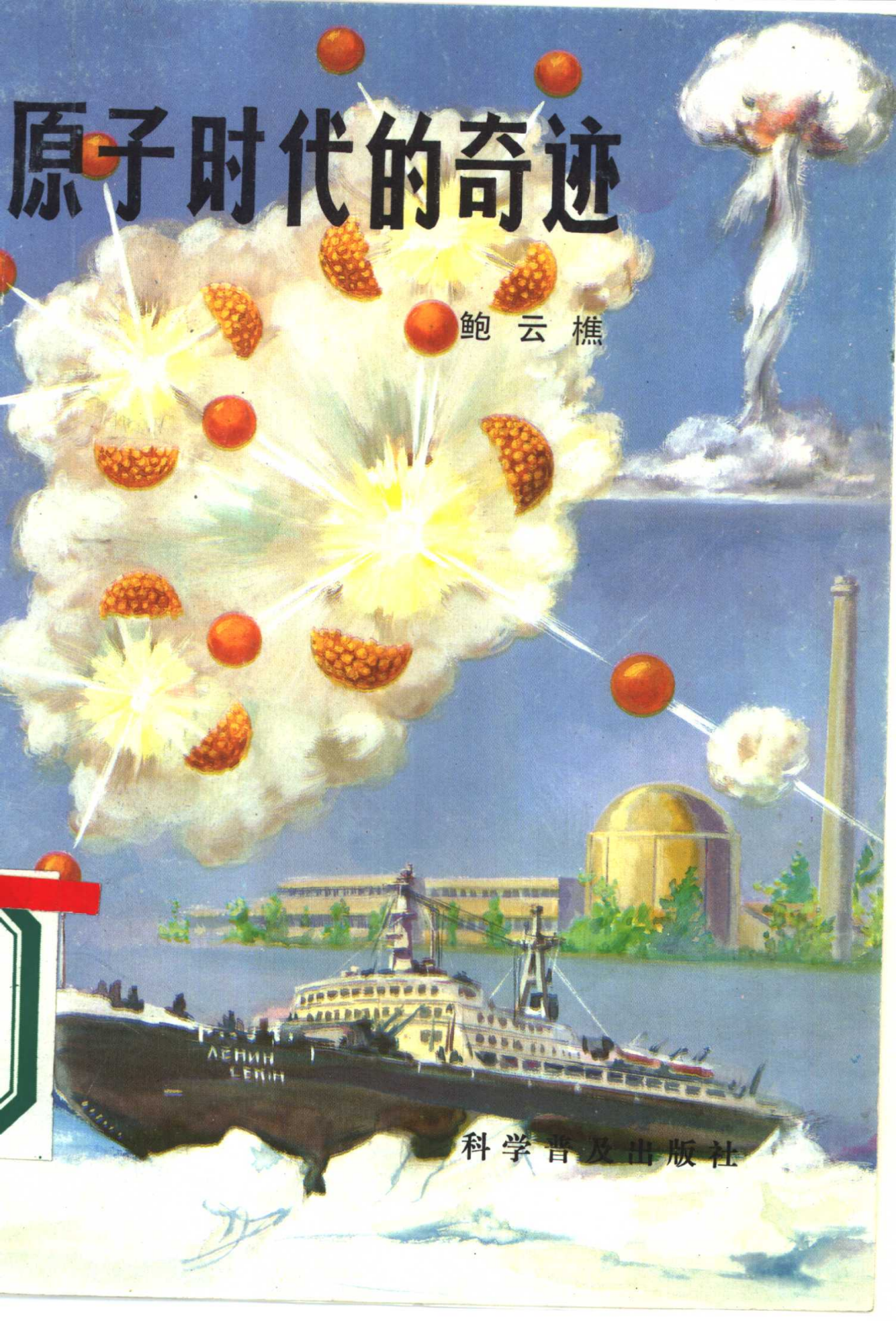


原子时代的奇迹

鲍云樵



科学普及出版社

原子时代的奇迹

鲍云樵 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书将向读者揭示曾被封锁在原子铁幕之后的许多奇迹。譬如,神秘的放射线是怎样发现的,怎样揭示核裂变之谜,第一座核火堆是怎样“点燃”的,核反应堆“化石”是怎样发现的,原子弹怎样小型化,氢弹的奥秘,揭示中子弹的神秘面纱,潜艇之王的秘密,巧夺天工的海底核电站,神奇的太空核反应堆和原子破碎机,星际航行之母——核动力火箭,核能炼钢,燃料越烧越多的核电站,神出鬼没的核侦探,辐射育种和保鲜,辐照治虫和治病,消防前沿的核哨兵,奇妙的原子电池,能考古的核时钟,新奇的中子照相……。

