



多才多艺 的原子

广东科技出版社

多才多艺的原子

王辑梧 陈乐生 编

广东科技出版社

多才多艺的原子

王辑梧 陈乐生 编

*

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 3.875印张 83,000字

1980年10月第1版 1980年10月第1次印刷

印数1—2,600册

书号13182·34 定价0.34元

目 录

一、小小的原子	1
原子不可分割吗?	1
原子发出的射线	3
原子的结构	6
现代点金术	9
原子能从哪儿来?	14
二、原子的裂变能	18
太慢和太快	18
让原子裂变听人使唤	23
自动再生的核燃料	27
核电站危险吗?	30
三、原子的聚变能	36
太阳和氢弹	36
可以“煮海”的燃料	39
“磁瓶”和点火	41
未来的热核电站	46
四、工业的革新者	50
打着“灯笼”的原子	50
原子检查员	54

能改变分子结构的原子·····	58
释放被禁锢的气和油·····	62
五、在田园工作的原子·····	67
农业不能没有水·····	67
农家宝·····	70
在田园中旅行的示踪原子·····	73
变种和杀虫·····	76
保存农产品·····	79
六、大夫的助手 ·····	82
原子帮助诊断·····	82
射线疗法·····	86
核动力心脏·····	88
监测污染的原子尖兵·····	91
七、原子在天上、地下和海中·····	94
小巧可靠的核电站·····	94
行星工程·····	97
原子钟·····	101
海中的核动力·····	108
八、未来的原子 ·····	105
核火箭·····	105
月球城市和海底城市·····	108
叫海洋交出宝藏·····	112
控制气候和地震·····	115
原子能联合企业·····	117

一、小小的原子

原子不可分割吗？

提起原子，许多人不由得联想到“最新的”、“现代化的”、“未来的”这些概念。其实，“原子”这个词大约在 2500 年以前就有了。不过，它曾经被人遗忘了很长一段时间。

公元前四、五世纪，希腊已出现了许多专门从事科学研究的学者，他们研究各种各样科学，包括天文、地理、数学、哲学等方面的问题，自然，也研究了关于物质构造的问题。当时，他们认为，把一种物质打成碎块，再研成粉末，使粉末再分解成更细的粉末……，这样一直分解下去，最后物质总会变成一些不可再分割的微粒，这种不可再分割的微粒就叫做原子。在希腊文里，原子的意思就是“不可分割的”。

一切物质都由原子构成，原子是不可再分割的非常单纯的粒子，被一种“粒子之力”结合在一起，由原子构成的物质在不停地运动着，这就是古希腊的原子学说。这个学说是哲学家德谟克利特提出的。

可惜这个学说没有得到发展，很快就被人们忘掉了。

一直到十七世纪，原子学说才重新被人提出，这时候的原子学说跟一千多年前的大同小异，还是认为原子是物质不可再分割的最小微粒。虽然这个学说还非常不完善，但已可

用来解释不少物理和化学现象了。

随着科学的发展，原子不可分割论渐渐站不住脚了。1880年，有一个叫克鲁克斯的科学家在一个会上向大家表演了一个实验，他在一个真空管的两端安上两个金属电极，当通上高压电流后，真空管里的阴极即发出一种看不见的射线，这射线打在荧光物质上能产生荧光，因为这射线是阴极发出的，所以就叫做阴极射线。许多实验结果还说明，阴极射线是带负电的微粒子流，这种带负电的微粒子被叫做电子。后来不管用什么别的物质做阴极，同样有阴极射线发出，这说明一切物质里都有电子。既然电子存在于一切物质之中，

