



大师经典书系
尼查耶夫的趣味科学

七天

玩转趣味化学



(俄) 尼查耶夫 著 王艳 编译

INTERESTING
CHEMISTRY



37类经典问题分析解读+ 6大核心化学问题+三大化学家传奇传记=
七天玩转趣味化学

影响众多化学家一生的
经典启蒙读物

揭开化学学习奥秘的
经典科普名著

最能**激发学习兴趣**的化学引领指南

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



大师经典书系
尼查耶夫的趣味科学

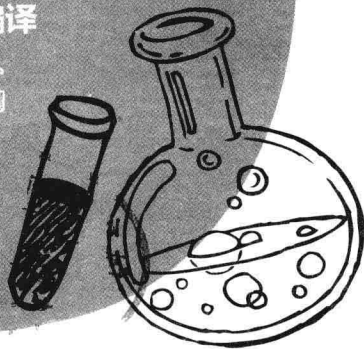
十天

玩转 趣味化学



(俄) 尼查耶夫 著 王艳 编译

INTERESTING
CHEMISTRY



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

尼查耶夫的趣味科学：七天玩转趣味化学 / (俄罗斯) 尼查耶夫著；王艳编译. —北京：北京理工大学出版社，2013.4

ISBN 978-7-5640-7197-4

I. ①尼… II. ①尼… ②王… III. ①化学—青年读物②化学—少年读物 IV. ①O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 313839 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京画中画印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 15

字 数 / 200 千字

版 次 / 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

责任校对 / 杨 露

定 价 / 29.80 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题，本社负责调换



“科学里有许多绝妙而稀奇的思想，却总被关在狭小的盒子里，只有握着钥匙的少部分人才可能走近它们，那不是太可惜了吗？他们把那盒子打开，让思想飘散，摆脱华贵的科学束缚，跳出沉重的历史阴影。”

这是一个读者对俄罗斯经典科普著作的评价。这段话中的“他们”，指的就是本套丛书的作者：尼查耶夫、伊库纳契夫和别莱利曼——俄罗斯3位最著名的科普作家。他们关于数理化的学习看法，以及为科普事业所作出的探索、努力，都是今天的教育者们需要学习的。

在中国，数理化学习一向是令许多家长、老师、孩子头疼、为难的“巨大工程”，偏偏中国目前的应试教育又最为看重这3门课程。

在这套书的编译过程中，我们在使读者获得原作者原汁原味的表达的同时，也努力使其更贴近现代人的生活，在普及科学知识之余，更能提高孩子的学习成绩和科学思维。这一点，也是广大家长和教师最为看重的。

本套丛书内容完全忠于原版，作者个个都是俄罗斯著名的大师级人物，而这些伟大的科学家写作这套丛书的目的就是为了使科学知识更易于被大众，尤其是孩子们所接受，使他们从小接触到美妙而富于乐趣的科学知识。

