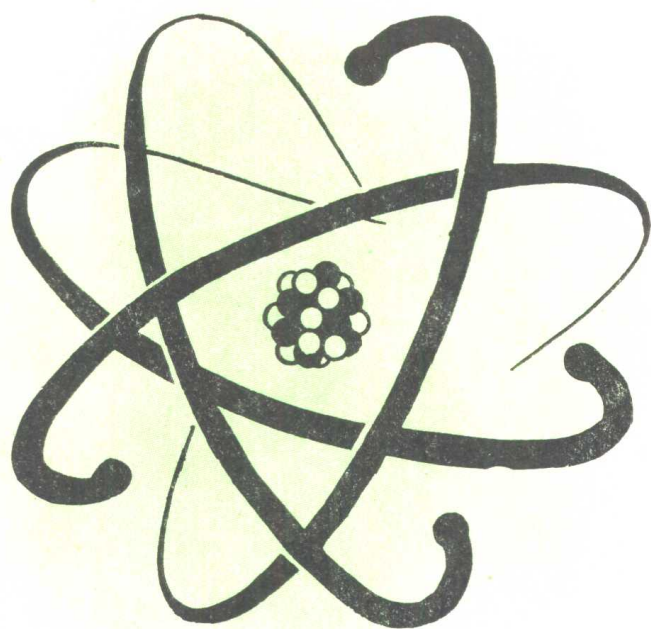




51
们怎样发现了

— 核 能

〔美〕艾·阿西莫夫 著

地 质 出 版 社

我们怎样发现了—— 核 能

[美]艾萨克·阿西莫夫 著

顾 菡 珍 译

地 质 出 版 社

HOW WE FOUND OUT ABOUT NUCLEAR ENERGY

Isaac Asimov

我们怎样发现了——

核 能

〔美〕艾萨克·阿西莫夫 著

顾茵珍 译

*

责任编辑：高 愉

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₃₂ 印张：1³/₁₆ 字数：22,000
1984年12月北京第一版·1984年12月北京第一次印刷

印数：1—18,470册 定价：0.26 元

统一书号：13038·新14

中译本前言

这部小丛书是适合于少年儿童阅读的自然科学普及读物。作者艾萨克·阿西莫夫不但在美国享有盛名，而且是一位蜚声世界科普文坛的巨匠。阿西莫夫于1920年1月2日出生在苏联斯摩棱斯克的彼得洛维奇，双亲是犹太人。他于1923年随父亲迁居美国，1928年入美国籍。四十余年来，共写出了二百五十部脍炙人口的著作，其涉猎领域之广泛令人瞠目：从莎士比亚到科学小说，从恐龙到黑洞……渊博的学识和巨大的成就使他成了一位传奇式的人物。对此，美国著名天文学家兼科普作家卡尔·萨根说过：阿西莫夫“是一位文艺复兴时代的巨人，但是他生活在今天。”

纵观阿西莫夫的主要科普著作，大抵都有这样一些特色：背景广阔，主线鲜明，布局得体，结构严谨，推理严密，叙述生动，史料详尽，进展唯新。这些特色，在他的大部分作品中固然有充分的体现，即使在这部小丛书中同样也随处可见。

《我们怎样发现了——》这部小丛书的缘起也很有意思。作者本人在他的自传第二卷《欢乐如故》中有如下的叙述：1972年2月15日，因患甲状腺癌动了手术，不多日后——

“沃尔克出版公司的米莉森特·塞尔沙姆带着一个很好的主意前来，他建议为小学听众们（按：阿西莫夫经常作各种讲演）编写一部小丛书；这部丛书专门谈科学史，总的题目可以叫《我们怎样发现了——》。

“我热切地抓住了这一想法。……因为科学史早已成了

我的专长。米莉森特提议，这类书也许可以有这样的题目：《我们怎样发现了——地球是圆的》、《我们怎样发现了——电》。我同意两本都写。

“（动过手术）出院后我就开始写作，3月6日，两本书完成了。”

从那以后，阿西莫夫已先后为这部小丛书写了二十来个专题。1983年，地质出版社翻译并出版了第一辑（共十本，书目见封四），现在出版的是第二辑，共包括十一个专题，它们是：

