

不列颠图解科学丛书

能量和运动

Britannica Illustrated Science Library



中国农业出版社

能量和运动

不列颠图解科学丛书

Encyclopædia Britannica, Inc.

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

能量和运动 / 美国不列颠百科全书公司编著 ; 李莉
、朱建廷译. — 北京 : 中国农业出版社, 2012.9
(不列颠图解科学丛书)
ISBN 978-7-109-17013-1

I. ①能… II. ①美… ②李… ③朱… III. ①能—普
及读物②运动学—普及读物 IV. ①O31-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第194761号

Britannica Illustrated Science Library Energy and Movement

© 2012 Editorial Sol 90
All rights reserved.

Portions © 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Photo Credits: Corbis

Illustrators: Sebastián D'Aiello, Nicolás Diez, Gonzalo J. Diez



不列颠图解科学丛书 能量和运动

© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Encyclopædia Britannica, Britannica, and the thistle logo are registered trademarks of Encyclopædia Britannica, Inc.
All right reserved.

本书简体中文版由Sol 90和美国不列颠百科全书公司授权中国农业出版社于2012年翻译出版发行。
本书内容的任何部分, 事先未经版权持有人和出版者书面许可, 不得以任何方式复制或刊载。
著作权合同登记号: 图字 01-2010-1429 号

编 著: 美国不列颠百科全书公司
项 目 组: 张 志 刘彦博 杨 春
策划编辑: 刘彦博
责任编辑: 刘彦博 黎春花
翻 译: 李 莉 朱建廷
译 审: 张鸿鹏

设计制作: 北京亿晨图文工作室 (内文); 惟尔思创工作室 (封面)

出 版: 中国农业出版社

(北京市朝阳区农展馆北路2号 邮政编码: 100125 编辑室电话: 010-59194987)

