

自然科学趣谈

(下)

[美] 罗伊·A·盖朗特 著
艾萨克·阿西莫夫

董眉君 孙宗鲁 程久恒 译
麻乔志 毕金献 叶道纯

科学普及出版社

内 容 提 要

《自然科学趣谈》，原名SCIENCE PROGRAMME，是美国著名科普作家阿西莫夫和盖朗特的巨著。原书分初、中、高三个等级。这里我们暂选了高级水平的部分，分上、下两册翻译出版。上册和下册之间既有内在联系又无严格的连贯性。它分门别类地向读者介绍了基本科学知识，生动地阐述其产生、发展和未来的趋向，给读者提供了简便易行的实验方法，并提出了一些需要解答的问题，不失为一部优秀的科技基础知识读物。又因它通俗易懂，富于趣味，且附有大量插图，完全可以作为中学生的课外辅助教材，对教师备课也有裨益。据考察，在美国许多学校把它当作教材使用。本书再版时拟改名《自然科学教程》。

SCIENCE PROGRAMME

自然科学趣谈

[美] 罗伊·A·盖朗特 艾萨克·阿西莫夫 著
董眉君 麻乔志等 译
责任编辑：阿 朗 袁同辰

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
八九九二〇部队印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9¹/₄ 字数：197千字
1984年1月第1版 1984年1月第1次印刷
印数：1—17,600册 定价：0.87元
统一书号：13051·1253 本社书号：0337

目 录

第一章	揭开原子结构之谜·····	(1)
第二章	时间的伙伴·····	(32)
第三章	动物的行为·····	(62)
第四章	恒星的产生与消亡·····	(115)
第五章	人类起源的研究·····	(163)
第六章	遗传的旨意·····	(204)
第七章	动物兴衰的原因·····	(237)
第八章	化学与环境·····	(270)

第一章

揭开原子结构之谜

罗伊·A·盖朗特 著 麻乔志 译

宇宙万物千差万别，使人眼花缭乱。观察得越是细致，所看到的差异也就越大。但是一切物质，不管是生物还是非生物，至少有一个共同点，那就是：一切物质都是由我们称作原子的极小的粒子构成的。原子过于微小，通常我们是看不到或感觉不到它们的，不过测量原子或原子的行迹的办法却是有的。今天的科学家能把原子拆开再复原，用以前人做梦也想不到的方法造出新的物质。生活在大约2000多年前的人们也谈论过原子。不过他们描述的原子与我们今天所说的原子样子大不相同。现在我们就来看看原子这一概念自古至今是如何演变的吧！

原子与炼金术士

公元前450年前后，希腊有个科学家叫德谟克利特，他告诉人们说，宇宙万物都是由他称之为原子的微粒组成的。德谟克利特认为，把一块石头一次又一次地砸碎下去，越砸

越小，最后得到的微粒就是原子。他说原子既硬且坚，原子不能再分。

德谟克利特认为，有些原子，如空气的原子，非常轻，可以任意飘扬。其它原子，如水原子，则重一些。又因为水能流动，所以德谟克利特推理说，水原子一定非常光滑，容易滑动，而且能在彼此之间滑动。金属以及较重的固体的原子必定重得多，这些原子的表面必定是粗糙的，因而它们互相挨在一起。他认为当太空中的原子彼此相撞击的时候，就形成了地球。当原子互撞时，它们结合在一起形成了“物质”。

到此为止，德谟克利特的物质说是相当圆满的，经过多少个世纪也没有人把它加以改进。科学史专家、已故的乔治·萨尔顿说过，多少世纪以来，德谟克利特的原子观和物质观激励着人们去思考。但不幸的是，德谟克利特的观念与《圣经》的创世说格格不入。萨尔顿写道，由于这个原因，在德谟克利特死去许多世纪以后，这个理论“……被犹太教和基督教的长老们打入地狱，但它未消亡。这个理论在长时期中的演变史，是知识史上极为灿烂的一个篇章。”



