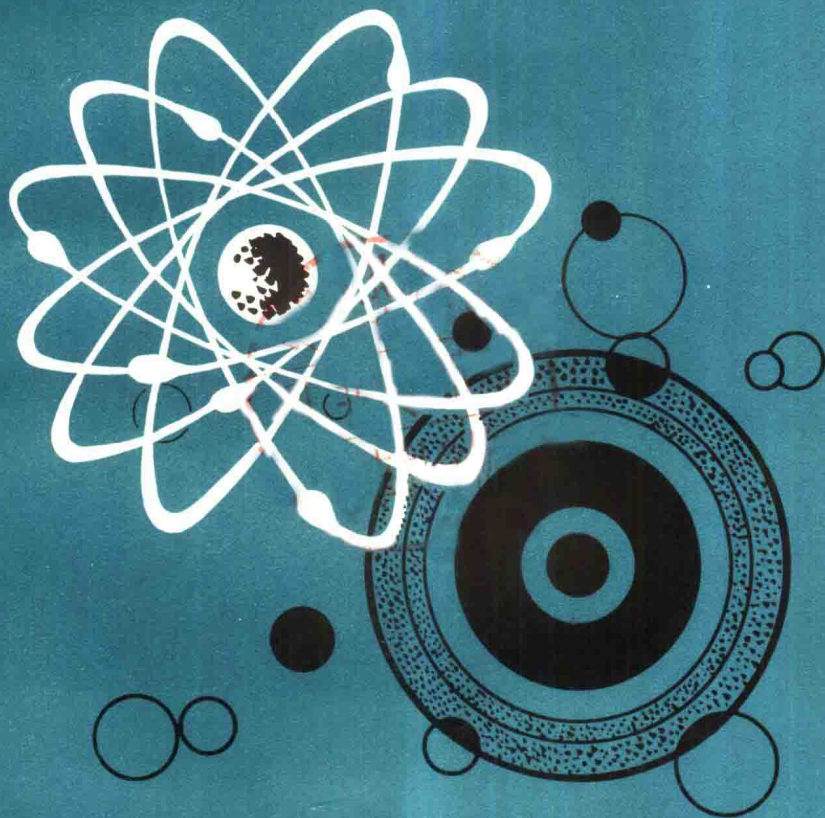


原子内幕

〔美〕 I. 阿西莫夫 著



科学普及出版社

原子内幕

〔美〕I. 阿西莫夫 著

张初荪

孟一凡 译

张成祯

科学普及出版社

内 容 提 要

《原子内幕》是美国著名科普作家阿西莫夫所著的原子和原子核科学的启蒙读物,它从简单的电子、质子、中子,一直讲到原子的同位素、衰变、裂变、聚变及其重要应用——原子弹、氢弹、核电站等。作者以生动的笔调,通俗的语言,深入浅出地介绍了原子和原子核的奥秘。书中附有相当数量的插图,以帮助读者理解和掌握有关概念。

本书适合中学程度的广大读者,特别是青少年阅读。

INSIDE THE ATOM

ISAAC ASIMOV

DELL PUBLISHING CO. INC., 1971

* * *

原 子 内 幕

〔美〕I. 阿西莫夫 著

张 初 荪 孟 一 凡 张 成 祯 译

*

科学普及出版社 出版 (北京西郊友谊宾馆)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米1/32 印张: 31/4 字数: 70 千字

1980 年 3 月第一版 1980 年 3 月第一次印刷

印数: 1-29,500册 定价: 0.29元

统一书号: 13051·1083 本社书号: 0089

目 录

1. 原子的组成.....	1
2. 原子的结构.....	12
3. 原子的孪生弟兄.....	22
4. 原子的衰变.....	32
5. 原子的寿命.....	44
6. 轰击原子的炮弹.....	53
7. 原子的新伙伴.....	61
8. 原子能.....	71
9. 原子的威胁.....	81
10. 原子的利用.....	90

1. 原子的组成

物体是由什么构成的

环顾四周,我们看见到处都是各种不同的东西,而且每种东西的构成都不相同。桌子是木头做的;衣服是由植物纤维织成的布做的,或者是由动物的毛和皮做的;而人体是由血液、骨头和肌肤构成的。各物之间互不相同。

我们透过玻璃窗,看着一条由石头铺成的小路,它坚硬而明亮;或者看着一条大路,它是由颜色较深、质地较软的材料铺成的。雨降到路上,我们能看见水。树枝在晃动,于是我们就想到准是刮风了。一定有什么东西形成了风,那是一种看不见的东西,我们管它叫空气。