事实上，在中国，喜欢科普图书的爱好者不在少数，从60后、70后到80

后、90后，一代代中国青少年伴随着大师经典成长。这套书的影响力可谓数十年不衰。

这套书的制作也绝不只是满足那些骨灰级的书痴，更重要的，它对于孩子、对于家长都有现实意义，也绝对称得上是难得的惊喜和福音。

开卷有益，希望每个翻开本书的小读者，都能够从中获得有益的收获，爱上数理化，并且坚定学习科学的信心和乐趣！

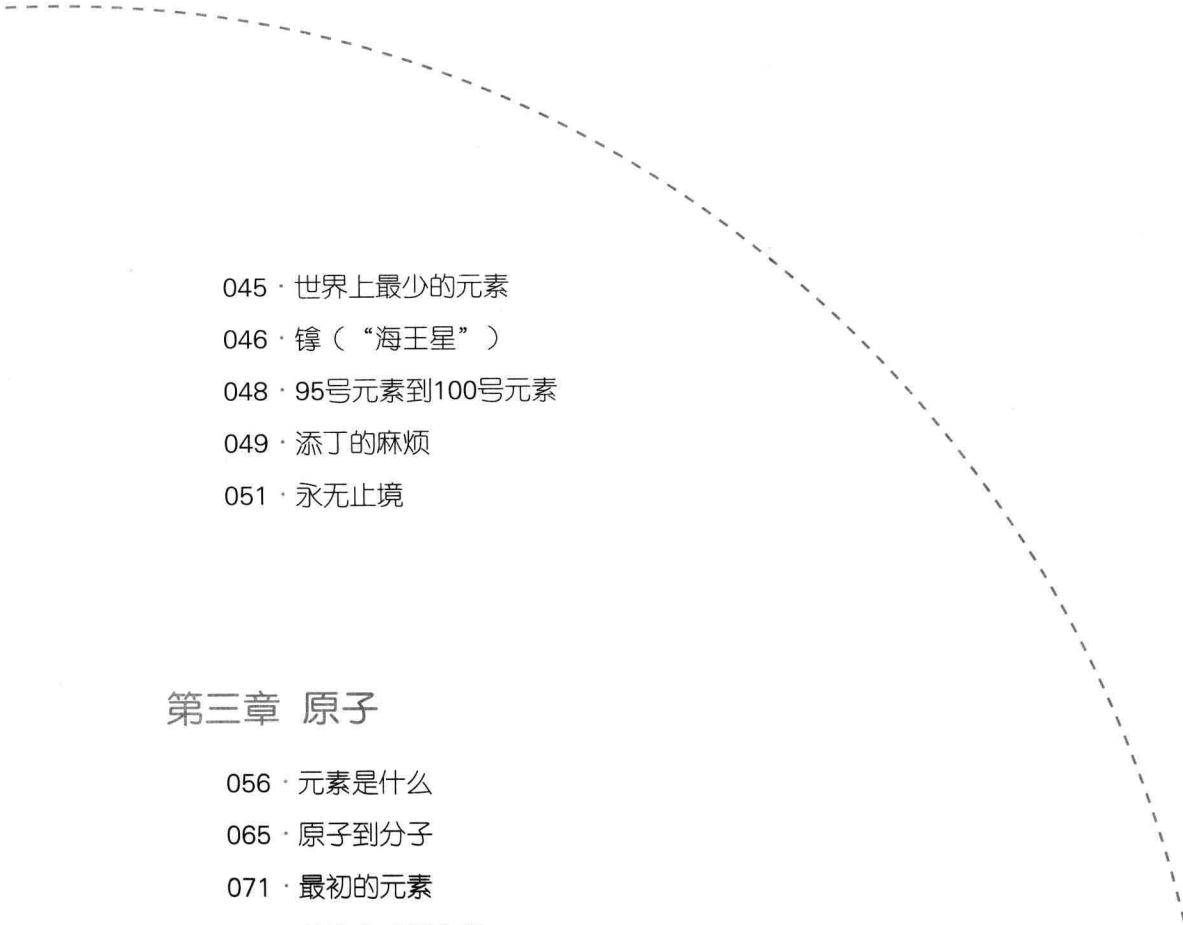


第一章 原子核

- 003 · 如何制造回旋加速器
- 010 · 钨的意思是人造
- 012 · 超铀元素
- 014 · 镭
- 019 · 突破难关
- 026 · 原子云中的发现

第二章 电子时代的元素

- 038 · 原子内部的奥秘
- 040 · 电子的排布
- 042 · 核时代的燃料
- 044 · 第一个人造元素

- 
- 045 · 世界上最少的元素
 - 046 · 镭（“海王星”）
 - 048 · 95号元素到100号元素
 - 049 · 添丁的麻烦
 - 051 · 永无止境

第三章 原子

- 056 · 元素是什么
- 065 · 原子到分子
- 071 · 最初的元素
- 073 · 从冶金术到化学
- 077 · 元素周期表
- 080 · 用光谱仪采集元素的“指纹”特征
- 089 · 利用元素
- 093 · 有机化合物



