也就愈硬。



天神采矿图

在这幅公元前6世纪的希腊泥碑中，天神和女神们在铜矿内从事劳力工作。汉密斯举着尖锄(右)。安贾垂特装载矿石(中)，而海神波塞冬将一篮矿砂递给一位纤细年轻的天神(左)，在所有人类初期使用的金属当中，铜在新石器时代(约公元前8000年)即以天然纯粹矿石的形态出现。

原子本身的体积小得难以想像的地步。它的直径小于40亿分之一英寸，如果把原子一个接一个的排成一直线，要排成相当于本页的厚度，则需要上百万个原子。原子的中心有一个原子核，它在原子中央的位置，就好比一颗钻石埋藏在一堆棉絮之中。虽然原子核半径约只是原子半径的十万分之一，但它所具有的质量却为整个原子质量的百分之九十九点九。原子核里面有质子和中子，是构成原子的三种粒子中的两种。另一种为电子，位于原子核外面。事实上，原子核与电子的距离，在比例上相当于太阳与地球之间距离的好几倍；就好像行星绕太阳运转一般，电子被一种电性引力所维系住，以飞快的速度无休止地绕核旋转。尽管电子只占有不到整个原子千分之一的质量，几乎可以说它的存在好像是一种原子附属物，但却又像是经过刻意的安排使它成为赋予原子一切基本个性的主宰。

钢琴和铜币本来是血亲

同种元素原子有相同的内部基本构造，任何原子中的质子、电子和中子都和别的原子所含有的相同，不管这个原子是在一架钢琴里还是在一枚铜板里。一种元素的原子和别的元素的原子有所差别，只在于所含质子和电子数目的不同；就是这种数目上的差别形成各种元素——不论在固态、液态或气态都是这样。

尽管人类对物质有不少认识，他们还在不断努力向前发展。单是美国政府每年花在纯粹物理科学研究上的经费，即已超过十亿美元。实质上这是一个探求的旅程——主要靠着物理和化学的导航，驶向那未知的物质领域。这是一项异常艰巨复杂的任务，所以参与这项工作的人已不再只限于一般所谓的物理学家或化学家，还需要分析化学家、放射化学家、核子物理学家、固态物理学家、天文物理学家、晶体学家和等离子体物理学家。这些只不过是分枝繁衍下的专家中的少数几个代表罢了。即使是现在，科学家们的努力已经将我们的生活提升到难以认识的地步。食物的防腐剂、合成纤维制造、火箭、喷气式飞机和核子武器的产生都来自物理学家和化学家对于物质的结构和特性的探讨。电子计算机系统和晶体管收音机源于固体物理学家对于所谓半导体的研究；目前这些人对于微电子学的研究，已经能够把100,000多单位的电子信息储入二十五分之一平方英寸那样大小的一块硅存储芯片里。用不了几年，同样大小的芯片大概就能存储250,000多位。

物质研究的成就如此辉煌，使人确信更进一步的胜利已在望了。科学家们正探讨所谓物质的第四状态——等离子体。这是气态物质被加热至几千度的高温时所呈现的状态。在等离子体状态中，每个粒子无拘无束急剧地漂荡着。如果能迫使像氢一类轻物质的等

离子体粒子压缩结合在一起,它们所蕴藏的巨大能量就能释放出来;倘若能将它们局限于一固定的范围内且加以控制,则这种能源将足以供应地球所需达200亿年之久。除非在接近 $100,000,000^{\circ}\text{C}$ 高温之中,等离子体粒子的控制熔合反应是无法达到有效的熔合速率的(太阳中心的温度只有 $13,900,000^{\circ}\text{C}$,比起来还要冷一点)。要将超热的等离子体局限在用任何材料所制成的容器内是不可能的。不过,尽管有这些难以克服的困难存在,各项进展仍然层出不穷。例如,普林斯顿大学等离子体物理实验室的科学家们,居然能在不到一秒钟的时间以内把等离子体加热到约 $45,000,000^{\circ}\text{C}$ 。还有,研究人员正在发现他们能把等离子体局限在一个适当的状如“非物质”瓶的磁场之中。在美国和苏联,等离子体确曾被局限在磁场之内,虽然时间极为短暂。在物质的另外一个领域中,科学家们正从事晶体的研究工作。所谓晶体是一群构成该物质的原子,依一定形态格式,有规则地排列而成。大多数结晶格式排列都不是十全十美;而毫无缝隙的晶体可能是已知的物质中最坚硬的。一些冶金专家和固体物理学家认为:制成一颗大而全无瑕疵的金属晶体,应和分裂原子一样,同视为科学上伟大的成就。或许目前正朝着这个目标前进。有些收音机和电话系统的短路现象,已发觉是由于在镀镉或锌的过程中,金属表面怪异地长出许多极为纤细、类似毛发般的晶体所引起。同时,这种“晶体须”也在别的金属上发现,而且实验室也能在不同的气压状态下加以培养。为什么有这些奇特的微小晶体成长起来,至今还是个谜。但是它们所具有的潜力使人们有很好的理由小心翼翼地去看研究它们。例如,铁的晶体须的抗张强度每平方英寸高达200万磅;如果能大量制造具有这种性质的铁的话,我们就可以使用更少的材料来建造比今天更为坚固的桥梁和摩天大楼。