发 行: 中国农业出版社

印 刷: 北京华联印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 6.5

字 数: 200千字

版 次: 2013年3月第1版 2013年3月北京第1次印刷

定 价: 50.00元



能量和运动



目 录

元素和物质

第6页

能量的表现形式

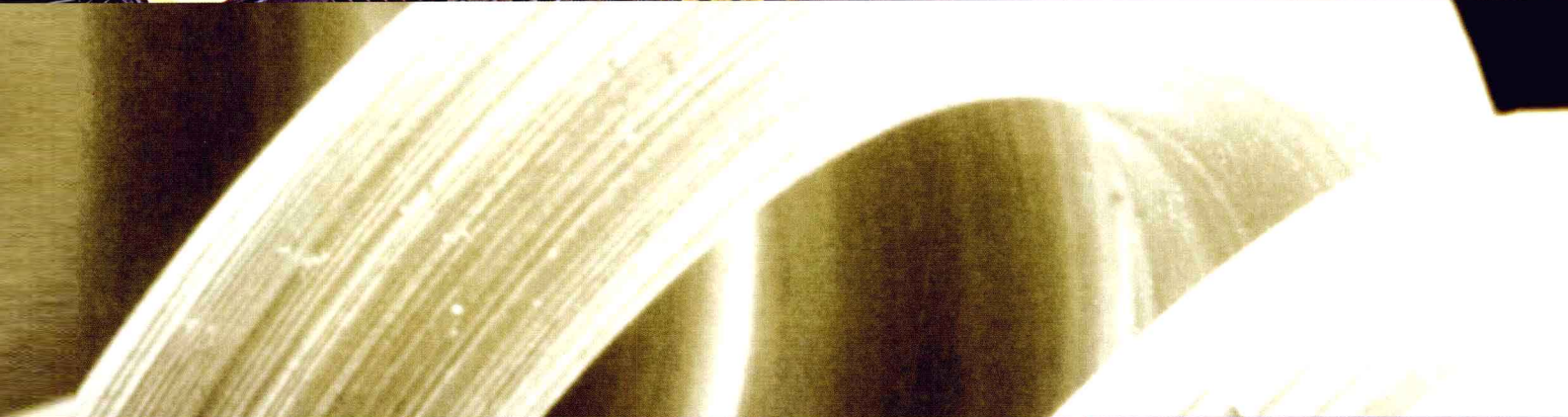
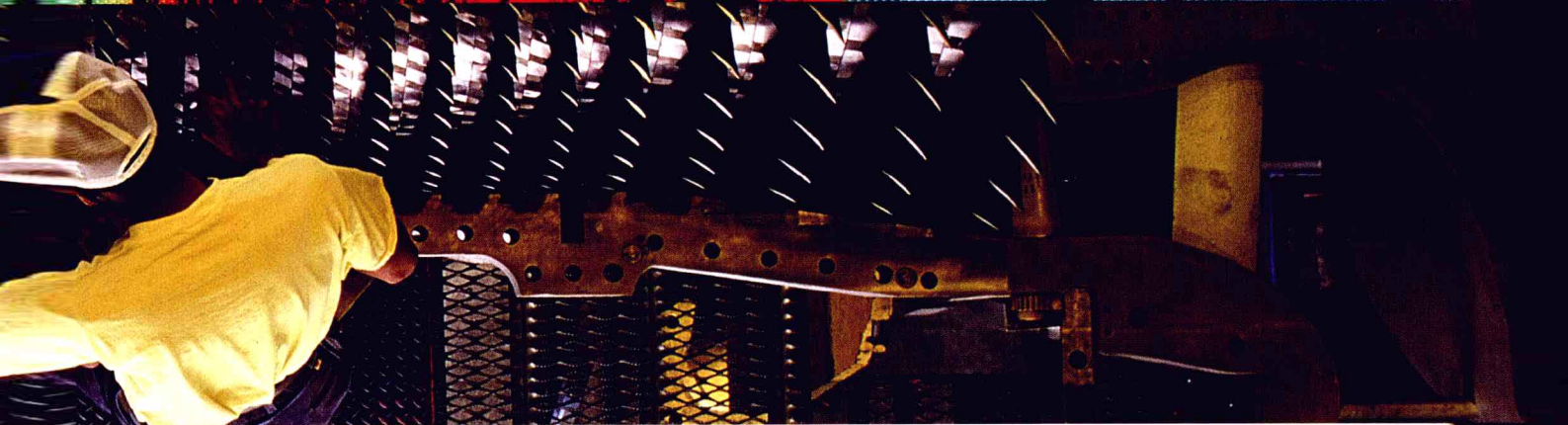
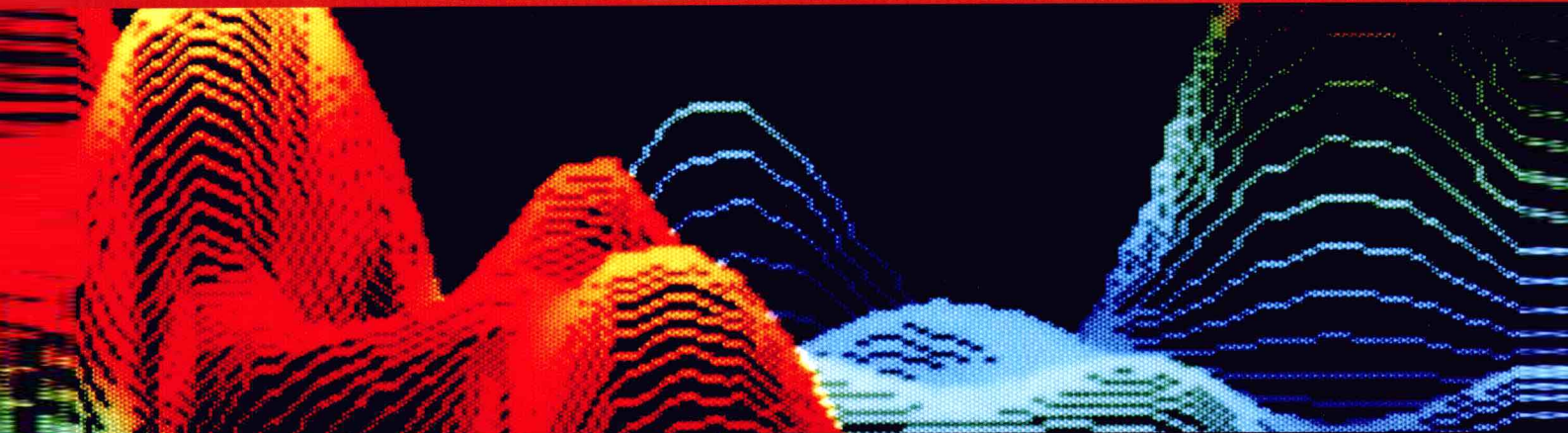
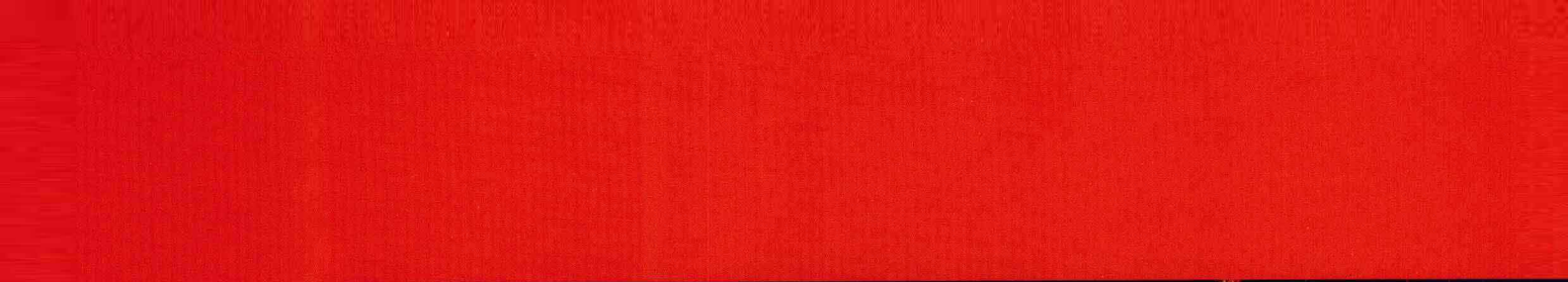
第28页

能 源

第40页

用途和应用

第66页



推动世界的引擎

能量流

能量是一种物理实体，以不同的形式处处存在。能量以及物质构成了宇宙发生的所有现象的基础。

那一刻已被人们永久的遗忘，但毫无疑问，那一刻是如此地接近人类起源，人们从那一刻开始自问世界是如何运行的，它又是由什么构成的。对这些问题的早期答案是以超自然解释的形式出现的。但是，随着知识的增长，人们发现某些物理定律在支配着自然，而且事实上这些定律是人类智慧可以掌握的。

本书汇集了由最早的那两个基本问题引发的所有发现。这些发现都是数千年来不断求证、犯错的艰苦研究的成果。这是一段绵延百年的误解史，也是为那些提出革命性观



念的科学家带来欢呼、有时候甚至带来死亡的历史。

我们将从探索事物是由什么组成的开始。在我们的假想实验室里，我们将分析不同物质和元素的特性。在一台虚拟显微镜的帮助下，我们将研究具有化学元素特性的最小物质单位原子，以及在过去几十年所发现的所有构成原子粒子的基本粒子。我们还应该根据它们的主要特征对元素和分子进行分类，分析影响我们日常生活的所有物质，比如塑料和金属。