《我们怎样发现了——能》

《我们怎样发现了——核能》

《我们怎样发现了——太阳能》

《我们怎样发现了——煤》

《我们怎样发现了——电》

《我们怎样发现了——石油》

《我们怎样发现了——人的进化》

《我们怎样发现了——生命的起源》

《我们怎样发现了——深海生物》

《我们怎样发现了——地球是圆的》

《我们怎样发现了——彗星》

正如作者在原书中强调指出的那样，这部小丛书的每一本都着重叙述了某项科学技术的“发现过程”。尽管由于作者对东方，特别是对中国古代文化资料了解得不够深入，书中所叙及的史实和情况难免有一定的局限。但是，这套丛书仍不失为科学性、知识性和趣味性都很强的优秀科普读物。热切希望小读者能从了解本书中所讲述的科学“发现过程”中受到激励和启发，勤于学习，勇于实践，成长为未来的发

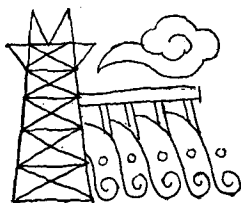
II

明家和创造者。

今天，年逾花甲的阿西莫夫还在不停地写，我们也愿意把他的更多的优秀科普作品介绍给中国广大读者，与原书的作者、译者、编辑、出版者以及读者同享普及科学知识于全人类之乐。

卞毓麟

1984年5月



目 录

1. 电子	1
2. 原子核	7
3. 核能	14
4. 核反应	19
5. 核反应堆	26

1. 电 子

十九世纪时，科学家们认为最小的物质是原子。单个的原子是非常小的，就是在最好的显微镜下也不能见到它。

原子有一百多种，同一种原子组合在一起叫做“元素”。铁是由铁原子组成的，硫是由硫原子组成的，氧是由氧原子组成的等等。铁、硫和氧都是元素。

还有一种东西，似乎不能称其为物质，那就是电。电可以穿过各种固体和液体。它流过导线就能使导线发热；它还能使马达转动等等。由于不能把电看作是由原子组成的，科学家总想弄清楚电到底是什么。

如果能把电从它流过的导线中取出来，那就容易进行了。有时电流能通过空气发出闪光打一个电火花，可是这样的火花不能持续很久，所以也难于研究。此外，由于电火花与组成空气的各种原子混合在一起，就使事情变得更加复杂了。

应该设法使电流通过真空，也就是通过不包含任何东西

甚至连空气也没有的空间。

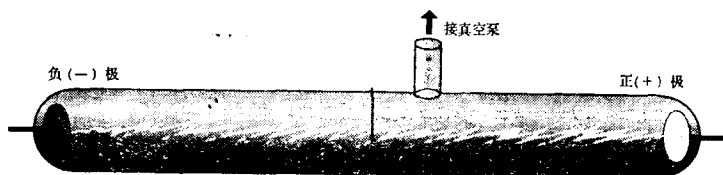
为了这样做，我们需要一个管子并把管中的全部空气抽掉。在管内还要在不同的地方装上两个金属片，这是为了能迫使电流从一个金属片到达另一个金属片。

在一百多年前的1855年，德国发明家海因里希·盖斯勒首先制成了这种真空管。这样，科学家们就能够迫使电流通过真空以进行研究了。他们发现，电在真空中的传导是按直线进行的，因此称它为“射线”或“辐射线”。

他们之所以能分辨出射线，是因为在真空中残留有稀薄的气体，管子会发出微弱的辉光。射线击中玻璃管的地方玻璃发出的辉光更强。

在1876年，德国科学家尤金·戈尔德施泰因把发出辐射线的金属板称为阴极，正由于这个原因把辐射线叫做“阴极射线”。

由于光也是直线传播的，所以有些人把阴极射线看作是一种光。光是由具有一定波长的微小波动组成的，也许阴极射线也是由某种微小波动组成的，只是波长有点不同而已。



真空管

如果用一块磁铁接近真空管，阴极射线的轨迹就会发生弯曲，这怎么会象光呢，光的传播不论有没有磁铁都是直线的。一位法国科学家吉恩·巴普蒂斯特·贝仑在1895年提出阴极射线带有一个电荷。这就是轨迹为什么弯曲的道理——

磁铁有一种能迫使电荷移动的力。

小粒的物质能带一个电荷，可是光就不能了。因此贝仑果断地认为阴极射线是由带电荷的微粒组成的。

在1897年，一位英国科学家约瑟夫·约翰·汤姆森研究了阴极射线弯曲的轨迹，从磁场的强度和轨迹弯曲的程度，他计算出了小粒子的真实重量，使他感到惊奇的是，他发现阴极射线粒子的重量比原子轻得多。一个阴极射线粒子的重量仅是最小原子的一千八百分之一。