最终的知识泉源

尽管对物质探索的这些方面非常引人入胜,使人流连忘返,科学家主要问题的根源仍然不变。简而言之,他们还为“物质是什么”、“什么作用使电子、质子和中子等基本粒子具有它们各自的形式、特性和行为”这些问题寻求根本的解答。在他们逐步地深入探索原子的内部时,所使用的仪器是几十年前的人们不曾想像过的。例如,力量强大、昂贵无比的原子捣碎器或粒子加速器,第一架这类仪器直到1932年才制造出来。在159页到167页的照片和图解中我们可以看见这类仪器的日渐庞大与壮观。科学家希望能凭借这些工具,来测知像运行在原子核内的各种作用力和由于粒子间相互作用所发生的反应。

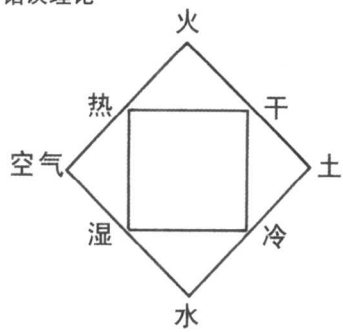
科学家们已经通过设计使原子核内产生裂变反应,确认200多种亚核粒子,几乎全部在产生时即呈不稳现象,常常在使人难以相



水为万物之源说

米利都的泰勒斯,一位公元前六世纪的希腊哲学家,推断所有物质皆由水而来,且最后也将化为水而去。这是人类第一次尝试为错综复杂的物质寻找共同之处。一位现代批评家说:“假使他的见解获胜的话……必然会被尊为现代推理科学之父。”

流传了2,000年的
错误理论

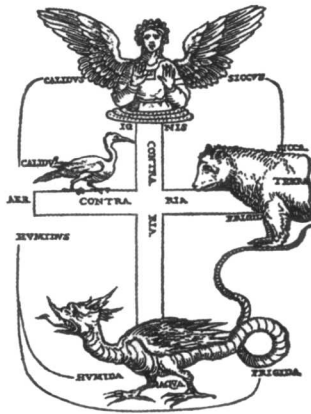


一种四角对称形

这几页的例图，显示的是流传远达二千多年、亚里士多德所创物质理论的观点，说明所有物质都由四种元素：火、空气、水及土所组成。每一种元素又具有以下四种基本性质中的两种：热、冷、湿和干。就如同上面图画所显示的，亚里士多德相信：干和冷造成土；冷和湿成水；湿和热成空气；热和干，则造成火。这人于公元前四世纪创立的理论，颇为炼金家和富于玄想哲学家所欢迎，但它阻碍了科学的进展，直到十七世纪为止。

龙、天使、鸟和走兽

亚里士多德的四种元素通常都用活生生的动物加以形象化，就如同下边这幅图画所显示的。图画出自1546年在威尼斯出版的一本叫做《Pretiosa Margarita Novella》的炼金术百科全书。怪龙代表水，天使代表火，鸟代表空气，而熊（走兽）则代表土。图上的拉丁文即一一对应着几何图画的中文。在十字交叉的拉丁字Contraria表示空气相对为土、火相对为水的信念。



信的短暂时间以内就已改变形式。但是这里面的情形，也跟前面所讲的一样，我们知道的愈多，神秘的程度愈大。就是那些亚核粒子，看起来好像是由一种叫做“夸克”的更加基本的单位组成的。电子和别的环境着核子作轨道运行的粒子，都被归入“轻子”一类。究竟“夸克”和轻子是不是组成物质的最后和最基本的构成成分，是科学家们还不能解答的问题——至少是在目前的研究条件下——这个问题是不可能用一种最后的、无可疑的斩钉截铁的口头来解答的。

人类把他们生存在地球上的上千万年的时间中对于物质的探讨有系统地组织起来，是相当晚近的事。然而就像人类所有的努力一样，每一个时代对于物质的研究，都是沿着上一代的成就。近代化学应该归功于中世纪炼金术的研究狂热和实验室的技术。炼金术的原理源出于亚里士多德的“宇宙四元论”。希腊的哲学家对于物质的思索想像，就以巴比伦人和埃及人所流传下来对化学现象粗浅的观察为基础。