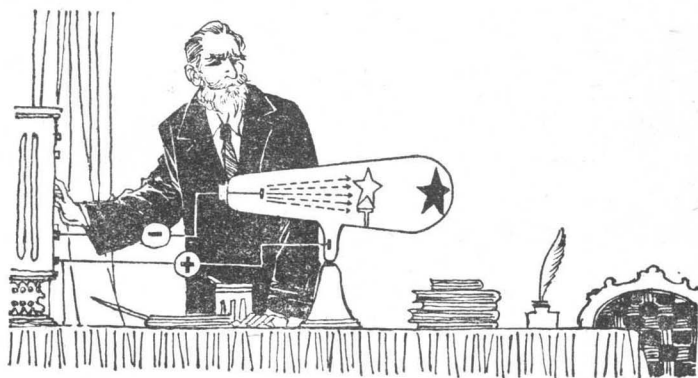


图1 阴极射线

它应当是原子的一个组成部分，而且原子中还应当有一个电量和电子相等的带正电的部分，这样整个原子才可能呈现中性。

电子的出现使“原子不可分割”论开始动摇了。那么原子的结构到底是怎样的呢？先不忙下结论，接二连三的新发

现说明，事情远不是那样简单的。

原子发出的射线

发现电子15年以后，德国的物理学家伦琴在研究阴极射线时发现，在高电压下，阴极射线打在金属板上会发出一种看不见的射线，这种射线有惊人的穿透力，可以穿过黑色厚纸使照相底片感光，甚至可以把人体的骨骼都显示在底片上，这种奇妙的射线，就是今天大家熟知的X射线。

X射线引起了许多科学家的兴趣，有一个叫贝克勒尔的法国科学家认为，在阳光的作用下，物质也会发出X射线。为了证明这一点，他把各种物质放到阳光下，而物质底下压着用厚黑纸包着的照相底片，如果阳光激发物质发出X射线，这射线就会使下面黑纸包着的底片感光。在进行这项研究时，贝克勒尔用了当时还很少人知道的铀化合物。经过太阳曝晒的铀化合物的确使底片感光了，最初贝克勒尔自然认为是太阳光使铀发出的X射线引起底片感光的。

幸好一件偶然的事情使贝克勒尔没有作出错误的结论。

一个阴天，他把做实验用的铀化合物和用黑纸包着的照相底片放到抽屉里，一把钥匙也无意地被扔到了黑纸上。过了几天，他把底片从抽屉里拿出来，一检查，底片居然感光了，上面清清楚楚地印着一把钥匙！在黑暗的抽屉里，是什么使底片感光呢？四周任何光源也没有，只有那些铀化合物，难道是铀使底片感光？可它没有受到太阳光照射怎么会发出X射线呢？贝克勒尔在避光的地方重复做了多次实验，结果证明的确是铀使底片感光的，看来铀在不断自发地发射出一种看不见的射线，并不需要任何外力的激发。



图2 底片竟感光了

这件事震动了整个科学界。当时的女科学家居里夫人对这一发现非常感兴趣，决心要把铀的放射性弄清楚。

科学研究往往是这样，只要路子走对了，对一个现象的研究会引出另一个新的发现，居里夫人在研究铀的放射性时也是这样。她发现用来提取铀的沥青铀矿发出的辐射要比铀本身还大许多倍，这说明沥青铀矿里含有一种辐射能力比铀大得多的物质，

她检查了当时所有的已知元素，都没有这么强的辐射力，所以她断定这是一种还没有发现的新元素。

对科学事业的热爱和认真负责的态度使她和她丈夫开始从事一件新的十分艰巨的工作：从几十吨已经提过铀的沥青矿中把新元素提取出来。他们的工作条件非常差，只有一间借来的阴暗潮湿的破板棚当实验室，由于经济拮据，还得出外工作挣钱糊口，料理家务。但是这一对不寻常的夫妇还是挤出一切可用的时间来进行提取新元素的工作。工作又辛苦又紧张，还需要极大的毅力。两年以后，他们终于提出了一种放射性比铀强400倍的新元素，为了纪念居里夫人的祖国波兰，把这种元素叫做“钋”。



图3 居里夫妇在简陋的实验室里

但是事情还没有完。居里夫妇发现他们提出的元素中含钋部分有比钋更强的放射性，这使他们不得不继续进行工作，终于在几年后从两吨废矿渣中提出了0.1克极纯净的氯化镭，再过八年又获得了金属镭，镭在拉丁文里就是“放射”的意思。