德谟克利特所设想的原子

德谟克利特关于物质的观念过了很久以后才为人们接受。一个伟大的思想受到漠视，一个远为逊色但却盛行的思

想得到青睐，这在历史上并非没有先例。就这个问题来说，关于物质的流行看法是亚里士多德这位伟大的先师提出来的。亚里士多德的时代稍晚于德谟克利特。亚里士多德的教诲对在他死后多少世纪以来的学者所具有的强大影响，无论怎样强调也不过分。他作为学者的巨大影响，加上他的物质观，使德谟克利特的原子说处于一种“蛰伏”状态，一直到17世纪。亚里士多德和他以前的一些人认为，万物都是由四种物质构成的，这四种物质叫作“要素”，即土、气、火、水。亚里士多德说，一种物质有时能变成另一种物质。例如，牛吃草的时候，土素——草——成了牛的一部分，并转化成牛肉素。当然，他并没说错，尽管他的“土素”和“牛肉素”这些词在今天听来似乎不伦不类。

亚里士多德说，有些种类的物质看上去似乎不同，但常常是同一类，只不过它们的“外形”不同。譬如铁生锈的时候，铁只是改变了外形，锈和铁是由同一种物质构成的。当然，我们今天不这样看待这个问题了。

亚里士多德的许多观念是错误的，而且把人引入了歧途。糟糕的是，他的这种信念坚定了一群所谓炼金术士的信念。在几个世纪的时间里，炼金术士是世上唯一的化学家。他们曾经发现了金属砷、锑、铋和磷。但是他们死抱住一个信念不放，他们认为，用一种神秘的处方和处理过程，就能把汞、银和其它金属转化为金。亚里士多德的理论使他们认为，银和汞象金一样是由同一种物质构成的，它们之间的唯一区别只是外形不同；如果他们能找到正确的配方，汞和银的外形就能变！

在1500多年的时间里，化学家用蛋、血、尿、蟒蛇的心

脏和酒做成化学汤，然后把银、汞和其它金属放进去煎煮。每次，他们都希望能在锅底找到金子。他们使用蛋类是因为他们认为蛋含有某种叫作元气或“生命精华”的东西。他们以为金子和其它金属所以能长大，就是由于“生命精华”的作用。当时的人深信有些金属象植物一样是会增长的。因此，晚至18世纪，人们还时常将矿山封闭一个短时期，以便让未开采的金属能有机会长大，让矿藏重新充实起来！譬如有人认为银是从铅里“长出来”的。炼金术士的迷信使人想起今天算命方士的迷信崇拜，这些算命先生固执地认为占星术是一门科学。这当然不是科学，因为占星术所依据的不是其他科学家能够独立地、连贯地加以证实的一批能够观测到的资料。

新元素说取代陈腐的要素说

到17世纪的时候，炼金术士已经寥寥无几了。炼金术的魔术让位于化学科学。在那些试图找出物质是由什么构成的新一代的化学家之中，有一位名叫罗伯特·波义耳的英国人，他生于1627，死于1691年。

波义耳认为德谟克利特的看不见的原子，比亚里士多德所谓的土、气、火、水四“要素”更有意义。波义耳对我们理解物质所做的主要贡献之一，就是他赋予“要素”一词以新的含义。

他说仅仅四个“要素”远远不足以解释我们看到的在我们身边发生的成千上万种变化，例如金属生锈，食物被消化，树的生长等等。波义耳认为一定存在许许多多不同的物

质，这些物质远比土、气、火、水要更基本。他说空气的一部分就是这种基本物质之一。今天我们知道这个物质是氧。但是波义耳在世的时候，还未能想出办法把氧从空气中分离出来，只知道氧是空气的一部分。波义耳死后83年，氧才从空气中被分离出来。

波义耳的实验证明，要在封闭的玻璃缸里使老鼠活着，使蜡烛燃烧，就离不了“空气里的神秘部分”。

波义耳还把金和银溶化，并混入其它金属，然后检验这个混合物。在新混合物中，金仍旧是金，银仍然是银，金和银并没有象亚里士多德所说的那样改变外形。波义耳说金和银是真正的元素。他这样认为是因为加热和把它们与别的东西混合起来，似乎丝毫不能改变它们，它们依旧是金和银。波义耳给元素下的定义是：元素是一种物质，它不能分解成更简单的物质，也不能由更简单的物质构成。今天我们知道元素有106种，其中在自然界存在的只有92种。其余的是在本世纪从核反应中合成出来的。波义耳说元素远比四要素多，他说对了！