第四章 宇宙

101 · 宇宙的物质交换

105 · 宇宙的诞生

第五章 化学界的“圣经”

120 · 做梦梦到的“元素周期表”

125 · 利用插图，学习化学元素周期
表不再难

126 · 各具特色的金属元素

127 · 盐与惰性气体

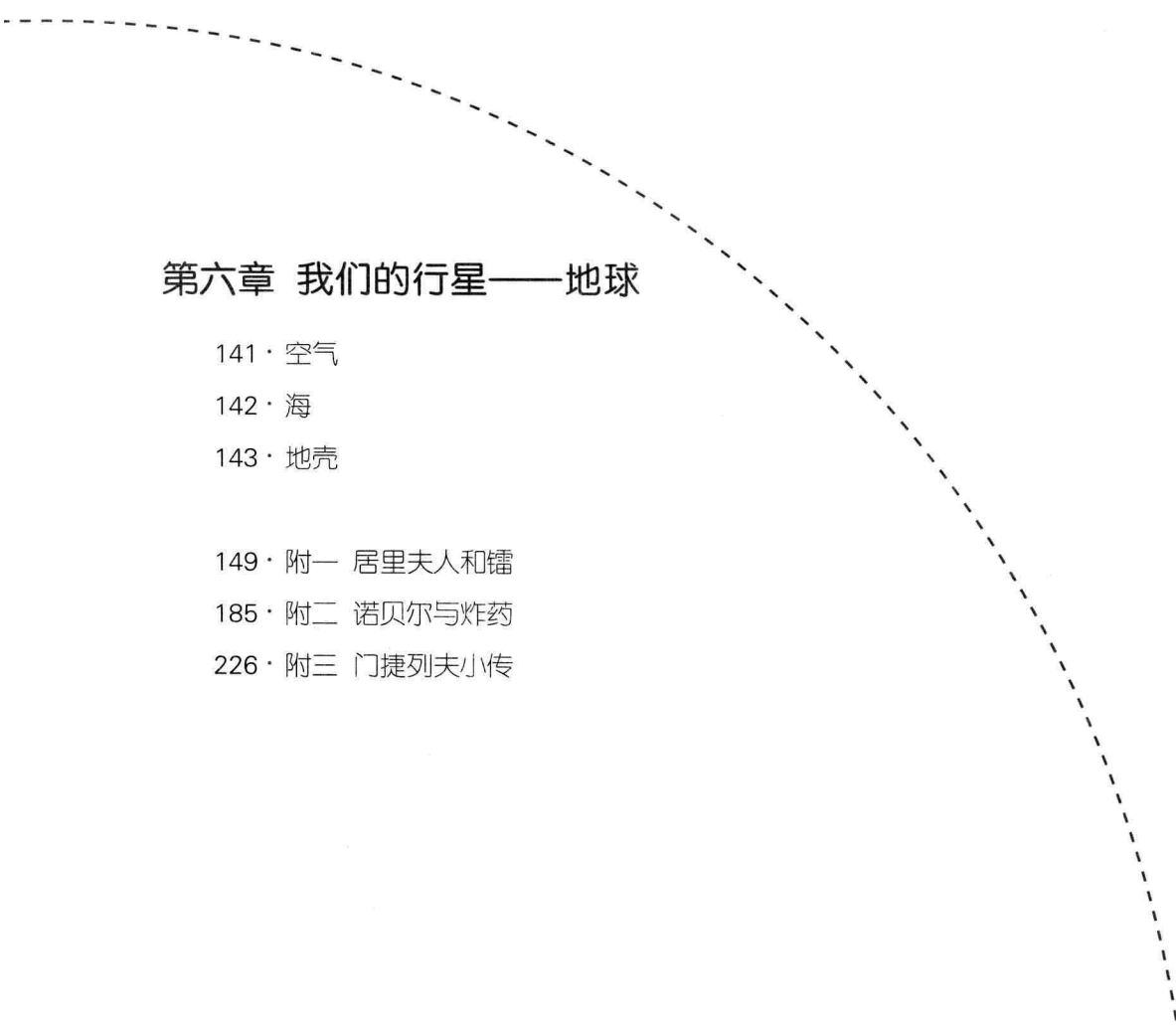
128 · 通过元素认识地球宇宙

129 ·  有机化学的代名词

131 · 有机化学与无机化学的差异

132 · 冶金术变化学为“科学”