跟着，一种又一种的放射性元素被发现。无数的实验还证明了放射性元素自动

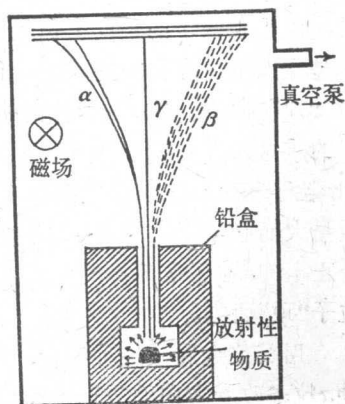


图4 原子发出的三种射线

发出的射线不外三种，那就是 α 射线， β 射线和 γ 射线，并且这些射线都是高速微粒从原子内部飞出所形成的。

原子里不单有电子，放射性的原子还会发出高速微粒所形成的射线，这更说明了原子并不是不可分割的，这个时候，“原子不可分割论”才彻底地破灭了。

原子的结构

那么原子的结构到底是怎样的呢？它是由哪些“砖块”构成的呢？

1906年，英国的物理学家卢瑟福做了这么一个实验：他用高速的 α 粒子也就是形成 α 射线的粒子去轰击金属薄片，结果出现三种情况：绝大多数 α 粒子如入无人之境，顺利地通过了金属薄片，有少数偏离了原来的方向，而有个别竟给“顶”回头来，这是怎么一回事呢？对于第一种情况，可见金属里很“空”，大多数 α 粒子可轻而易举地通过，也就是说，以小于原子的尺度去衡量，金属的结构大部分是空隙，可是金属里也存在一些粒子，正是这些粒子使 α 粒子偏离或给“顶”回来。使 α 粒子转向的粒子不可能是电子，因为电子的质量只有 α 粒子的几千分之一，它阻碍不了 α 粒子，它和 α 粒子相碰，必然要让路， α 粒子碰到的应当是一种比 α 粒子质量大而且带正电的粒子，这样才可能把从旁边“擦”过的也带正电的 α 粒子排斥得偏离原来方向，或者把迎面撞来的 α 粒子“顶”回去。

用其他金属做这种实验，结果也是一样。卢瑟福把这种使 α 粒子改变方向的带正电的粒子叫做原子核。据此他提出了原子结构模型。他认为原子的中心是带正电的原子核，原子

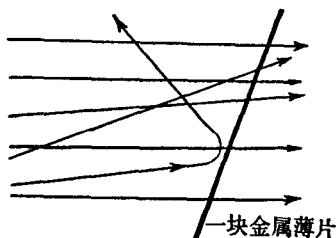


图5 高速 α 粒子轰击金属薄片

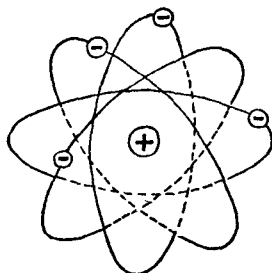


图6 卢瑟福的原子结构模型

核占了整个原子的99%以上的质量，核外有带负电的电子绕核旋转，就象行星绕太阳旋转一样。电子比原子核小得多，电子和原子核之间以原子尺度来看是“广阔的”空间，打个比方来说，如果把原子比做一个大运动场，那么原子核就好比运动场中心的一颗小黄豆，电子好比在场外周旋转的一颗颗小灰尘，其余就都是空无一物的地带了。这个比方还不够确切，原子是立体的，电子是沿不同平面的轨道绕核旋转的。

所以说，无论是我们看来多么致密的物质，它里面也还是空空洞洞的。不过，也幸亏是这样，否则许多事情将难以设想。例如在宇宙中有一种“白矮星”，由于巨大的压力，它所有原子的电子全被压到和原子核挤在一块儿，失去了原来的空间，因此“白矮星”上的物质质量大得惊人，拿一立方厘米到地球上称一称就有36吨重！