由于阴极射线粒子比原子小，所以它们是首先被发现的“亚原子粒子”。因为它们发现于电流中，所以汤姆森称它们为电子。

于是科学家们知道有二种不同类型的粒子，即由微小的原子构成物质，由更微小的电子构成电。那么它们二者之间有联系吗？与阴极射线有关的另一实验回答了这一问题。在1895年，德国科学家威廉·康拉德·伦琴发现，当阴极射线撞击物质时，有一种新的射线形成。这种新的射线本身是看不见的，但它能使某些化学物质发光，还能使照相底片感光，甚至当化学物质或底片藏在一块硬纸板或者是木头的后面时也能发生上述情况。射线能够笔直地通过固态物质。

伦琴不知道这种射线是什么，所以称它为X-射线。

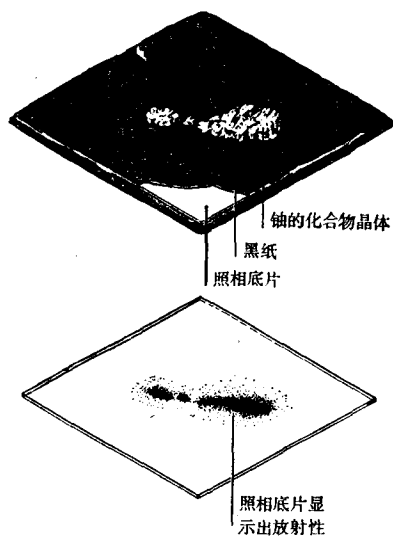
“X”是通常的数学符号，用来表示未知的东西。最终结果表明，X-射线是由与光波相似的波所组成的，只是波长更短而已。

自从伦琴宣布他的发现后，其他科学家也开始在其他地方寻找X-射线。

法国科学家安托万·亨利·贝克勒进行着含铀化合物的研究工作。当太阳光照射铀化合物时它会发光，贝克勒怀疑

这种化合物也能放出X-射线。

贝克勒把铀化合物暴露在太阳光下，然后把它用黑纸包上放在暗处里的照相底片上面。如果放出的射线是普通的光，它就不能穿过黑纸，那么照相底片也就不会起变化。但是如果放出的也是X-射线，那么就会穿过黑纸，显影时就会看到底片变黑了。



贝克勒的实验

底片变黑了，贝克勒认为这说明了X-射线的存在。他想再次进行试验，把问题搞个明白，可是第二天天气多云，而且连着几天都是多云。在贝克勒等着出太阳的这段时间里，铀化合物一直用黑纸包着，放在另一张底片近旁。

最后，他等得不耐烦了，就把照相底片冲洗出来，想看一看

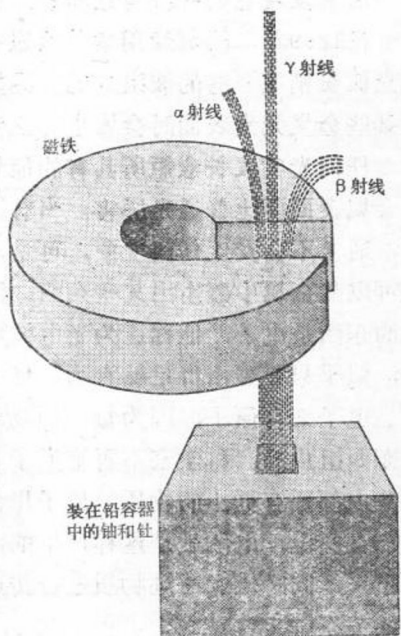
经过那天太阳光照射的铀化合物是否还继续有一点作用，他发现底片已经变得很黑了。这些化合物甚至不需要暴露在太阳光下就能放出射线。事实上，实验证明这些化合物在任何时候都能放出射线。

在1898年，祖籍波兰的法国科学家玛丽·居里提出在化合物中的铀原子能不断放出射线，她把铀叫做放射性物质，

同时还提出另一个元素——钷也是放射性物质。

铀和钷能放出三种射线，在磁铁作用下有些射线稍微弯向一个方向，另一部分射线向另一方向弯曲得很厉害，再有一部分射线则象磁铁不存在时一样仍然是直线运动。

新西兰科学家欧内斯特·卢瑟福用希腊字母的头三个字母来依次表示三种射线。稍微弯曲的射线用第一个字母表示，称它为 α 射线，弯曲得厉害的射线用第二个字母表示，称它为 β 射线，一点儿不弯曲的射线用第三个字母表示，称它为 γ 射线，结果也正是如此， γ 射线是由波组成的，其波长甚至比X-射线还要短。