134 · 钻石的价值永不变



第六章 我们的行星——地球

141 · 空气

142 · 海

143 · 地壳

149 · 附一 居里夫人和镭

185 · 附二 诺贝尔与炸药

226 · 附三 门捷列夫小传

第一章

原子核



各种元素之间的转化，主要是通过原子核反应来实现的。原子核反应就是原子核中的粒子排列方式的变化，并且伴随着能量变化。原子核反应会改变核内粒子的数目，这样，元素就会变成其同位素或者是另外一种元素。

科学家利用装置不仅成功地实现了元素之间的转换，同时还制造出了地球上不存在的元素，甚至制造出了全新的物质。

这一节我们主要讲各种元素之间的转化。它们主要是通过原子核反应来实现的。

矿石的提炼、石油的提炼都属于化学反应。化学反应其实质就是原子的排列发生变化，并且伴随着能量的变化，如燃烧。

而原子核反应与化学反应是完全不同的两种现象。

任何元素的原子核都是由核内粒子质子和中子组成的。原子核反应就是原子核中的粒子排列方式的变化，并且伴随着能量变化。原子核反应会改变核内粒子的数目，这样，元素就会变成其同位素或者是另外一种元素。

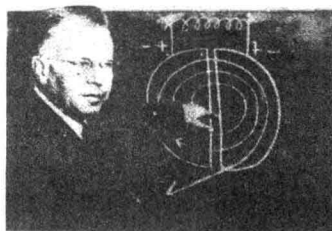
原子核集中了原子99.9%的质量，体积却很小，因此，原子核的密度很大。如果整个原子的密度和原子核的一样，那么，像高尔夫球那么大的一个原子将会重达数十吨。所以我们可以推想，质子和中子的中心部分很可能比原子核的密度还高，还有就是可能需要很大的力量才能将如此重的粒子紧密结合。这种力叫做核力。到目前为止，我们还不能确定这种力是如何产生的，但是对于这种力的大概能量我们可以估算出来。例如，钚或铀的原子只需要释放一小部分能量就会造成原子弹爆炸或使原子炉发电。

反过来，如果把带电的粒子射进原子核中，也同样需要极大的能量。这样，科学家在研究原子核时就遇到了很大的困难，对巨大能量的需要就直接催化了回旋加速器以及其他巨大粒子加速装置的出现。



劳伦斯射线研究所

在柏克莱山丘上可以俯瞰整个旧金山湾，加州大学的劳伦斯射线研究所就



正在说明回旋加速器的劳伦斯

坐落于此。研究所里有各种现代的冶金装置。科学家就是利用这些装置来实现元素的转化，这同样也是往时冶金士们的愿望。

科学家利用这些装置不仅成功地实现了元素之间的转换，同时还制造出了地球上不存在的元素，甚至制造出了全新的物质。

劳伦斯射线研究所造出了很多合成元素，同时也对这些合成元素进行了确认。它也是产生人类与大自然之间这种新型关系的原动力研究所之一。劳伦斯射线研究所装备有各种粒子加速装置，如质子加速器（Bevatron）、184英寸（1英寸=2.54厘米）回旋加速器（Cyclotron）等。它同时还担负着美国原子能委员会基础研究的重任。