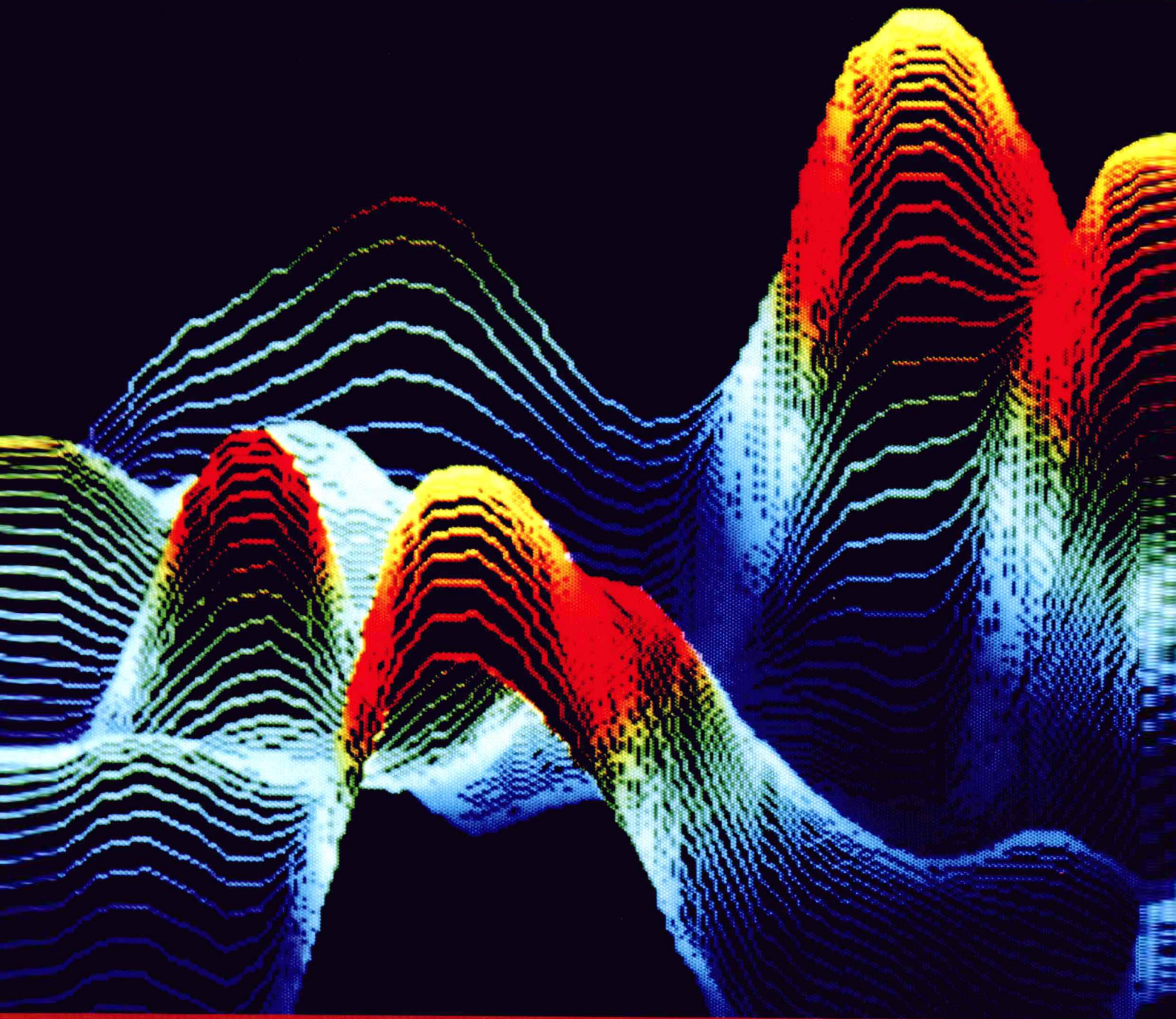
我们专门用一章的篇幅来讲述那些新出现的、令人惊异的物体，比如气凝胶、碳纤维和纳米管等。接下来，在天才艾萨克·牛顿的引导下，我们将探索物体以何种方式移动以及其原因，以及物体移动的力量来自何处。我们还将探索大自然最大的奥秘之一——引力。

随后，我们要学习增加力量的技巧，以及如何以这种方式简化那些对人类而言很繁重甚至不可能完成的工作。然而，如果没有能量，力量或运动都是不可能存在的。因此，在本书的后半部分，我们将专门用一些篇幅来研究能量。我们会发现我们可以根据能量的特点对其进行

分类，并以非常简单且富有启发性的方法来解答一系列常会遇到、但答案十分复杂的问题，比如“什么是光”“什么是热”，以及“什么是火”。我们应该非常认真地研究声、电以及磁性等现象。利用阿尔伯特·爱因斯坦的杰出的相对论理论，我们将会了解，常规的物理定律在巨大的力量或质量面前会有不同的表现，就像它们发生在宇宙层面时那样。我们还会了解到，空间和时间对于每件事物或每个人并非总是相等的，也不是常数，它们会随情况的不同而变化。当我们在分子或原子层面上研究自然时，将发现某些类似的东西。这可以让我们准备好接触量子力学世界，一个神奇的领域，颇像爱丽丝通过一面窥镜进入仙境漫游探险。这个世界将为我们展现很多难以置信的现象，比如粒子可以穿越障碍，就像鬼魂穿越一堵实墙，以及粒子看起来会同时出现在两个不同的地方。

在结束这次奇妙的科学和想象之旅之前，我们将全面回顾人类可用的各种能源。我们应该研究每种能源（绿色的、污染性的、可再生的以及不可再生的能源）的优势和劣势，包括那些尚未找到，但是能在未来为我们打开更清洁之门的能源。只要你喜欢，随时可以开始这次神奇的旅行：你只需翻开这本书。●