原 子 时 代 的 奇 迹

鲍云樵 编著

责任编辑:高宝成

封面设计:王序德

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

北京市密云县印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 6.1875 字数: 140千字

1987年2月第一版 1987年2月第一次印刷

印数: 1—4,000 册 定价: 1.20元

统一书号: 15051·1207 本社书号: 1343

前 言

原子能的广泛应用，标志着近代科学进入了崭新的原子时代。以揭示原子内幕为开端，短短几十年间，原子世界经历了传奇式的变迁。

十九世纪末，原子科学家收到了发自原子内部的信息——X光；接着发现了神秘的放射线和放射元素，使人们首次感受到原子核能的伟力；随后又揭示了核裂变之谜，打开了巨大的原子能库。

进入二十世纪四十年代后。一九四二年，在费米主持下实现了人类首次驾驭原子核能的伟大壮举，终于找到了驯服原子烈马的有效途径。

但是，在战火纷飞的年代里，人类智慧的结晶，首先被用来制造威力无比的杀人武器——核弹。一九四五年，第一颗原子弹问世，接着又出现了威力更大的氢弹。从此，核技术与核武器一道，被核大国送进了“保险柜”，成为核垄断的资本。在核角逐中，核潜艇、核军舰也相继诞生，成为强大的海上核威慑力量。

然而，在原子科学的花园里，满园春色是关不住的。一九五一年，世界上诞生了第一座核电站。当时，它虽然很幼小，勉强能点亮一排房子里的电灯，但却象一支傲雪开放的迎春花，向人们报道原子科学春天到来的喜讯。

此后，奇迹接踵而来。一九五九年，出现了世界上第一艘原子破冰船；一九六〇年，诞生了第一艘核动力商船；核电站成了当代电力工业的生力军；核能炼钢和核供热向人们

展示了核能利用的美好前景；神通广大的放射性同位素在为人
类服务中大显身手。工业上的射线无损检验、示踪原子检
测；农业上的辐射育种、辐射治虫；医学上的辐射治癌、射
线诊断等等，都取得了出色的成果。此外，中子照相、原子
电池、核时钟的应用又创造了新的奇迹。

在向核子世界进军中，科学家打开了比原子核小得多的
核子新天地，驱使小小的核子为人类服务，并且找到了征服
核子的强大武器——粒子加速器。

本书向读者展示原子时代的种种奇迹。这些都是大家过
去一直想知道，但又未曾知道的奥秘。随着原子科学的发展
和普及，原来被核大国封锁着的原子大门，今天已被砸开了。
让我们到这奇异的天地里，作一番有趣的游历吧！

本书由于盛萍同志插图，特此致谢。

作 者

一九八六年六月 于北京

目 录

一、原子世界传奇..... (1)	原子弹的奥秘..... (41)
谁最早命名“原子”的	核武器小型化..... (44)
..... (1)	五、氢弹的奥秘..... (46)
在邪说统治的年代里	一场官司..... (46)
..... (2)	氢弹工作原理..... (47)
原子学说活跃时期	氢弹的秘密..... (48)
..... (3)	六、神秘的中子弹..... (52)
揭示原子的内幕..... (5)	核角逐的产儿..... (52)
打开核能宝库..... (11)	识破庐山真面目..... (54)
向核子世界进军..... (19)	特殊的威力..... (56)
二、首次驾驭原子能的伟	防护妙法..... (58)
大壮举..... (21)	七、核潜艇的崛起..... (60)
原子时代的先驱..... (21)	水下“怪物”之谜..... (60)
现代“点金术”..... (22)	潜艇的演变..... (62)
别开生面的实验..... (24)	第一艘核潜艇出世
登上了“新大陆”	 (63)
..... (26)	核发动机的奥秘..... (66)
三、揭示天然原子反应堆之谜	水下核角逐..... (67)
..... (30)	八、潜艇之王——三叉戟核
令人惊讶的发现..... (30)	潜艇..... (69)
大自然的杰作..... (31)	奇特的艇型..... (69)
意义重大的研究..... (34)	精良的核发动机..... (70)
四、一鸣惊人的原子弹... (36)	优良的武备..... (71)
核灾难的阴云..... (36)	先进的电子装备..... (72)
历史的见证..... (38)	