我们再回头看放射性元素，现在很容易看出， α 射线、 β 射线和 γ 射线都是从原子核发出的，也就是说，原子核也是可以分割的。

后来许多实验证明了原子核是由质子和中子构成的，所

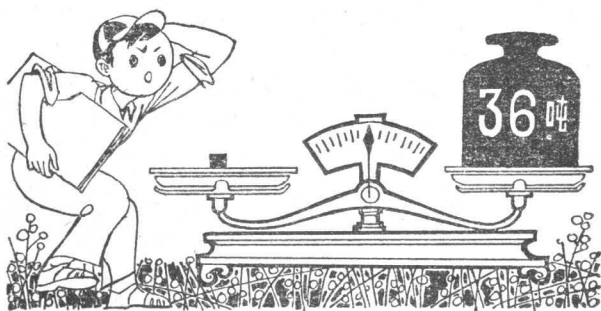


图7 “白矮星”上的物质

以质子和中子也合称核子。质子带正电，电量和电子相等，原子核中的质子数和电子数相等，这样整个原子呈中性。中子不带电，它的质量和质子相仿，等于电子的1840倍。

那么原子有多大呢？原子的半径大约是 10^{-8} 厘米，而中等的原子核的半径只有 10^{-13} 厘米，天然元素中最大的铀核半

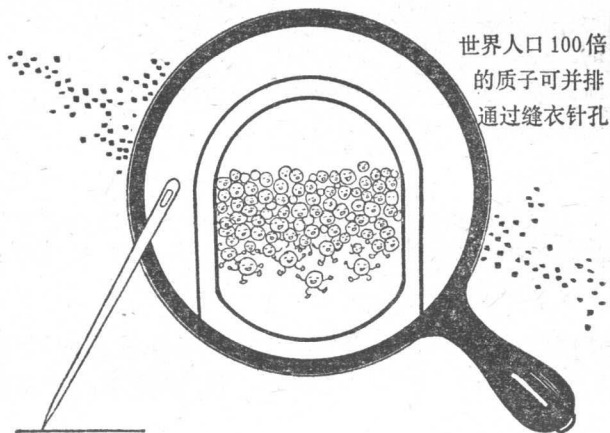


图8 相当于世界人口100倍的质子可并排通过针孔

径才 9×10^{-13} 厘米。质子和中子就更小了，它们的直径才 10^{-13} 厘米，这很难想象有多大，打个比方吧，如果全世界所有的人，每人拿出100个质子来，让这所有的质子列成一排，还能整排穿过缝衣针的针孔哩。

至此，原子的结构已被描绘出一个轮廓，看来似乎并不复杂。可是我们不能以静的观点去看原子，一切事物都在变化，原子也不例外，小小的原子核真可谓变幻无穷，这些变化带来许多惊天动地的奇迹。我们下面所谈的几乎无一不和原子核的变化有关。

现代点金术

中世纪的欧洲盛行着炼金术之风。那些炼金术士们深信一种金属加以适当的处理可以转变成另一种金属，也就是说，诸如铅、铜等较易得的金属可以转变成金子和银子这样的贵金属，于是他们不辞劳苦地用各种器皿和物质进行实验和研究，期望找到一种“点金石”。炼金术士们总是以失败而告终，“点金石”从来也没有被找到过。可是在他们的工作中却包含着许多化学实验，这些实验的结果为以后的化学学科发展打下了一些基础。

在外力的作用下，最容易改变的是原子外面的电子层，在一切化学反应中，仅仅是原子的电子层起变化，原子核一点也没改变。例如一个氯原子和一个钠原子结合成氯化钠分子时，是由钠把最外面一个电子给了氯，这样钠少了一个电子变成带正电，氯多了一个电子变成带负电，它们互相吸引连结到一块，形成了氯化钠分子，在氯化钠分子中，氯和钠的原子核是保持原状的。

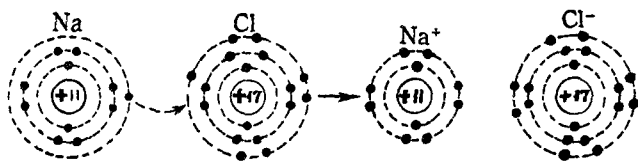


图9 氯化钠分子的形成

要是原子核起变化，那会出现什么情况呢？这种变化可以使一种原子变成另一种原子，这正是中世纪的炼金术士们梦寐以求的。现代的炼金术士——原子物理学家已有种种办法去改变原子核，把一种元素变成另一种元素。

1869年，俄国科学家门捷列夫在对元素的化学和物理性质作了深刻的研究后列出了一个表，在表中所有的元素按原子量排列，这么一来，发现了一个有趣的情况；元素的化学性质和物理性质会周期性地重复出现，这个表被叫做门捷列夫元素周期表。

后来知道，一种元素在表中的原子序数恰好等于这种元素原子核外旋转的电子数，也就是恰好等于原子核中的质子数。例如，铁，它在周期表中是第26号，也就是原子序数等于26，它的原子有26个电子，原子核中有26个质子。