元素和物质



在

大约2 500年前，希腊哲学家德谟克利特有一个伟大的想法，他突然想到所有物体都是由小的不可分的粒子组成的，

并将这种粒子称为原子。几乎就在同一时期，其他的希腊哲学家则认为，所有物体都是四种基本元素土、气、水和火

纳米科学

扫描隧道显微镜 (STM) 能够穿透所有微观世界。而可见光的波长厚度为380纳米, 也就是说, 它不适用于分子世界。

物质 8-9

物质的特性 10-11

原子 12-13

元素 14-15

化学反应 16-17

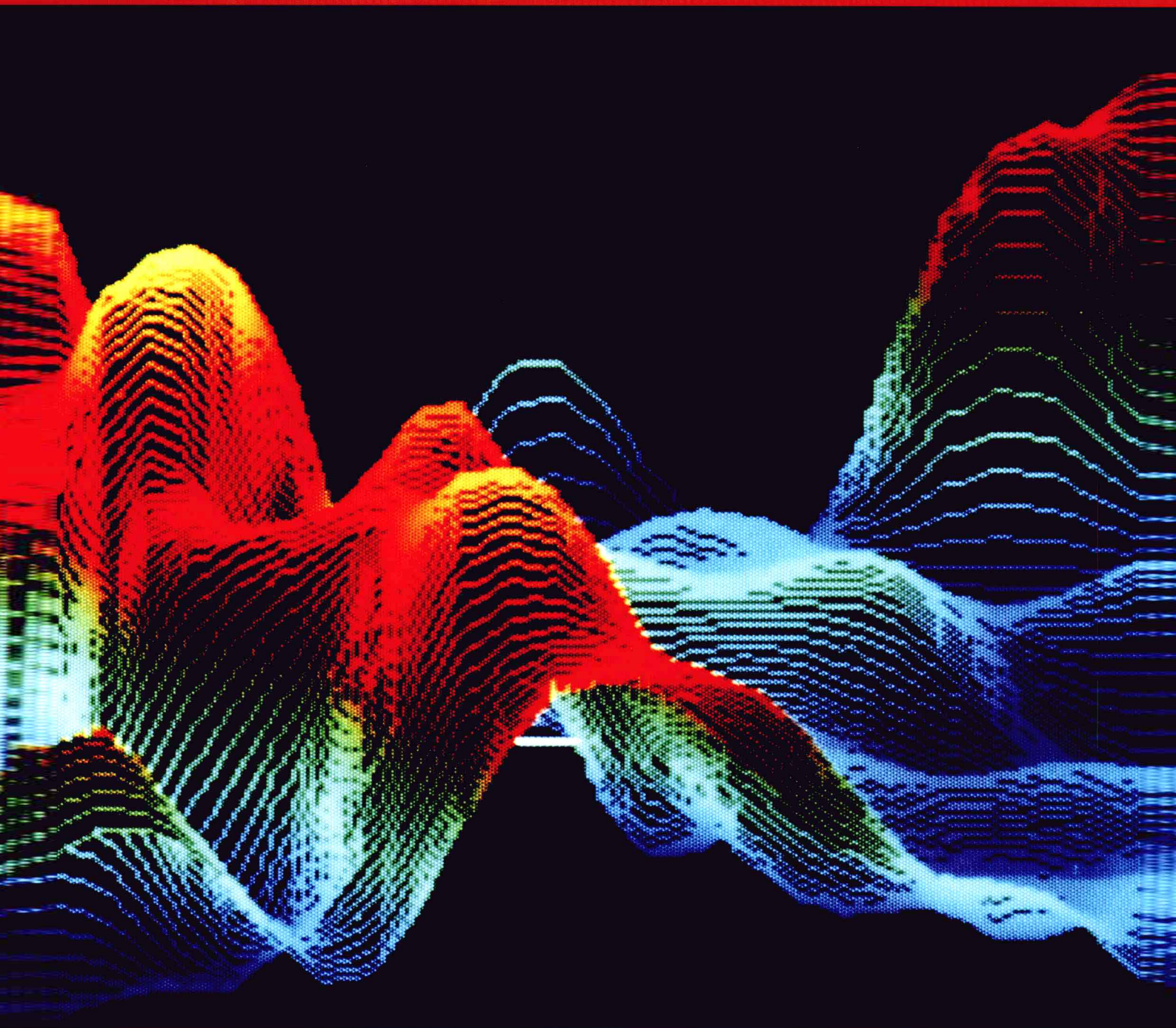
金属 18-19

聚合体 20-21

酸和碱 22-23

放射性 24-25

新材料 26-27



组合的结果。现在我们知道原子可以分割, 而我们周围的物质是92种自然元素的组合。我们还将更深入地了解物质结构以及原子结

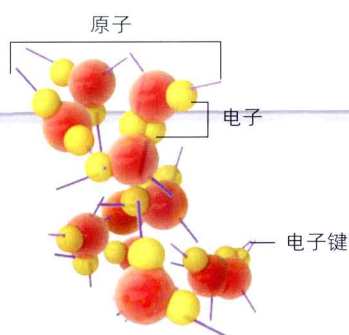
合的方式, 这有助于我们创造新的材料, 比如质量更轻也更结实的结构以及导电性能更好的电缆。●

物质

任何占有一定空间并有一定质量的物体都可以视为物质。根据这个定义，物质就是人类感官能够感觉到的某种东西，但也不排除那些看不见或摸不到的，比如空气或亚原子粒子。它包括宇宙中任何可以测量到的物理实体。但是事实上，物质和能量之间的区别很复杂，因为物质可能具有与波浪（能量）类似的特性，而能量可能有与粒子类似的特性。此外，自从阿尔伯特·爱因斯坦之后，我们知道物质和能量是可以互换的，如他那著名的方程式所示： $E=mc^2$ 。●