风景秀丽的安身之处
..... (75)

九、方兴未艾的核舰船
..... (77)

威力巨大的水面核舰艇
..... (77)

民用核动力船..... (82)

核动力船的未来..... (88)

十、现代能源中的明珠——

核电站..... (90)

非凡的风姿..... (90)

独特的原理..... (91)

能源的新秀..... (95)

十一、别具一格的海底核电
站..... (100)

巧妙的安排..... (100)

特殊的设计..... (101)

十二、精巧的太空核电站
..... (104)

核电源的问世..... (104)

空间电源中的大力士
..... (105)

十三、核动力火箭..... (109)

火星之行..... (109)

新型的核发动机..... (111)

令人向往的未来..... (113)

十四、核能炼钢与核供热
..... (114)

现代炼钢的烦恼..... (114)

核能炼钢..... (116)

理想的高温热源..... (117)

核能与煤的综合利用
..... (121)

核能为化学工业供热
..... (122)

十五、回答能源的挑战
..... (124)

时代的使命..... (124)

核能的今天..... (125)

核能的明天..... (127)

核能的后天..... (128)

十六、神通广大的放射性同
位素..... (132)

人丁兴旺的世族..... (132)

神奇的侦察兵..... (133)

忠实的卫士..... (136)

现代的金睛火眼..... (138)

难得的多面手..... (140)

十七、消防前沿的“哨兵”
..... (147)

可怖的火灾..... (147)

警惕的眼睛..... (149)

探测器的工作原理
..... (150)

严密的自动报警系统
..... (153)

十八、微妙的原子电池
..... (155)

奇特的容貌.....(155)	新颖的照相术.....(170)
非凡的用途.....(157)	关键的设备.....(171)
十九、新颖的核时钟.....(161)	奇特的用途.....(174)
揭破大疑案.....(161)	二十一、强大的粒子加速器
核 漏的奥秘.....(163)	(177)
解开自然之谜.....(166)	奇异的核子世界.....(177)
二十、新奇的中子照相	奥妙的粒子炮.....(178)
.....(169)	兴旺的家族.....(181)
古怪的中子.....(169)	广阔用途.....(187)

一、原子世界传奇

在五光十色的原子时代里，震撼山岳的核武器、举世瞩目的核电站、神出鬼没的核潜艇、神通广大的同位素…，奇迹接踵而来，令人震惊、感叹、称赞。

殊不知这一切惊人成就，竟发源于小小的原子王国里。多少世纪以来，无数科学家在崎岖的科学道路上，前仆后继探索原子国度里的奥秘，打开了原子宝库的大门，造福于世世代代。后人永远铭记着他们的名字，歌颂他们的不朽业绩。让我们沿着历史长河的踪迹，去追寻他们的伟绩吧！

谁最早命名“原子”的

假如问到是谁第一个提出“原子”这个奇特概念的，有人一定会毫不犹豫地回答，应该是二千五百年前的古希腊人德谟克利特。然而，事实上最早提出“原子”一词的是德谟克利特的老师留基伯。只不过德谟克利特对原子下了更具体的定义罢了。

德谟克利特在教导他的学生时指出，从星球到岩石，乃至手指甲等宇宙万物，都是由称之为“原子”的微粒组成的。他举了一个极为生动的实例：如果你不断地锤击一块岩石，使之成为越来越小的碎块，最后成为最小的颗粒便是“原子”。他认为，原子小到既看不见，又摸不着，乃至秤不出重量来。它是坚硬、实心，而不能分割的球体。因此，“原子”的古希腊名字（A-toms）是“不可分割”的意思。

德谟克利特认为世上万物是由不同形态的原子构成的。

譬如，空气和其他的气体是由微小而特轻的原子组成的。水的原子则比气体原子重而大，而且相互间有粘合力。水和其他液体之所以流动性好，是因为它们的原子表面十分圆滑。他还想象，固体的原子自然比气体或液体的原子更大更重。而且，因为固体原子表面十分粗糙，所以一经结合，就很难把它们分离开。