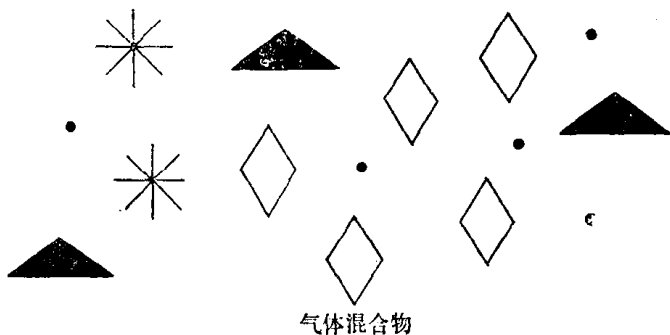
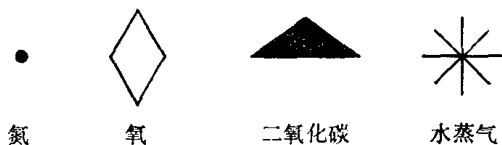
新原子说取代旧原子说

波义耳没有深入研究构成元素的各种物质的情况。另一位英国化学家约翰·道尔顿做了这项工作。道尔顿生于1766，死于1844年。大约与道尔顿同时，有几个化学家象波义耳一样，正在做空气中的气体的实验。当时，这些气体中的氧、氢、（二氧化碳中的）碳和氮已经被鉴定并分离出来了。

道尔顿非常注意元素的新概念。他知道有些气体只由一

种元素构成，如氧气和氢气就是如此——每种气体只由一种原子构成。他还知道，其它一些气体如二氧化碳，则由一种以上的元素构成，它是由碳元素和氧元素构成的。

道尔顿更进而了解到，有些气体比其它气体轻。例如氢气就比氧和二氧化碳都轻。氧比二氧化碳轻，但比氢重。空气里的各种气体既然有轻有重，那么它们为什么不会形成各种气体层呢？这点颇为费解。道尔顿推想，二氧化碳是一种较重的气体，它应该位于空气的底层，上面各层应该由越来越轻的气体组成。道尔顿甚至还试着做了一个模型，以便更好地理解大气的气体。他把水和油混合在一起，但每次两者都分开，较轻的油浮在上面。道尔顿认为空气中的气体按理说也应该这样排列。他的模型有什么错误吗？



但是道尔顿知道，一般来说，空气经常是不同气体的混合物。法国化学家盖-吕萨克曾乘气球在巴黎上空升高几千英尺，并在不同高度采集了空气标本。他将这些标本与他在巴黎沿街采集的标本比较的时候，发现两者只有微小的差别，当然没有象道尔顿的推理所提示的差别那么大。



约翰·道尔顿提出过一种化学符号体系。他这种体系有何缺点？

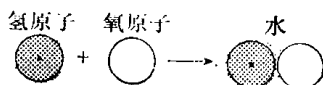
道尔顿只能想出一种似乎合理的解释：构成空气中各种气体的元素必定是由无数原子组成的，这些原子容易混合。可是道尔顿和德谟克利特一样，既看不见也抓不到这些原子，因此他只能在纸上而不是在实验室中做他的“实验”。他用图画来代表各种原子，不过他不是要画出想象中的原子的形象，他用图画来描述原子的行为。

他用黑点代表氮，菱形代表氧，黑三角代表二氧化碳，星号代表水蒸气。他把这些气体符号混合起来(如上图)，表示大气里的气体必定是这样混合的。

正象德谟克利特老早就设想过的那样，道尔顿也设想，任何一种元素的原子一定不同于任一其它元素的原子。但怎样不同呢？是形状不同？还是质量不同？同样，他看不到原子，于是也就发现不了它们的差别，但是他想象每种元素的所有原子都是不能再分得更小的小球。接着他用图解的办法把这个想法表达出来。