拿 β 射线来说，

不同类型射线的磁效应

当接近磁铁时， β 射线发生弯曲，这一事实就意味着它们必须是由带电荷的“ β 粒子”所组成。弯曲的轨迹很厉害说明 β 粒子的重量一定很轻。1900年，贝克勒证实了 β 粒子的重量确实很轻，因为它们是电子。

从某种程度上说，这是个有趣的难题。当电子被发现时，它们好象是组成电流的粒子，现在它们又好象是来自铀

和钷的原子了。可是铀和钷的原子中并没有电流，那么电子在那里干什么呢？

在当时，铀和钷是已知的原子最重的物质。也许非常重的原子具有一些特殊的、区别于其他原子的东西。

后来发现它们并没有这样的不同。

在1899年，汤姆森用紫外线进行研究。紫外线是由比普通光波长稍短一些的波组成的。汤姆森研究了当紫外线照射到某些金属元素表面时会发生什么现象。

任何光其波长愈短所具有的能量愈大。短的紫外线波轰击金属表面要比普通光厉害。当普通光照射到金属表面上时，通常不会发生任何现象，可是，紫外线强有力的轰击，就可以从金属中轰击出某些东西。汤姆森发现从金属中轰击出的东西是电子，他称这为光电效应。科学家研究了光电效应，似乎只要轰击得足够有力，任何物质都能击出电子来。

电子来自原子，因为每一种物质都是由原子而不是由别的东西组成的。科学家不再把原子看作是最小的物质，因为在其内部还有更小的物质，原子里含有电子。

事实上，电流就是这样产生的：设法使电子从原子中释放出来，同时使它通过物质进行传递。这就是物质和电子之间的关系。

现在电子已被发现了。汤姆森是第一个尝试描绘原子外形的人。他认为原子是一个含有电子的小球，而电子粘在球外面，就象葡萄干粘在蛋糕上一样。

这是一个有趣的想法，但它是错误的。

2.

原子核

汤姆森的设想和 α 射线的性质不相符合，这是一件麻烦事。

在磁铁的吸引下 α 射线的轨迹发生弯曲，说明它们只能是由带电荷的、高速运行的粒子所组成，但是这些“ α 粒子”的轨迹只是稍微有些弯曲，这是由于 α 粒子上的电荷比电子上的电荷少得多，因而磁铁对它影响小的缘故造成的吗？

经过仔细研究后，得到的回答是否定的。其结果是一个 α 粒子所带的电荷正好是一个电子所带电荷的二倍，并且 α 粒子和电子的电荷是在正相反的，因此 α 粒子与电子弯曲的方向相反。电子所带电荷是负的，电荷大小为 -1 ， α 粒子所带电荷是正的，电荷数比在电子上大二倍，为 $+2$ 。

如果 α 粒子所带的电荷比电子多，那为什么在磁铁吸引下 α 粒子在飞行时弯曲的程度没有电子弯曲得厉害呢？这只能是由于 α 粒子的质量要比电子重，因而使 α 粒子难于离开直线轨迹。事实上正是如此，一个 α 粒子的质量相当于一个

电子质量的七千多倍。

这意思是说 α 粒子的质量是氢原子的4倍，而氢是所有原子中最轻的一种原子。事实上， α 粒子的质量大约与氢原子相同。

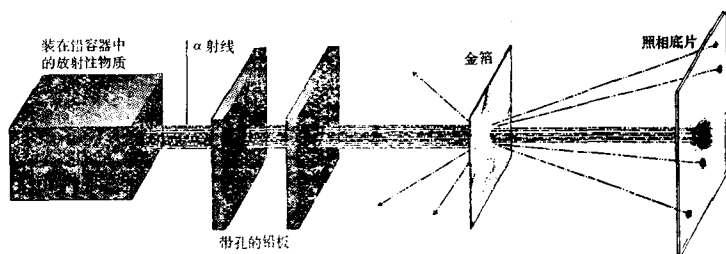
虽然 α 粒子的质量和氢原子差不多，但它们在体积上是非常微小的，实际要比氢原子小得多。然而， α 粒子也是普通物质，这是没有疑问的。