发展

在经典定义中，任何有质量的物体都视为物质，而物质由原子构成。早在2 000多年前，古希腊人就开始怀疑物质是由原子构成的。

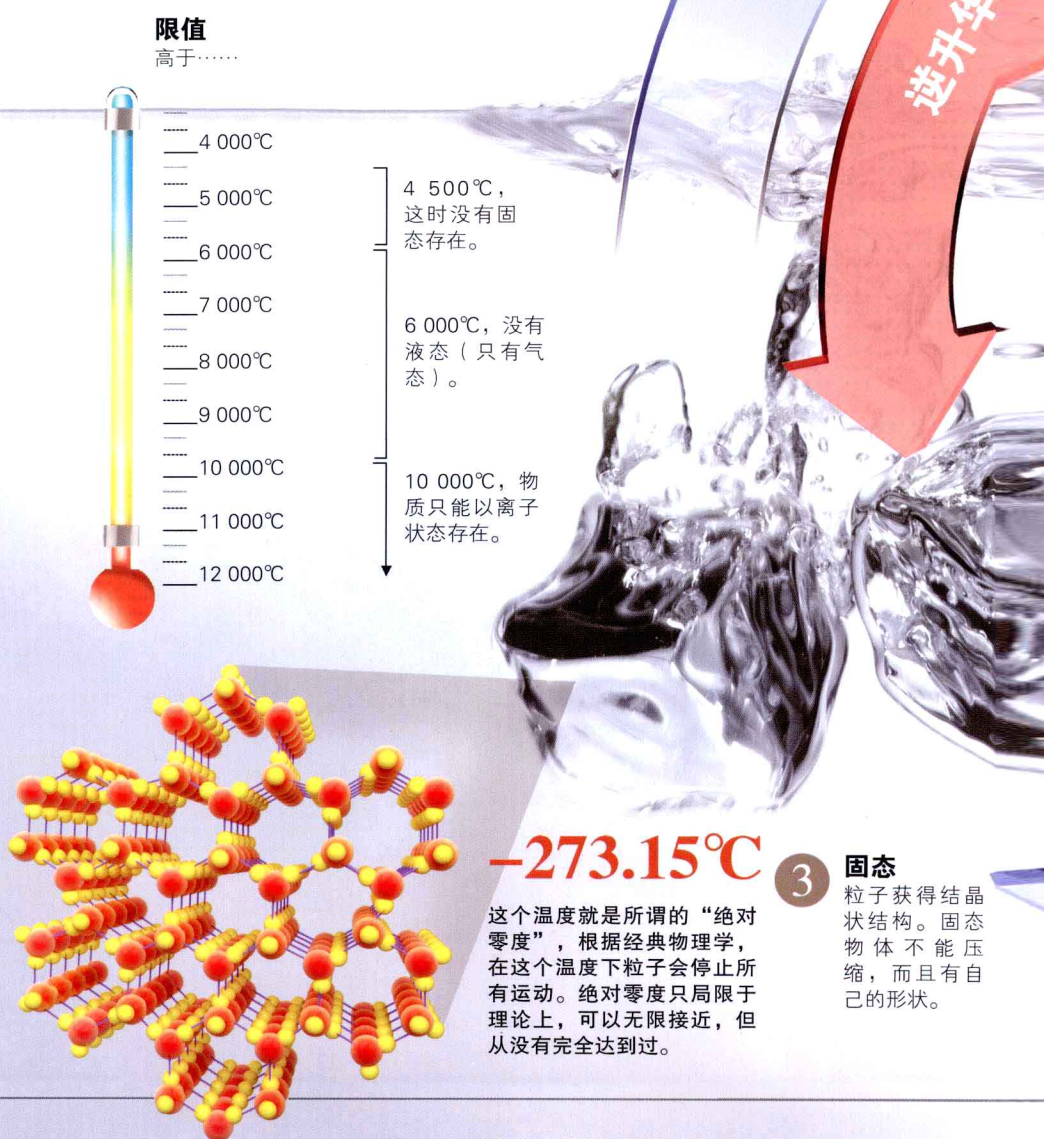


德漠克利特

希腊哲学家，出生于公元前5世纪中叶，是原子论学说的创始人。他认为万物本原是由两种元素组成：存在（即由个体原子构成）和非存在（即虚无，原子在其中运动）。他设想原子的大小、形状、位置以及它们结合或分离的能力不同，并由原子组成其他物体。他认为人类的灵魂由轻原子构成，而身体以及其他物体则由其他较重的原子构成。

物质的三种状态

物质有三种基本状态：固态、气态和液态。状态的变化基本上取决于温度和压力。

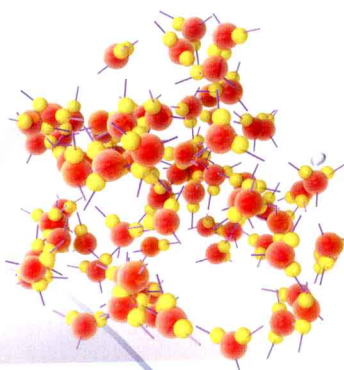


1 气态

粒子没有形成晶状结构。

分子之间几乎没有黏合力，可以自由运动。

气态物质充满容器内的全部空间。



升华

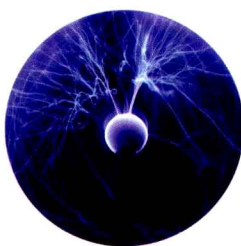
物质可以不经液态过程而直接从固态变化到气态，这个过程称为升华。比如，干冰（固态二氧化碳）就会产生这种升华现象。

特殊状态

物质至少还会出现两种其他非正常形态。

等离子体

此种状态涉及高温下的气体，其中的原子发生裂变，电子从原子核中分离出来。这种特性让等离子体具有特殊性能，比如导电能力。等离子体存在于太阳大气圈或荧光管中。



玻色—爱因斯坦凝聚

这是接近绝对零度时产生的现象，1995年首次在实验室实现。物质根据其成分获得特殊性能，比如超导电性、超流动性或能够减慢光速的巨大能力。

融化

结冰



暗物质

这是最大的科学奥秘之一。研究人员已经从宇宙的引力现象推断出暗物质比现有探测手段可探测到的多很多。他们甚至认为绝大多数宇宙物质都以这种形式存在。

反物质

这种物质首先在科幻小说中被提出来。但是最近几十年不仅已经证明了反物质的存在，实际上还在实验室中创造出了这种物质。其假设是宇宙中的每个粒子都有一个相同的副本，但是电荷相反。如果粒子及其反粒子相遇，它们会彼此湮灭并产生能量脉冲。