德谟克利特的朴素“原子论”，已经触及了物质结构的本质。但是，因受当时历史条件的限制，他固执地认为，原子是绝对不可分割的，带有顽固的片面性。

中国古时候，也有“一尺之棰，日取其半，万世不竭”之说，这种看法闪烁着朴素的辩证法思想光芒。但这种说法只承认物质的无限性，却还没有看到物质结构里不同层次间的差别。

古希腊人德谟克利特，只是一位思想家，而不是实验家，因此他不能用形象的实验来验证他的思想，致使粗浅的“原子论”无法在人们的头脑中扎根。

在邪说统治的年代里

德谟克利特的“原子说”不能解释千变万化的宇宙万物，因而邪说相继出笼，其中要算“四元素说”的统治年代最久。

亚里斯多德是提出“四元素说”的鼻祖。他认为万物都是由一些原始物质组成的，这些物质可归结为“四种元素”，它们就是土、气、火和水。这四种元素又具有冷、热、干、湿四种性质。

他举例说，木头是由“土”构成的，然而从木头会燃烧

这一点看，可以认为它还含有火和气。这种假科学流传了近两千年之久。

在这些带神秘色彩的邪说影响下，第三世纪在亚历山大里亚盛行着一种试图把贱金属点成金的“炼金术”，当时到处建起了“炼金炉”，炼金术士们疲于奔忙在摆满火炉、风箱、水漏的工场里。最后，一个个弄得疲劳不堪，但金却没有炼成。

在这样漫长的岁月里，虽然偶尔也有人提出过“原子”这些人们不常说的字眼，但还没人敢向“四元素说”公开挑战。原子世界仍处在漫长的冬夜之中。

原子学说活跃时期

到了十七世纪，科学世界送走了黑夜，迎来了黎明，各种发明纷至沓来。最先向“四元素说”发起攻击的是英国化学家罗伯特·波义耳，他在一六六一年严厉地批判了炼金术士们的“鬼说”，呼吁化学应有自身的研究课题，主张抛弃陈旧的“四元素说”，建议把所有物质分成化合物和元素两类。化合物便是能用化学方法将其分解成单质的物质；元素则不能再分解。而且认为世上一定存在着许多种元素，只是不知道到底有多少种而已。

遗憾的是这种闪烁着唯物论光彩的新学说，当时没有很快被世人所接受，而是受到了所谓“燃素”——假科学的干扰。

“燃素”理论，最先是由德国化学家约翰·比赫提出来的，后来由普鲁士王的御医——斯陶耳作了进一步补充。他们认为凡含“燃素”的物质均能燃烧，“燃素”在燃烧中跑掉，剩下的便是灰烬与渣滓。

十七世纪的科学家们，用“燃素说”解释了许多过去似乎无法解释的自然现象和工业技术，结果好象不错。因此，“燃素说”却成了当时指导化学家从事研究的“正确理论”。后来，即使是这个学说的拥护者卡尔·杜勒，绞尽了脑汁，也没有能说明“燃素说”的究竟。

杜勒生活在十八世纪后半叶，他是由一名青年药剂师成长起来的有名化学家。他观察易燃物在空气中燃烧时，发现空气很容易与“燃素”结合，而后就销声匿迹了。最后他想象生成物可能透过密封的玻璃容器，象幽灵一样变得无影无踪了。

十八世纪，法国化学家拉瓦锡通过实验彻底地推翻了“燃素说”。他用磷块在烧瓶中做燃烧试验，然后用“天平”称量燃烧前后物质质量的变化。结果得出了惊人的结论：“沾在瓶壁上的白霜比燃烧前的磷块重”。这对杜勒等“燃素”论者来说，是不可思议的。因为按“燃素”论解释，“燃素”在燃烧过程中，只会越跑越少。显然，他们认为拉瓦锡的结论是荒诞可笑的。

然而，拉瓦锡真理在握，他回答：“烧瓶里失踪了一部分空气并未逃出瓶外，只是在燃烧过程中与磷结合成化合物了”。而且进一步指出：“一切化学反应中的生成物，其重量与参加反应物质的重量绝对相等”。这就系统地阐明了“物质不灭定律”。

十九世纪初，英国化学家约翰·道尔顿，进一步发展了波义耳的元素概念，提出了令人信服的原子概念。他在纸上画了许多代表不同原子的符号，认为一种元素是由相同的原子组成的，不同元素的原子也各不相同。而且指出当木头燃烧时，必然是一种原子与别种原子结合。他认为水是氢与氧

的“复合原子”。当然，以后大家清楚，这种推想是不准确的。因为人们知道水是由两个氢原子与一个氧原子结合而成的，根本不是什么“复合原子”。但是，在当时来说，还是合理的。不过道尔顿常常把分子和原子混为一谈。