1906年，卢瑟福将一定数量的 α 粒子收集在密闭的容器内，过一会儿，当进入容器的 α 粒子越来越多时，卢瑟福发现氦出现了，而在这以前容器内是没有氦的。

α 粒子竟然变成了氦，它们不再是亚原子粒子，而是原子了。它们的质量倒没有什么大的变化，也许是它们得到了电子，但是电子的质量太小以致得到电子后并不影响原子的质量。

卢瑟福开始做另外一种实验。他让放射性物质释放出来的 α 粒子轰击薄的金箔， α 粒子总能畅行无阻地通过金箔，射到放在金箔另一旁的照相底片上，使它变黑。如果没有金箔在中间的话。 α 粒子会准确地击中底片的中心。

然而有时 α 粒子会碰到金箔上的什么东西而被弹开，因



卢瑟福的金箔实验

而使照相底片的一角变黑。1909年，卢瑟福认为原子的大部分空间是电子云构成的。电子很轻很小，以至重的 α 粒子也能够毫无阻碍地通过原子。

然而在原子的中心有一个既小又重的原子核。它非常小，所占有的空间在卢瑟福的实验中通常可以忽略不计。虽然有时 α 粒子能击中原子核，但又会被弹开。由于击中的次数非常少，卢瑟福认为原子核一定是很小的。如果让100000个原子核，一个挨一个地排列，它们所占的面积也只不过象一个原子那么大。

α 粒子是一个微小的氦原子的原子核。当 α 粒子由周围得到电子后，它就变成一个普通的氦原子。

不同种的原子在化学性质上的不同是由原子核所带电荷的多少来决定的。这一观点由英国科学家亨利·格温-杰弗里斯·莫斯利于1914年首先提出。例如：氢原子核有一个正电荷。在氢原子核的外面是一个带有一个负电荷的电子。由于原子核上的正电荷和电子的负电荷相互抵消，因此整个原子不带电。

同样，氦原子核有2个正电荷，与外面2个电子所带的负电荷相抵消。碳原子核有6个正电荷，与外面6个电子所带的负电荷相抵消。氧原子核有8个正电荷，外面有8个电子带负电荷；铁原子核有26个正电荷，外面有26个电子带负电荷；铀原子核有92个正电荷，外面有92个电子带负电荷。

原子核上电荷的多少称为元素的原子序数。因此氢的原子序数为1，氦的原子序数为2，碳的原子序数为6等等。现在科学家知道至少有109种不同的元素，它们具有的原子序数从1到109，而没有原子序数是不行的。

到1914年，人们已经完全弄清楚了，每一个原子都由一

个很小的原子核和围绕原子核的电子云组成。

既然原子核这么小，那么它是否就是一个粒子呢？

好象不是这样。铀原子核放出 α 粒子， α 粒子也即氦原子核。其他的原子核也能释放出较小的部分来。这样，原子核就有可能也是由较小粒子组成的。

氢的原子核最小，它有一个正电荷，其电子数与核电荷数相等。卢瑟福在当时认为不可能有比它再小的核电荷了，因此称氢原子核为质子（proton），来源于希腊文中意思是“第一”的一个词。似乎是每一个原子核都有质子，每带一个正电荷就相应有一个质子。因此氢原子核有2个质子；碳原子核有6个质子；氧原子核有8个质子等等。

然而，这个假设与事实却不相符合。

例如：一个氢原子核有2个正电荷因此应有2个质子。如果氢原子核有2个质子，那么它的质量应该是氢原子核的二倍。因为氢原子核只有一个质子。可是我们已经知道氢原子核和一个 α 粒子一样，它的质量是氢原子核的四倍。这就是说在氢原子核内有二个质子，这只相当于全部质量的一半，其余的质量又如何考虑呢？

对电荷数大于+1的所有原子来说，原子质量和质子质量之间的差别是确实存在的。例如，铀原子核有92个质子，而它的质量则是氢原子核的238倍。

科学家们曾试图解决计算这些多余质量的方法，但没有一个人能解决这问题。然而在1932年，英国科学家詹姆斯·查德威克找到了答案。

科学家们已经发明了检验质子流和电子流的方法。在一个被称为“云室”的特殊装置中，这些粒子所带的电荷能使微小水滴在它们周围形成，水滴的痕迹就能显示出这些粒子