2 液态

粒子不形成结晶结构，也不自由运动。

它们之间的结合要比气态时更强。

液态物体具有流动性，其形状会随盛放容器的形状而改变。

90%

各种假说理论都认为宇宙中90%的物质是暗物质，也就是说，宇宙中可观测到的物质可能不会超过总量的10%。



物质的特性

不同类型的物质具有不同的特性，它们的用途也不一样。比如，钛既轻又坚固；铜导电性好，能够制成电缆所用的导线；塑料不会受到酸的腐蚀，可以用于制造容器。关于物质特性和特点的举例数不胜数。●

广延性质



这些特性与物质的量相关，凭借这些特性可以对物质的实体和系统进行分类，但是它们本身对于确认物质或材料的类型并没有帮助。

1

体积

指物质所占的空间。在液态情况下，体积通常以升为单位。立方米（米³）通常用于表示固体体积。

2

质量

通常定义为一个物体中所呈现的物质的数量。然而对物理学家而言，这个概念有时候会更加复杂。在经典物理学中，质量是一个恒定的度量标准，以千克为单位。

3

重量

重力也是确定重量的一个要素，因为重量涉及重力对1个物体施加的力量。这个物体的质量越大，重量也越大。同样的，重力越大，重量也就越重。

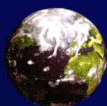


安德斯·摄尔修斯

瑞典物理学家和天文学家，生于1701年。除了对北极光和地球形状的两极扁平问题研究作出贡献之外，他最知名的贡献是温度计，将水的沸点和冰点作为测量的两个参考点。他将0值赋值到沸点，而将100赋值到冰点，中间分为100个刻度。后来，他的瑞典同事卡尔·冯·林奈（也称为卡尔·林奈）将此标度倒转过来，这就是我们今天所用的摄氏温标。摄尔修斯于1744年逝世，年仅43岁。



不同重量，相同质量



宇航员穿着太空服在地球上平均重170千克。



在月球上，重力只有地球上的1/6，宇航员的重量将少于30千克，这样宇航员才可能跳跃。

但是，宇航员的质量在地球上与在月球上保持不变。

14亿吨

这是体积为1立方厘米的中子星在地球上的重量。中子星是宇宙中已知密度最大的物体。1立方厘米相当于半块方糖。



相同物质在不同聚合形态下，密度可能不一样，比如冰和液态水就是这样。尽管是同一种物质，但是冰的密度略低于水，而这就是冰能够在水面漂浮的原因。

强度性质

 此类特性并不取决于物质的数量，而是取决于物质的种类。在某些情况下，它们是两种广延性质的组合。以下是几个举例。

4

密度

密度源自物体的质量和体积之间的关系。在定义中，水的密度为1 000千克/立方米。

物质	密度 (千克/立方米)
水	1 000
油	920
地球行星	5 515
空气	13
钢	7 850

当水和油混合在一起时，由于水的密度高于油，因此它会沉降到容器的下部。

5

溶解度

溶解度是指某些物质能够溶解于其他物质的能力。这些物质可能是固体、液体或气体。溶解度还取决于温度。

泡腾片剂中含有能够溶解于水的盐，反应的结果是释放出一种气体（一般是二氧化碳）。该气体不溶于水这种介质，以气泡的形式逸出。

6

硬度

硬度是指一种物质对另一种物质的抗刮刻能力。硬度值更高的物质能够刻划硬度值相对较小的物质。

莫氏硬度

莫氏硬度应用于矿物学，根据数据表确定矿物的硬度。

矿物	硬度
云母	指甲滑过表面就能留下划痕。
石膏	指甲能够留下划痕，但是难度较大。
方解石	可以用硬币留下划痕。
萤石	用刀子可以产生划痕。
磷灰石	用一定力量按住刀子可以在上面留下划痕。
正长石	用钢砂纸可以留下划痕。
石英	能够在玻璃上留下划痕。
黄晶	能够在石英上留下划痕。
刚玉	能够在黄晶上留下划痕。
钻石	最硬的自然矿物。

7

熔点

通常定义为固体变成液体时的温度。但是，熔点的正确定义是同一物质的液态和固态平衡共存时的温度。



8

沸点

一般定义为液态物质变成气态时的温度。但是，更准确的说法是一种液体可以达到的最高温度。这个参数取决于物质的类型以及压强。



9

传导性

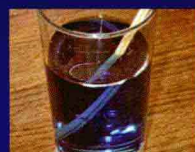
传导性是物质允许电流、热量或声音通过的能力。金属一般都是很好的电导体。铜就是一个很好的例子，它经常用于电缆。



10

其他特性

除了上面提到的特性之外，还有很多其他用于对物质进行分类的强度特性。这些特性包括折射率、抗拉强度、黏性和延展性。



原子

在很长一段时间里，人们认为原子是宇宙中不可分割的基本粒子，但是现在人们不再这么想了。现在众所周知原子是由更小的粒子所组成，而这些粒子还可以分割成更小的粒子、更原生的粒子。不过，原子仍然被视为保持元素化学特性的最小组成部分。例如，金原子是保持黄金特性的最小粒子。如果分割一个原子，其所产生的质子、电子和中子与形成其他元素原子的质子、电子和中子并无不同。