但是,所有这些各不相同的物质有一点却是相同的:木头、金属、玻璃、肌肉和血液全都是由一颗颗微小的粒子所构成的。地球、月亮、太阳和一切星球也都是由这些微小的粒子所构成。

我们看不见这样微小的粒子,对于我们的眼睛来说,它们太小了。一张纸、一块金属、一段木头,看起来都象一件完整的東西。

如果我们从高空俯视空荡荡的海滩,那黄橙橙的沙滩看起来宛似完整的一片;只有当我们来到海滩上,甚至把双手和两膝趴在地上的时候,我们才看到,这片沙滩是由一颗颗小沙粒构成的。

构成万物的微小粒子比沙粒还小,而且小得不知多少。我

们现在还无法制造能使我们看到这种单个小粒子的高倍显微镜。一颗沙粒中的微小粒子的数目，要比一片大海滩上的沙粒数目还要多。一杯水中的微小粒子的数目，要比全世界所有海洋的水用杯子分装后的杯数还要多。一亿颗这样的微小粒子挨个排列起来只有半英寸那么长。

构成万物的微小粒子叫做原子。

有多少种不同的原子呢？全世界有千百万种不同的东西，但是现在世界上已知的原子却仅仅有 106 种。就是这么些，仅仅有 106 种。

在这 106 种原子中，有一些只存在于全世界少数几种岩石中。还有少数几种原子只能由科学家在实验室中制成。

地球上每 100 种不同的东西中，大约有 99 种是只由 12 种原子构成的。食糖、木头、棉花和许多食物都是由同样的三种原子构成的——就是那同样的三种原子，可以按许多不同的方式结合在一起。如果你有许多根三、四种不同颜色的丝线，你就会知道，仅这少数几种颜色的丝线编织在一起，却能组成千百万种彩色图案。

但是，现在你会问：既然原子小到没有一个人能看见，那我们怎么知道它们确实是存在的呢？

许多世纪以来，科学家研究了不同的物质。他们提出问题：为什么有些东西加热时会燃烧？为什么有些会爆炸？为什么长时间雨淋以后，铁的表面会变软变红？他们在不同条件下对不同的物质进行了实验，他们把自己所发现的情况告诉别人，并且记载下来。除非在所有物质中都有那些叫做原子的一颗颗的微小粒子，他们就无法解释已经发生和继续发生的那些现象。自从科学家提出这种原子理论以来，到现在大约已有一百五十年了，从那时起做过许多实验，所得的结果使得这种想法更加肯定了。虽然我们看不到原子，但是，既

然科学家研究了各种物质,并进行了实验,既然我们了解他们的成就,那么对于是否存在着原子,就很难再怀疑了。

在将近一百年的期间内,人们一直相信,没有什么东西比原子更小了。“原子”这个词来自希腊文,意思是:不能被分割的东西。但是到了十九世纪末叶,科学家研究了电流通过没有空气的空间时所发生的现象。他们的发现使他们深信:原子并不是自然界中最小的东西;所有的原子都是由更小的东西构成的。确实有比原子更小的东西:亚原子粒子。

两种电

许多世纪以前,人们就已经观察到比原子更小的亚原子粒子的作用。有一种玻璃状的黄色物质,叫做琥珀。把琥珀在一块干布上摩擦后,它就能把很轻的东西,如小羽毛等吸引过来。希腊人在很久以前就发现了这种现象,他们把这种琥珀物质叫做 elektron。许多年以后,当受过摩擦的琥珀吸引一些小东西时,一位英国博士把这种吸引力叫做电 (electricity)。