加州柏克莱的劳伦斯射线研究所

回旋加速器实质上就是一种原子破坏装置，它与合成元素的诞生有着密不可分的关系。劳伦斯博士是柏克莱加州大学射线研究所的创建者，并在研究所所长位置上22年。他于1939年获得诺贝尔物理学奖，这主要是因为他发明了回旋加速器。下面我们就邀请劳伦斯博士为我们讲解回旋加速器的诞生过程。



如何制造回旋加速器

阿尔法射线是实验中最常用的一种粒子射线，实际上就是高速的氦原子核。1919年，科学家罗德福特在用阿尔法射线冲击氮时，发现氮元素直接变成了氧元素。自此以后，为了研究原子核，科学家们就开始寻找能使各种粒子射线高速运动的装置。

第一座粒子加速装置于1920年建成，它是提高电压及真空度的普通放电管，其实就是一个普通的真空管。在真空管的两端分别是两个电极。两个电极

之间的电位差大约在100万电子伏。

这座粒子加速装置的原理是：在正电极一端制造出阿尔法粒子，然后粒子在电场力的作用下飞速地向负电极移动，在运动的过程中速度越来越快，能量越来越高，最后阿尔法粒子直接跟负电极的原子相撞，从而发生原子核反应，射线就从负电极发射出来。

但是，随着所需射线能量的增加，它越来越不能适应要求。因为这种加速器只能将粒子的能量加速到100万电子伏~200万电子伏。如果想要得到数千万电子伏甚至数亿电子伏，仍需要想其他办法。



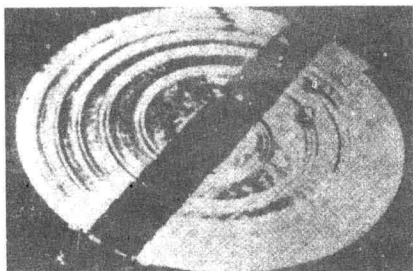
回旋加速器的原理

荡秋千的时候我们知道，如果想要把秋千荡得够高有两种办法：一种是一鼓作气，将秋千荡起，这就需要足够大的力量；另一种是每摇动一次就用一点力，慢慢升高，这时需要的力量就不必太大。上面提到的高电压加速装置就相当于第一种方法。那能不能通过第二种方法来提高粒子能量呢？

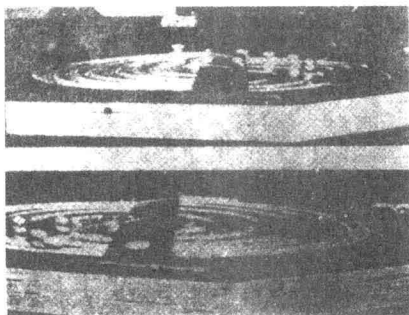
回旋加速器的发明就实现了这一愿望。1929年，第一台回旋加速器诞生了，它使粒子在圆圈里飞动，每当回到出发点时就从后面施加推力，使其逐渐加速。让我们通过伦敦科学博物馆的沃德（Ward）博士制作的一个回旋加速器的模型来说明加速器的作用。下面的照片中就是回旋加速器模型的复制品。

回旋加速器的中空管里有我们称为“D”的两个半圆形电极。这两个电极的电位会在正负极之间来回变换，从而电位会时高时低。我们通过一个简单的例子来说明。假设在模型上用两个半圆板的上下变换表示电位的高低（其实电极不会上下移动，只是微观的电位的变化），用铁球代表粒子，重力代替电场力来使铁球加速。加速后的铁球在模型的螺旋形轨道内转动，代替粒子在回旋加速器内受到磁场的作用，在不接触内壁的前提下绕着螺旋形轨道加速。

加速器中心制造出的粒子，从一个电极运动到另一个电极之后，加速就开始了。这样铁球就顺着轨道运动到另一个半圆板，此时，两个半圆板就会变换上下位置，铁球在回来时又是下坡运动。这样，两个半圆板不断地变换位置，