他将符号画得彼此不同，借以暗示每种元素的原子都不一样，但同一元素的原子却完全相同。

道尔顿认为，当一种物质变化的时候，组成这种物质的原子一定与不同元素的原子结合在一起了。当构成氢气的原子与氧原子结合的时候，就形成一种全然不同的物质——水。这两种气态物质虽有某种变化，但两种气体的单个原子仍保持其特性。道尔顿将构成水的原子画成这样，一个氧原子与一个氢原子结合在一起：



道尔顿说，当氢原子与氧原子结合时，它们形成一个水的“复合原子”。道尔顿说的不完全正确。是两个氢原子与一个氧原子结合形成水。

意大利化学家阿·阿弗加德罗（1776—1856）对道尔顿的“复合原子”到底是什么样子做了解释。他称它们为分子。并说分子是物质最小的微粒，但仍具有该物质的特性。

公元前450年左右由德谟克利特描绘的物质的旧粒子观，由道尔顿作了新的解释。到1844年道尔顿逝世的时候，全世界的科学家都开始接受原子和分子的概念了。但是物质的原子观尚需经受许多考验，并不断加以改进。譬如，几乎每个化学家都在提出这样的疑难问题：两个或两个以上的原子怎样结合在一起形成一个分子？另一个问题是：是什么样的神秘力量，能在某一时刻将原子牢牢地结合起来，在另一时刻又将它们释放，使之各奔东西？要解答这些问题，必须首先对原子模型做出更详尽的解释。

科学家必须以当时还不知道的手段来发现有关这类小粒子的大量新情况，这类小粒子既看不到，也不能称量，也无法描绘，或者象德漠克利特曾设想的那样，也无法破碎。

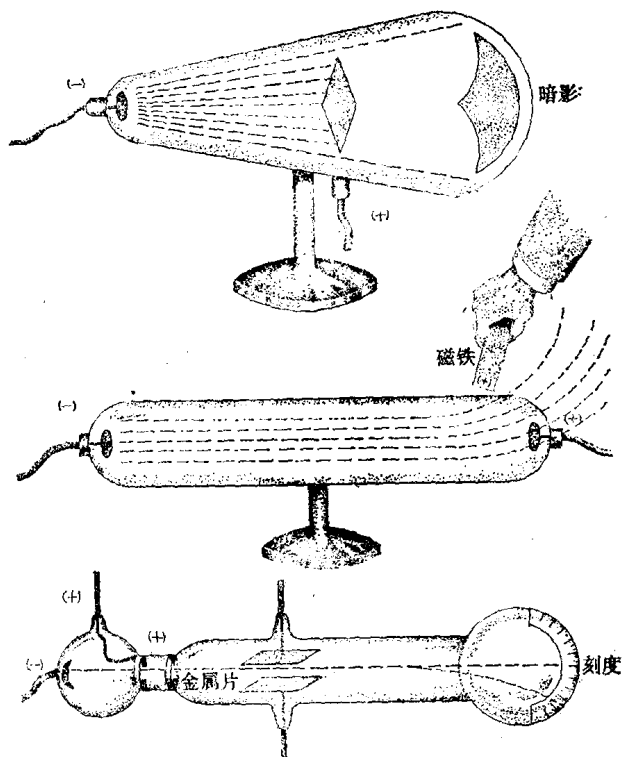
解剖原子

19世纪末期人们仍不了解电的本质是什么。人们只知道电能做些什么。让我们来察看一下下面的情况。

将一只气球充气，扎紧，不使跑气。用一块呢绒或在羊毛毯子上使劲摩擦气球，将气球各处都摩擦一遍，不要只擦一面。现在将球按在墙上或门上，然后松开手。你以前也许做过这个实验，所以当气球贴在墙上的时候你也许不感到惊讶。可是它怎么会贴在墙上呢？是什么使得气球的粒子紧紧粘住了墙或门的粒子呢？科学家在进一步认识原子之前无法回答这些问题。