十九世纪中叶，另一位科学家卡尼扎罗终于把原子和分子分清了。他指出，原子是组成元素的最小单位，分子是组成化合物的最小单位。全世界科学家都接受了元素、原子和分子的概念。不过，直到十九世纪末，人们还认为原子是坚硬而不能再分的实心球体。科学家们还没有探头瞧见奥妙的原子内幕。但是，他们以辛勤的劳动和坚韧不拔的努力，战胜了荒谬的邪说，迎来了原子世界的黎明。

揭示原子的内幕

电子的发现 最先打开原子小窗的是美国物理学家汤姆逊。十九世纪末，他在做真空管通电发光的实验时，在管外加了一块磁铁，想看看神秘的阴极射线会出现什么怪现象，结果发现射线竟拐了弯。他由此推想这种射线并不是光线，否则它绝不会在磁场作用下转弯。他经过冥思苦索后，认为所谓的阴极射线就是一股带电的微粒流。于是，他把磁极改成电极板，看看会出现什么现象。当神秘的微粒流从两块带电金属板之间通过时，竟向正极弯曲。根据同性相斥，异性相吸的电学基本原理，可以肯定这种微粒流是带负电的。

那么，这种带负电的微粒究竟有多大呢？它的质量又有多少？汤姆逊在进一步做实验中发现，这种微粒的得失，对任何原子的质量来说，都无足轻重。而且，他用金、银、铜、镍等各种金属做阴极，又充以氢、氧、氮等不同气体，

最后测定带电粒子的电荷和质量比值，结果都是一样的。他测得的这种微粒的质量，大约是氢原子质量的二千分之一。还通过测量电场和磁场强度，利用物理定律，计算出了这种微粒飞行速度为每秒三万公里，相当于光速的十分之一。

一八九七年四月三十日，汤姆逊在英国皇家学会演讲时宣布：“阴极射线不是带电的原子，而是比原子小得多的微粒”。这就是最先发现的亚原子结构——电子。它的发现是十九世纪的伟大科学成就之一。从此，人类打开了电子世界的大门。

汤姆逊的业绩一直流传到今天，即使是近代复杂的电视显象管的工作原理，与近百年前汤姆逊用的阴极射线管还是一样的。你要是不信的话，只要取一块磁铁来，放在显象管旁，电视图象便会变形，这是电子束发生了偏移的缘故。

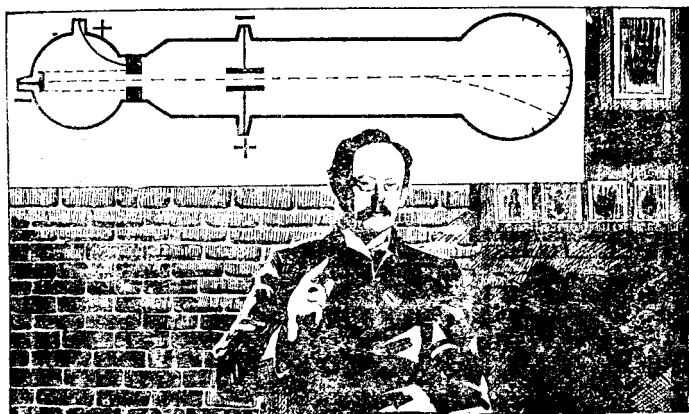


图 1-1 汤姆逊发现电子的实验

汤姆逊推想，原子不只是由电子组成的，否则电子间因

同性相斥原理，会飞散开来。这样，千姿百态的万物也就不复存在了，只能变成到处飞行的电子，原子也根本无法存在。然而，自然界确实是由原子这一砖石砌成的，它呈中性。所以汤姆逊肯定，原子中除电子以外，其余部分必带正电，以便与电子的负电相平衡。否则，原子必然带电。

汤姆逊还认为，电子是在原子中沿圆形轨道旋转的，然而搞不清正电微粒在原子中是如何分布的。他猜想带正电的微粒是分散在原子之中的，这就是原子的“西瓜模型”。这是十分形象的比喻，带电粒子好象西瓜籽一样随机分布在“原子西瓜”之中。但是，汤姆逊老师猜错了，他的学生，新西兰人欧内斯特·卢瑟福，否定了他的结论，作出了正确的解答。

小太阳系原子模型 二十世纪初，科学家卢瑟福做了一次有趣的实验。他利用钍元素会自动地放出氦核粒子的特性，用这种钍“弹”流去轰击一片薄薄的金箔，然后在金箔后面的屏幕上测量结果。最后发现，绝大多数钍“弹”笔直地穿过金箔到达屏幕，好象没有遇到任何障碍似的。但是，在一万个氦核中，竟有一个例外地沿接近直角方向偏离了原飞行方向。