说明回旋加速器的机器模型



两个口交相上上下下，使球不断下坡

铁球就不不断地被加速。

粒子每运动一周，都会增加自身的运动能量，运动半径也会慢慢增大，从而会慢慢向外侧移动，最后就会与最外面的靶心冲撞。靶心就是我们研究产生原子核反应的地方。两个电极之间的电位差是由高周波电压产生的，它会配合电场中的粒子运动。粒子在冲撞靶心发生原子反应之前，要经过两个电极好几百次的加速，因此，最后得到的能量相当于一次最大加速电压的好几百倍。



回旋加速器的发展

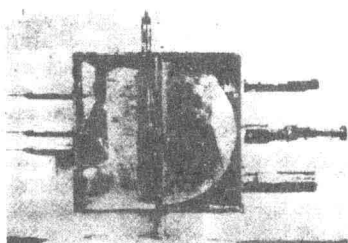
这张照片就是1930年制造的第一个回旋加速器。因为它没有磁铁，性能及操作性一般，我们只是把它当做纪念。这个回旋加速器上的两个电极是用蜡黏在一起的，并且将加速器放在一块磁铁中



1930年的第一个回旋加速器

间。第二个加速器和第一个差不多，8英寸，性能还可以，在实验中使用了很多时间。

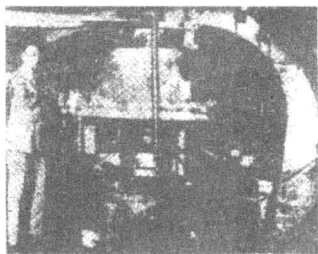
随着技术的发展，后来便制造出11英寸的机器，它可以产生高达100万电子伏的电压。科学家们就是利用这个11英寸的回旋加速器第一次实现了原子核的衰变。后来又陆续出现了27英寸和37英寸的回旋加速器。27英寸的加速器可



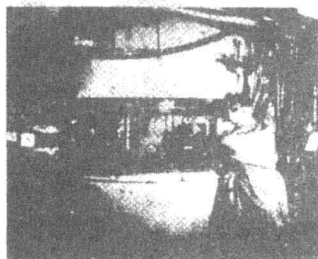
11英寸回旋加速器

以产生高达400万电子伏~500万电子伏的电压。

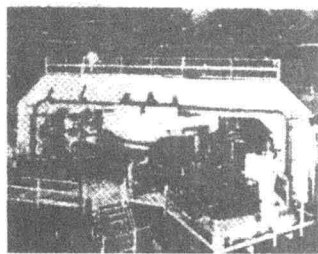
在27英寸加速器的帮助下，科学家们合成了许多新的放射性同位素。随后便制造出60英寸的回旋加速器，它可以产生5000万伏的阿尔法粒子，一直到今天我们还在使用。



之后又制造了180英寸的回旋加速器，经过1957年的改造后，它可以产生7.2亿电子伏的粒子。现在这个回旋加速器还在发挥着作用，今后仍将不断地持续下去。



劳伦斯射线研究所里还有一个更大、更先进的加速器——质子加速器。它和前面的回旋加速器有着很多共同的特点。质子加速器的发明者是麦克米伦。质子加速器的名字“Bevatron”中的bev是取自10电子伏的英文的前三个字母。利用这个装置可以将粒子的能量加速到62亿电子伏。