19世纪做电学实验的科学家中间，有一位英国物理学家，他就是杰·杰·汤姆逊(1856—1940)。

20年来，汤姆逊一直想知道，当电通过真空状态时会出现什么情况。他使用的设备是一只抽掉空气形成真空的封闭玻璃管。当他使电流从真空管的一端流入，并从另一端流出时，真空管的一部分发出一种神秘的绿光。电正在通过真空管并引起发光，可是电怎么发的光？不管怎么说，电在流动，也许是以某种射线的形式流动，它是直线传播的，因为在真空管里放一物体就能投出影来。如果电的传播不规则，也就不会投出影来。见下图(一)



汤姆逊和其他人发现，在真空管附近放一块强磁铁能使射线偏离其直线轨迹。他们知道光不会这样弯曲，所以在管内流动的未知的带电的“某某物”不会是光线，但也不象是某种气体、液体或固体。汤姆逊认为它是第四种物质，辐射物质。

“某种物质”在真空管里的流向能够被磁铁偏转这个事实给了我们两个启示：(1)它是由**粒子**构成的，不是光线。

(2)既然粒子对磁体有反应，这些粒子一定是**带电的**。(你在这一章的后面会看到，怎样利用磁铁来检验在电线中流动

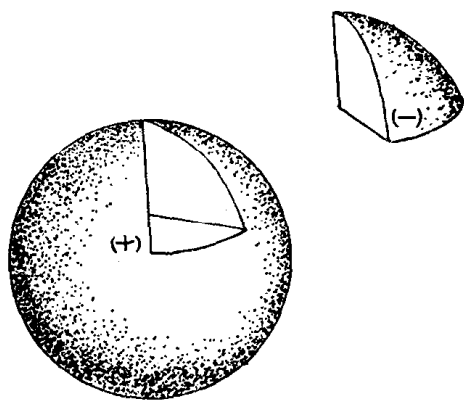
的电流。)汤姆逊推理说,假若它们是带电粒子流,那么电场也会使它们偏转。汤姆逊使用了一个类似图(二)那样的仪器,证明粒子肯定带电。当粒子流从连接着高压电源的两片金属片之间通过时,粒子的轨迹变成曲线。偏转的程度可以在管子末端的刻度表上读出,见该图(三)。

汤姆逊最后的结论是,存在一种比原子更小的粒子。这些小粒子受正磁场和正电场的吸引,因此这些粒子带负电。汤姆逊说,这些粒子是物质的无限小的微粒,而且所有这样的微粒的大小和轻重都一样。今天我们称这些原子的小微粒为电子。在测量了它们的质量以后,我们发现电子实在太小了,它只有氢原子的1/1850那样重。

汤姆逊在很重要的一点上改变了物质的粒子模型。首先,他证明原子至少能分解成两个部分。他还发现两部分中较小的那部分是一种带有负电荷的极小的“碎片”,

但是原子的其余部分是什么样的呢?是只有一整块,还是有好几块呢?汤姆逊认为至少还有一块,它带正电,正电恰好抵消了电子所带的负电。

欧内斯特·卢瑟福(1871—1937年)是汤姆逊最有才华的学生之一。在汤姆逊证明电子的存在约20年以后,卢瑟福用实验证明,每个原子的绝大部分质量集中在原子的核心



里，这种核心带正电荷。他称这种带正电荷的核心粒子为质子。实验证明，一个质子的质量和最简单的原子，即氢原子的核心的质量完全相等。然后卢瑟福描述了氢原子的结构，氢原子的中心是由一个质子构成的核，核的周围围绕着由一个电子所形成的负电荷的球体。

卢瑟福的实验表明，原子大部分是空的。假如我们把一个氢原子放大，使它的质子有豌豆那么大的话，那个电子大体上离质子就有50米远。我们所以说“大体上”是因为电子在绕着原子核环游的过程中时而离原子核近些，时而远些。不过，卢瑟福和他以前的其他一些人自幼受的教育认为原子是“实心的”。卢瑟福曾经说：“我那时受的教育让我把原子看作是一个好看的硬家伙，至于它是红的还是灰的，这就因个人爱好不同而异了。”