微小系统

原子由3种粒子组成，即质子、中子和电子，它们互不相同，尤其是所带电荷的类型不同。前二者（质子和中子）形成原子核，而电子以非常高的速度环绕原子核运行。

电子

电子环绕原子核运行，它们带负电荷。电子远小于质子和中子。中性原子带有的旋转电子数量与原子核中的质子数量一样多。

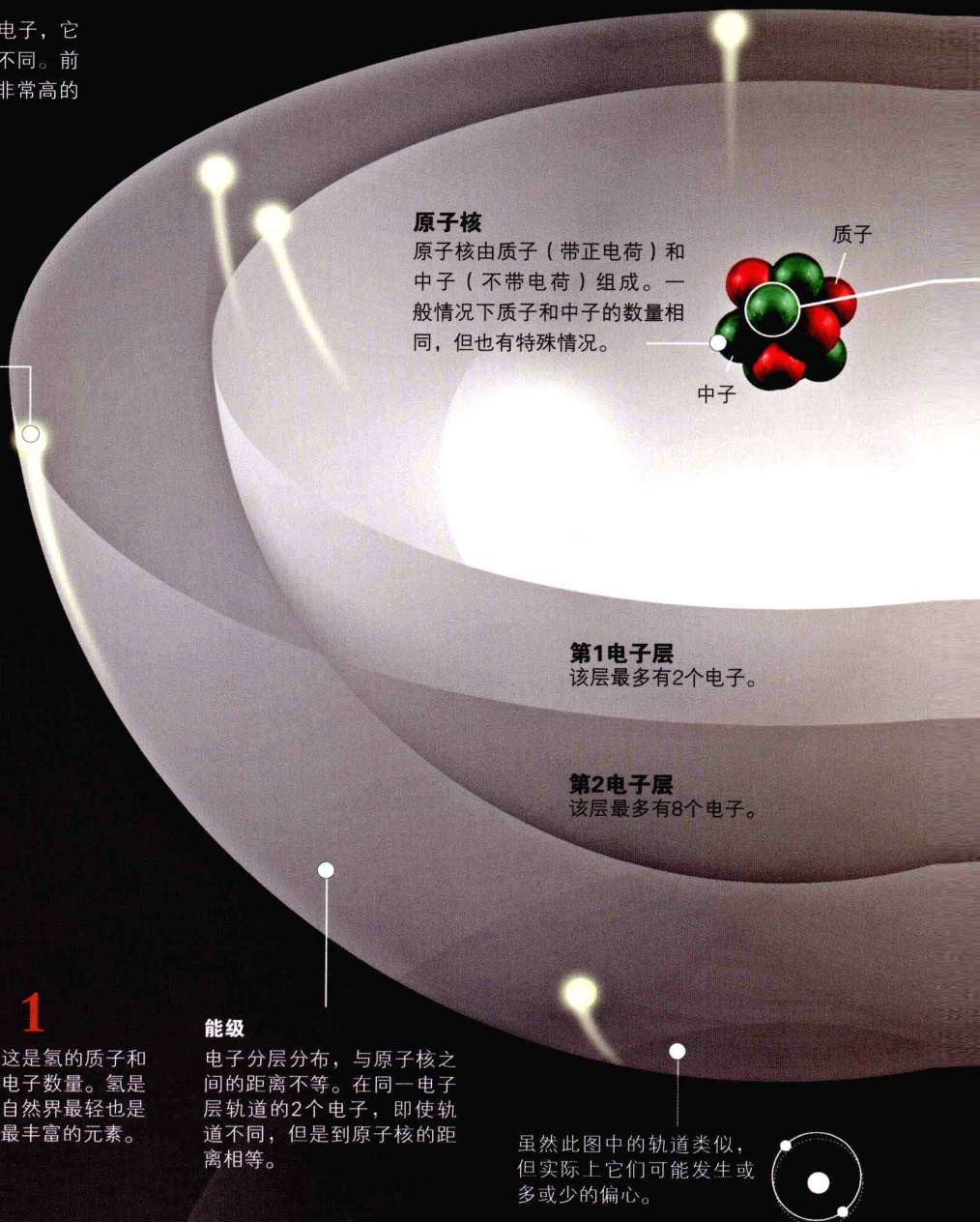
原子序数

质子数（+）决定原子序数。例如，氮的原子序数为7，因为它有7个质子。



约瑟夫·约翰·汤姆森

英国物理学家，生于1856年，他于1897年发现了电子。这项发现对科学有着极为重要的意义，因为证实了原子不是不可分割的实体的设想。虽然汤姆森甚至成功地计算了电子的质量，但是他始终没有提出一个具有说服力的原子结构模型。他的同事在数年后完成了这项工作。基于电流在气体中的运动实验，他获得了1906年的诺贝尔物理学奖，1940年逝世。



1

这是氢的质子和电子数量。氢是自然界最轻也是最丰富的元素。

1 840个

电子的质量总和与1个质子的质量相同。

让电子环绕原子核运转的力量是自然界最强大的力量之一。

量子数

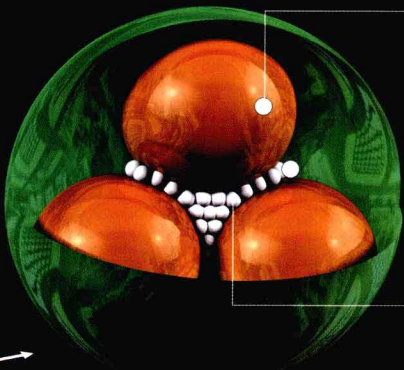
在同一原子中任何2个电子的轨道都不相同。因此，使用4个被称为量子数的参数，就可以区别每一个电子，因为没有任何2个电子的4个量子参数相同。

数量	用途
主量子数 (n)	显示轨道到原子核的距离。
角量子数 (l)	显示轨道的离心率。
磁量子数 (m)	显示轨道的空定位。
自旋量子数 (s)	显示电子轨道定位的方向。

从内部看质子和中子



有很长一段时间，人们认为质子和中子是不可分割的基本粒子。现在我们知道，这些粒子都是由3个夸克组成，由胶子黏合在一起。而电子则不同，是基本的单粒子。



夸克

夸克由很强的力量黏合在一起，在自然界中从没有发现“自由”夸克。但是，夸克可以在若干分之一秒的时间内，通过粒子加速器产生的高能粒子对撞分离出来。

胶子

胶子是没有质量也没有电荷的粒子，与夸克相互作用，并将夸克黏合在一起。

同位素



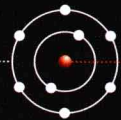
有些情况下，虽然同一种元素形成的2个原子具有相同的质子数，但是它们的中子数可能不同。如果那样，它们就是同位素。一般而言，同位素的特性具有很大的差异。