由上往下依次是：27英寸回旋加速器（站在旁边的是劳伦斯）、60英寸回旋加速器、180英寸回旋加速器

质子加速器是建在一座巨大的圆形建筑物里面的。它拥有一个直径30米的磁铁，粒子就是在其中回转运动。它与25年前制造的8英寸的加速器相比，进步相当惊人。

现在我们还不知道科技会怎样发展，回旋加速器会怎样发展。目前，在美国的Brook

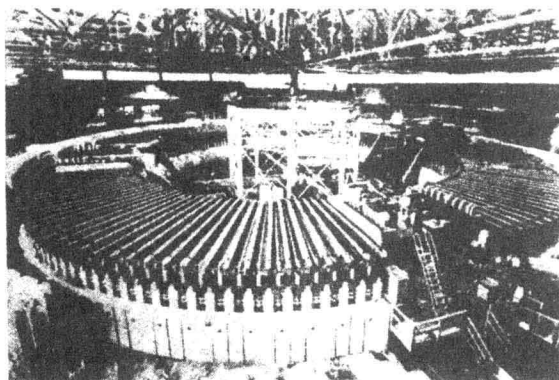
Heaven、Long Island，瑞士的Geneve正在建造更大的回旋加速器。我们有理由相信，1000亿电子伏的加速器在不久的将来就会实现。



元素的合成

回旋加速器是科学家制造人工合成元素以及发现新元素的基本工具。科学家在1925年发现第88种天然元素之后就已经开始人工合成元素了。

到目前为止，天然元素中铀元素质量最大，原子序数是92。1925年，元素周期表中还留有4个位置，这就意味着仍有4种元素还没有被发现。它们的原子序数分别为43、61、85和87。后来证实它们是锝（Tc）、钷（Pm）、砹（At）、钫（Fr）。其中几种元素误传于1937年前已经被发现，不过这种说法很快就被纠正了。



质子加速器

这4种元素今天已经无法在地球上找到，但是在大约50亿年前地球刚刚诞生时就已经存在了。因为它们的原子核非常不稳定，在漫长的岁月里不断地放射衰变，直至最后完全消失，变成其他更加稳定的元素。今天我们还可以通过人工合成的方法把这些元素制造出来。如果我们要解释说明元素的不稳定性、放射性以及元素的衰变等问题，就必须了解原子核的构造。

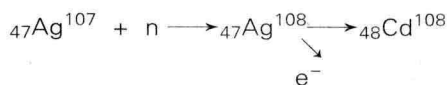
我们一般用圆圈里加加号表示质子，圆圈里的加号表示一个单位的正电

荷。我们知道普通的氢原子只有一个质子。如果给氢原子一个不带电的中子，它就会变成重氢，成为氢的同位素。如果再给它一个质子和一个中子，那就会变成氦的原子核。如果再增加一个中子和一个质子，那就会变成锂的原子核。这样继续下去，增加质子和中子的数目，就会不断生成各种新的元素的原子核。

以银为例，它的一种同位素的原子核内有47个质子和60个中子，总数共107，故其原子量是107。我们用这样一种记号来表示银的原子核。在其化学元素代号的左下方写上47，以表示其原子序数，即质子数，在右上方写上107，以表示原子量，所以整个记号为 ${}_{47}\text{Ag}^{107}$ 。

如果银的原子核接受一个中子，那么，原子量就会增加1，成为 ${}_{47}\text{Ag}^{108}$ ，它是银的另一个同位素。这个同位素比银稍微重一点，具有放射性。如果中子得到一个单位的正电荷就会变成质子，同时还会放出一个电子。

质子数增加1，原子序数变为48，从而，银原子就变成了镉原子。以中子（Neutron）的首字母n表示中子，以电子（Electron）的首字母e表示电子。那么，银原子变成镉原子的过程就可以表示为：



这个实验很简单，将银币放入装有镭和铍的原子破坏装置中，银就会受到中子的撞击。如上所述，银原子在接受一个中子之后会自动变成镉原子，同时，它会产生一定程度的放射能，这种放射能可以使盖氏计数器发出声音。类似情况在原子核受到某种撞击时都会发生，只是原子的一部分会变换而已。



空白的四元素

到1925年元素周期表上还有4个空位，一直都没有人发现这4种元素。后来被证实是：锝（Tc）、钷（Pm）、砹（At）、钫（Fr）。其中锝、钷、砹都是通过银变成镉相同的方法人工合成的元素。钫则是通过铀阿尔法衰变，放出阿尔法射线时产生的，这种现象是非常罕见的。

阿尔法射线就是氦的原子核组成的射线，它是由两个质子和两个中子构成