意外的发现使卢瑟福惊喜万分，他对实验现象做了周密分析后指出，绝大部分钍“弹”笔直地穿过金箔，说明金原子内有偌大的空间，而不是实心的。但个别钍“弹”遭到强烈的排斥，证明了金原子中心存在着一个质量比钍“弹”大得多的堡垒。于是，卢瑟福提出了自己的崭新原子模型——小太阳系模型。

卢瑟福认为，原子是由原子核和电子组成的，原子核带正电，电子带负电。而且把原子核比作太阳，而电子好比是

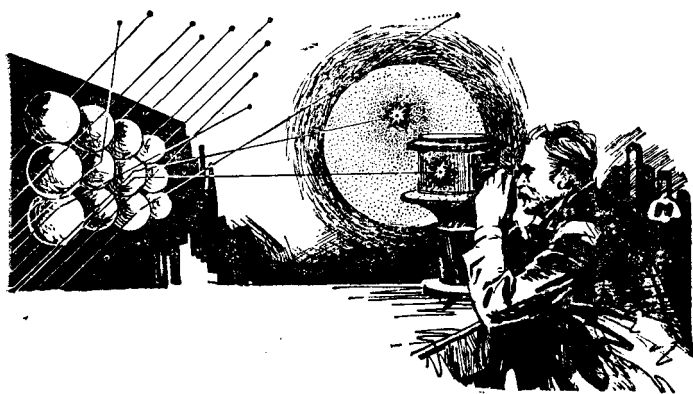


图 1-2 钍“弹”遭受金原子核的排斥

围绕太阳旋转的行星。这种比方真是最合适不过了，它形象地描绘了原子的面目。

我们拿现代的原子观来校核一下。首先，原子核几乎集中了原子的全部质量，而所占的直径却只有原子直径的万分之一，原子内部确似空旷的小太阳系；其次，电子受原子核的静电引力作用，确是沿一定轨道绕核旋转着的，它的地位和行为与太阳系中的行星真是相象极了。一九〇一年，卢瑟福和他的助手盖革、马斯登所做的钍“弹”轰击金箔的杰出实验，揭示了原子世界的最重要一幕。

质子的发现 科学家们根本不满足只知道原子核的存在，而是进一步去探索它的精细结构。开始时，人们以为原子核是由正电子组成的，因此忙着寻找正电子，但一切尝试都失败了。

后来，人们想到宇宙间最简单的原子——氢，它可能是最合适的研究对象。科学家通过实验发现，把氢原子中的仅有一个电子打掉，留下来的就是赤裸裸的氢原子核。那么，是否能将氢原子核再松动一下呢？卢瑟福做了反复尝试，但一再碰壁。一九一四年，他决定放弃这种努力，并提出氢原子核就是一个正电荷单元，它所带电荷与电子相等，但质量却是电子的一千八百三十七倍。卢瑟福把氢原子核称为质子。至于质子的质量为什么比电子的大得多呢？至今还是个谜。

那么，其他元素原子核的组成又是怎样的呢？当时猜想是由一定数量的质子聚合而成的。例如，氦的质量数是氢的四倍，应该有四个质子。但严峻的事实告诉我们，氦原子核的质量数虽然是4，但它的电荷数却只有+2。这告诉人们，氦原子核不是由四个质子组成的，否则电荷数应该是+4。于是，人们想象存在一种质子-电子复合体，它的内部一半是电子，另一半是质子。因为电子的质量小得出奇，所以在质量上不显眼，但电荷上却能抵消掉一半。

科学家们一直为不能自圆其说而苦恼，在二十年代里，他们一直在寻找这种未知的中性粒子。可是，因为它是不显电性的，所以即使存在，也很难发现它。

中子的发现 奇迹终于出现了。一九三〇年，德国物理学家博特和他的合作者贝克尔，用氦核轰击铍时，本想打出质子来，但质子却没有出现，而发出了强辐射。为了测定这种“射线”的性质，他们在“射线”经过的路径上，设置了各种屏障。结果发现这种“射线”有奇特的性能，它能穿透几厘米厚的铅。当时，只知道 γ 射线是穿透力很强的“射线”。因此，他们误认为这种“射线”就是 γ 射线。

一九三二年，著名的物理学家约里奥·居里夫人重复了