氧同位素

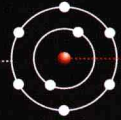
氧的主要同位素原子核有8个质子和8个中子，另外还有8个沿轨道运行的电子。氧还有另外2个已知的稳定同位素和14个不稳定同位素。

其中一个同位素氧¹⁸有8个质子和10个中子，另外还有8个沿轨道运行的电子。

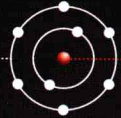
放射性同位素氧¹²有8个质子，但是只有4个中子，另外还有8个沿轨道运行的电子。



8个质子
8个中子



8个质子
10个中子

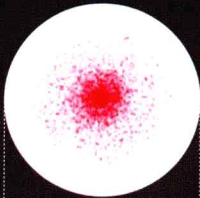


8个质子
4个中子

概率计算



在更复杂的科学发展的基础上（比如量子力学和不确定性原则），科学家认为在指定的某一时刻没法确定电子的具体位置。因此，原子及其电子实际上是由可能性函数约计表达，这个公式提供了在任何指定时间找到任何特定位置的电子的可能性。



90%的全概率
氢原子的概率计算。
氢原子只有1个电子。

原子占有的所有空间几乎都由其电子轨道占据。原子质量的绝大部分集中在原子核。如果原子呈一个高尔夫球般大小，那么绕行该高尔夫球的电子与其的距离会相当于埃菲尔铁塔的高度——324米。



元素

化学元素是那些不能分割成更为简单的物质的物质。化学元素单独或与其他元素一起构成宇宙中所有的可见物质。迄今有118种已知元素，但是只有92种能在自然界中找到，其余的均为实验室产品。虽然元素的本质看起来非常相似，因为它们都由原子构成，也就是由电子、质子和中子组成，但是它们的性质却大相径庭。为了更好地认识这些元素并对其进行分类，它们被排列成元素周期表。●



季米特里·门捷列夫

于1834年出生于西伯利亚。这位俄国科学家解决了困扰化学界很长时间的问题——元素的正确分类。门捷列夫利用元素周期表解决了这个问题，他在1869年公布了这项成果。元素周期表还使人们能够在多年之后发现此前从来没有见过，但在周期表上预测到的化学元素。门捷列夫于1907年逝世。

元素周期表

元素周期表在19世纪中叶编制而成，根据两个参数对化学元素进行分类——能量级数或电子分组形成的轨道和最外层能级（价电子层）的电子数。

周期

环绕原子核的电子分布在不同的能级。周期显示一个原子拥有的能级数量。尽管如此，在同一周期内的原子特性通常也不一样。

碱性金属元

碱性金属是化学性质非常活泼的元素，这也是经常能够在化合物中发现它们，而几乎没有纯状态的原因。此类元素是柔软的金属，密度低。最丰富的碱性金属元素是钠。

碱土金属元素

碱土金属也是很柔软、非常活跃、密度低的金属，但是它们没有碱性金属那么活跃。它们能与水反应形成碱性极强的溶液。此类元素中最丰富的是钙和镁。

过渡金属元素

过渡金属元素很硬，沸点和熔点都很高，是电和热的良导体。它们可以彼此结合形成合金。铁、金和银就属此类元素。

镧系元素

镧系元素在地球上相对丰富，通常被发现于氧化物中。

族

族显示一个原子在价电子层中的电子数量。同一个族内的原子通常具有类似的特性和特点。

符号

元素的符号和序号。

原子序数：显示原子核中的质子数量。

质量数：显示原子与碳原子（值为12）相比的质量。

放射性元素

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ia	IIa	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIb	VIII		
1 1.008 H Hydrogen	4 9.01 Be Beryllium								
3 6.94 Li Lithium	12 24.30 Mg Magnesium								
11 22.99 Na Sodium	20 40.08 Ca Calcium	21 44.95 Sc Scandium	22 47.87 Ti Titanium	23 50.94 V Vanadium	24 51.99 Cr Chromium	25 54.94 Mn Manganese	26 55.84 Fe Iron	27 58.93 Co Cobalt	28 58.69 Ni Nickel
19 39.1 K Potassium	38 87.62 Ca Calcium	39 88.90 Y Yttrium	40 91.22 Zr Zirconium	41 92.9 Nb Niobium	42 95.9 Mo Molybdenum	43 (98) Tc Technetium	44 101 Ru Ruthenium	45 102.9 Rh Rhodium	46 106.4 Pd Palladium
37 85.47 Rb Rubidium	56 137.3 Ba Barium	57-71	72 178.5 Hf Hafnium	73 180.9 Ta Tantalum	74 183.8 W Tungsten	75 186.2 Re Rhenium	76 190.2 Os Osmium	77 192.2 Ir Iridium	78 195.1 Pt Platinum
55 132.9 Cs Cesium	88 (226) Ra Radium	89-103	104 (261) Rf Rutherfordium	105 (262) Db Dubnium	106 (263) Sg Seaborgium	107 (264) Bh Bohrium	108 (265) Hs Hassium	109 (268) Mt Meitnerium	110 (271) Ds Darmstadtium
87 (223) Fr Francium									
6 57 138.9 La Lanthanum	58 140.1 Ce Cerium	59 140.9 Pr Praseodymium	60 144.2 Nd Neodymium	61 (145) Pm Promethium	62 150.3 Sm Samarium	63 152 Eu Europium	64 157.2 Gd Gadolinium	65 158.9 Tb Terbium	
89 (227) Ac Actinium	90 232 Th Thorium	91 231 Pa Protactinium	92 238 U Uranium	93 (237) Np Neptunium	94 (244) Pu Plutonium	95 (243) Am Americium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkelium	

-38.83°C

这是水银的熔点。水银是唯一在室温下处于液态的金属元素。