静电

J·J·汤姆逊曾说，电就是电子的流动。当你接通手电筒开关的时候，就有一股源源不断的电子从电池经过灯泡里的细金属丝流动着，电子继续不断地流动着，直到你关上开关为止。

还有一种电，那种电不是由源源不断流动的带电粒子所组成，它是由静止的带电粒子所构成，因此叫作静电。静电释放的时候，形成一种带电粒子的脉冲（在本例中即电子），几乎一瞬即逝。打闪时你看到的就是这种电，你在地毯上使劲搓脚，然后在你摸其他人的时候，会感到被电轻轻击了一下，这时你感到的也是这种电。在你刚才已经做过的和下面还要

继续做的实验里，你所做的就是将电子从一个物体移至另一个物体，你是在小规模地分解原子。

还记得吗？氢原子是最简单的原子。它的一个电子带一个负电荷，正好与带一个正电荷的质子平衡。不同的电荷的结合使原子不带电。换句话说，整个原子没有电荷。正电荷抵消了负电荷这种情况，就象有人送你二元钱抵消了你欠别人的二元钱一样，最后你在经济上收支平衡，不盈也不亏。

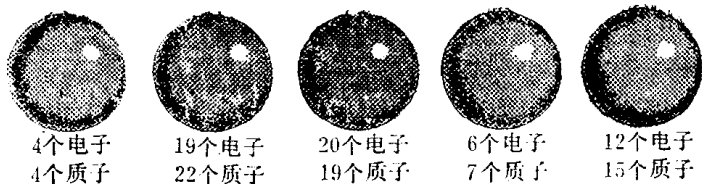
可是氢原子如果失去它的一个电子会出现什么情况呢？取走一个负电荷，由于这个原子剩下一个正电荷，因此它就不再是不带电的了。

将磁棒的两个同极放在一起会出现什么情况？将用呢绒摩擦过的两个气球并排放在一起会出现什么情况？假设我们将两个质子并排放在一起，它们就要互相排斥、离开。两个电子放在一起，就会排斥。但是将一个电子和一个质子放在一起，它们会互相吸引，就象磁棒的异极一样，就象用呢绒摩擦过的气球被墙或门吸住一样。

原子有许多不同的种类。氢只有一个质子和一个电子。氦有四个质子和四个电子。其它原子的质子和电子就更多了。例如，一个氧原子有八个电子和八个质子。硫有16个电子和16个质子。所有中性原子都是这种结构，质子和电子数目相等。每个原子都是电中性的。除非是出现什么情况改变了电子的数目。出现这种情况时原子就带电了。这时原子就变成了离子。

〈想一想〉

下面图里，哪些是原子，哪些是离子？它们各带多少正电荷？多少负电荷？（正规的答案是+2或-1。）



前面讲过，当你用呢绒摩擦气球的时候，气球的原子发生变化。当你在地毯上搓脚，然后再摸别人时，所发生的是同样的变化。地毯原子上的一些电子被刮下来附在你的身体上。用呢绒摩擦气球也一样，呢绒原子的一些电子被刮下来附在气球上。由于呢绒和地毯都丢失了电子，因此它们的一些原子就有了电荷。他们带的是什么电荷，正电荷还是负电荷？

在搓脚和摩擦之后，你和气球身上都带上了一些刮下来的多余的电子。你和气球带什么电荷？

气球能粘在墙上或门上，是因为它多余的电子被墙或门的质子吸住了。同时气球的过剩电子也在排斥墙上的电子。只要气球的电荷足够强，气球就能粘在墙或门上。气球电荷的强度取决于它带的过剩电子的多少。如果你给与气球的电荷较强（如果室内干燥），气球也许会在墙上粘好几个小时才失去电荷。气球一旦不带电，重新变成电中性时，它就要落下来掉在地上。

〈想一想〉

一个物体失去电荷这句话是什么意思？（回答的时候用“原子”、“电子”、“质子”和“离子”这些词。）

如果你有一个硬橡皮梳子，用一块呢绒用力摩擦它，然后把它靠近一个悬挂着的、也用呢绒摩擦过的带电气球。你