现在不难弄清现代点金术的道理了，一种元素的原子核多了一个质子，就变成它在周期表中后一号的元素，少了一个质子，就变成它在周期表中前一号的元素。象原子序数为6的元素碳，它的原子核得到一个质子就变成原子序数为7的氮，失去一个质子，就变成原子序数为5的硼。

科学家用质子的质量来做“称”原子的基本单位，说得更确切些，是用碳¹²原子质量的十二分之一做原子质量单位，也有用氧原子的十六分之一来做原子的质量单位的，叫做氧

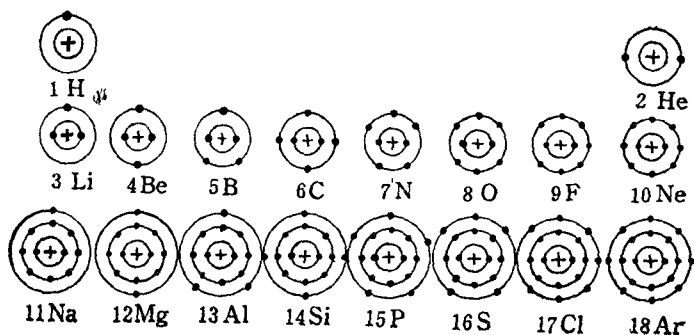


图10 元素周期表中的第1、2、3周期

单位。从不大精确的要求来说，一个质子等于一个原子质量单位，一个中子也等于一个质量单位。显而易见，如果因为电子的质量比起质子来小到可以忽略不计的话，用原子质量单位计，一个原子的质量应该就是原子核里的质子和中子之和，应该是整数，那么为什么元素周期表上许多元素的原子量都带有小数呢？

原来大多数元素都并非独生子，都有自己的“兄弟”，同种元素的兄弟原子序数一样，即质子数相等，但中子数不同。质子数相等，中子数不相等的元素有一个专门的名称，叫做“同位素”，因为它们周期表上同占一格。拿氢来说吧，它有三种同位素，一种是氢，它的核只

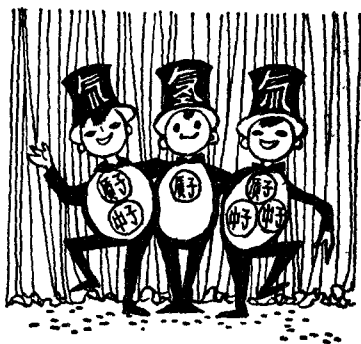


图11 氢的同位素三兄弟

有一个质子，一种是氘，它有一个质子和一个中子，还有一种是氚，它有一个质子和两个中子。在周期表上氢的原子量是 1.008，这是氢、氘、氚三种原子量的平均值。表上其他元素的原子量之所以有小数，也是因为取其同位素的平均值才出现的。

一种元素，它的同位素可能有的有放射性，有的没有放射性，象碳¹²没有放射性，碳¹⁴就有放射性，有放射性的同位素就叫做“放射性同位素”。

放射性元素发出 α 射线、 β 射线和 γ 射线。已经知道， α 粒子就是氦的原子核，带正电，它由两个质子和两个中子组成， β 粒子是电子，带负电，而 γ 射线是由光子组成的，光子是质量几乎等于零的粒子，不带电。也许有人会问，既然射线是从原子核发出的，原子核由质子和中子组成，又何来 β 粒子和 γ 粒子呢？这正说明了原子核里的千变万化，这些粒子是在原子核中转化而产生的，但一经产生便立即飞出，并不留在核子里。一个中子会发出一个 β 粒子而转化成一个质子。现在自然会推想到这样的结果：放射性元素发出一个 α 粒子，原子核里便少了两个质子和两个中子，发出一个 β 粒子，原子核里便多了一个质子，而少了一个中子，这样原子核应当转变成为另一种元素的原子核。

事实正是这样。

把一点镭盐放在一个密封的容器里，过了一段时间，里面便出现了两种原来没有的气体，一种是氦，一种是氢。根据前面所说的，不难弄清这个变化过程。镭发出 α 射线， α 粒子是氦核，它飞出后吸收了两个电子便成为氦，而镭发出了一个 α 粒子，就少了两个质子，原子序数也少了两号，成为它在周期表上前两格的钍。再说碳¹⁴，它发出 β 射线，当一