木棒、石头和进步

史前的人类凭借着尝试、错误与偶然发现来研究物质：最初是要分辨选择有毒的和可口的植物；发现木棒磨擦生火；利用石头与其它坚硬的东西制成粗劣的工具。发现了金属之后，人类的文明向前跨了一大步。金可能是从原矿产地被水冲下来的冲积砂中，最早引起注意的一种；人类也可能曾在含铜泥土上熔融而出，接着又发现到锡和铜可以合成为青铜。此外一个发现就是铁，它第一次引起人们的注意可能是在由外太空坠落的陨石碎片中。为了去处理这些金属，人类就开始探讨物质的科学——也就是现在所谓的冶金术。除了金属以外，人们还逐渐知道了其它物质；在居住的洞穴中使壁上闪闪发光的有色矿石，还有一种玻璃状的物质——那可能是在火山喷出物中发现的半透明黑石。与北京人骨骼一起找到的，有石英晶体制成的工具；北京人约在500,000年前在地球上居住。

所有这些物质的意外发现，对于史前人类而言，只有全盘照收，一直要等到文明在近东萌芽的时候，人类才察觉到物质可以改变。一块公元前6,000年的巴比伦泥碑上，描绘着一幅酿酒图：苏美尔人可以用麦子酿出16种不同的啤酒。公元前3,400年的埃及象形文字说明有榨酒的机器。酒和啤酒的早期制造者可能不会解释发酵靠的是酵母的作用，酵母是空气中或是熟透的水果中的一种单细胞真菌类，可是当时的人们虽然已经知道必定发生了某种物质的变化。早期的人类也学会了如何把钠矿加热熔制成玻璃。在公元前4,000年，埃及王朝建立以前，埃及人已经知道将油涂在石头或石英上，制成装饰用的珠子和花瓶。那时，人们还学会了染色的艺术，因为早

些时候，他们知道某些昆虫和果实能染污手指：例如，红色的染料取自雌胭脂虫的体内；蓝色的染料取自蓝的豌豆科植物。到公元前1,500年，在腓尼基的泰尔人知道：一种贝壳类的分泌腺，暴露在空气中时呈黄色，然后转成鲜蓝，最后变成紫色。于是泰尔紫成了王族的标志。

重量的价值

由于那时的人不知道他们的成就具有更深意义，后人就抹煞了他们在促进人类对于物质的了解的贡献；但是，那些发现跟今日实验室中变弄戏法，创造奇迹的工作者所做的是一样重要的。在所有这些早期的物质改造中，许多化学的基础就由此建立起来了，譬如：能染色的不溶性混合物的形成，发酵的典型生物化学过程，和运用高温技术还原矿石。并且，在古代的市集里，物质显示出另一个更基本的特性；那是到目前为止仍然是最具体的特性。当贸易蓬勃发展时，物质的重量越发显得重要。重量及其量度的系统变成不可或缺的条件。例如，巴比伦人发明了一种重约9.4克的衡量单位 shekelt 和一种重约30千克的 talent 单位。但历史记载中没有指出他们曾经思索过物质为什么具有重，以及物质大小、体积或密度等。

第一个不再把物质的各种特性毫无疑问地接受下来的是希腊人。当时希腊人由于渴求知识，旅行到遥远的地方，他们带着无法压抑的好奇，访问了近东的学术中心，得到了丰富的收获，搜集这个地区所引用的实用化学的许多资料。然后经由推论和辩论——他们可能是历史上最伟大的聊天家——希腊人进而着手建立一个富丽堂皇的物质理论。

首先运用高度思想与想像力的，是公元前六世纪的米利都的哲学家泰勒士。他对于物质的本性和它的性质发生了深切怀疑，于是，就像现在我们所做的一样，企图去寻求一个能够一切的解释。他最后的结论是：宇宙的基本物质是水。泰勒士有很好的理由作如是观。在所有他能接触到，能看到的東西中，水是最具可变性。水的自然态是液体，当结成冰时则为固体，而在炎热的夏日里则变成气态的水蒸汽。

阿那克西曼德，一位与泰勒士同时代的人，仅由从腔将气吹

从化学到寓言

下面这几幅由法兰德斯(古国名, 包含目前的比利时、荷兰南部和法国北部) 艺术家范德·帕瑟所作的雕刻画, 显示出代表亚里士多德四种元素的寓言式人物。火(ingis)手持烙印和燃烧中的煤炭。水(agua)倚扶着一个倒置的水瓶, 在她后面, 一位渔夫正在从事钓鱼行业。土(terra)在跨越云层大步行走, 鸟在周围飞翔, 四处的风在吹着。