后来发现有两种类型的电。

有一根玻璃棒和一根琥珀棒,如果用一块丝织品去摩擦它们,两者都会产生电。玻璃棒也和琥珀一样,能吸引象羽毛那样的小东西。

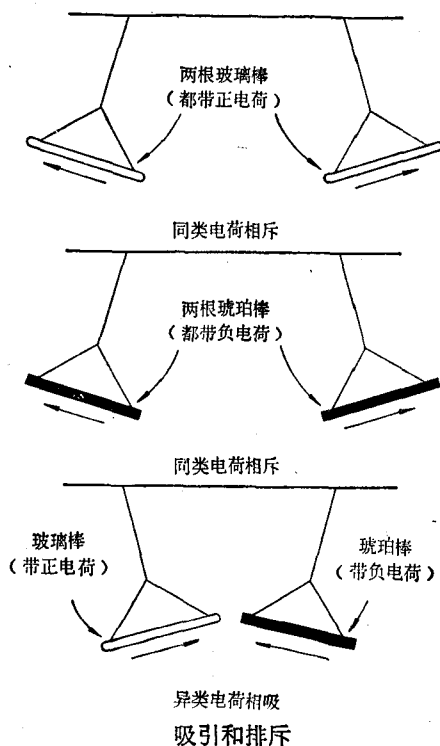
但是,看起来琥珀带的是一种电,玻璃带的是另一种电。如果把两块琥珀拴上线,分别悬挂起来,使其相距不远并带电,它们就会相互排斥,它们之间的距离就会增大。如果把两根玻璃棒挂起来,也使其相距不远并带电,它们也会相互排斥,它们之间的距离也会增大。

但是,把一块琥珀和一根玻璃棒分别挂起来,相距很近,用布摩擦,使它们分别带电。那么,琥珀和玻璃会相互吸引,而不是排斥。这说明有两种电。带有同一种电的两件东西相互

排斥。带有不同种电的两件东西相互吸引。

将近两个世纪以前，一位著名的美国人富兰克林，把这两种电叫做负电和正电。摩擦琥珀产生负电，摩擦玻璃产生正电。

那些比原子小得多的负电粒子叫做电子 (electron)，这一名称与希腊文的“琥珀” (elektron) 几乎完全一样，留在玻璃棒上的亚原子粒子叫做质子 [我们还记得，“质子 (proton)”和“正的 (positive)”这两个词的第一个字母都是 p]。每个原子至少含有一个质子和一个电子。还有些原子甚至含有 106 个



这种亚原子粒子——电子和质子。每个亚原子粒子都比一个原子小得多。

轻的和并不那么轻的

电子和质子都非常非常小，都处在原子内部，都是带电粒子。但是另一方面，它们却非常不同。磁铁向我们说明了它们是如何的不同。

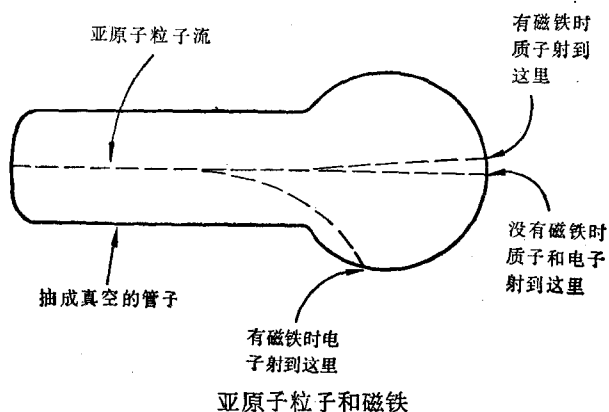
磁铁可以是一根直的铁棒，它能吸引小块的铁和钢。当这样一根铁棒被挂起来而且可以自由转动时，它的两端将分别指向南北。因此，磁铁的一端叫做北极，另一端叫做南极。磁铁棒常常并不制成直的，而是弯成半圆形，像一个马蹄，使北极和南极相互接近。

拿两块直的磁铁，将一块的北极对着另一块的南极。如果你使两块磁铁相互接近，它们就会猛然一下吸引在一起。但是，如果你把两个北极或两个南极放在一起，你必须用力按住，你一松手，它们就会跳开，这就像两块带电玻璃放在一起或者像两块带电琥珀放在一起一样。磁和电十分相似，而且如影随形，缺一不可。

拿一根细长的玻璃管，抽去其中大部分空气，使电子流通过这根玻璃管。这样，玻璃管内电子撞击的那一端就会出现一个亮点（辉光）。现在，如果把一块磁铁放在玻璃管附近，电子就会偏离它们通常所走的那条直线，撞击到玻璃管内另一处。因此，当磁铁靠近时，我们就会看到亮点移到了玻璃管内电子所撞击的那个新地点。

你用脚去踢一个滚动着的球，试图改变它的运动方向。但如果这个球是铁球，又大又重，即使踢伤了你的脚，你也别指望它的方向会有很大改变。使电子偏转的那块磁铁就像是你那只踢球的脚。如果管内亚原子流是比电子还重的粒子流，

那么磁铁就不会使它偏转得那么厉害。磁铁使管内的质子流偏转的程度要比电子流小得多。亮点的移动距离也小得多，



而且偏转方向相反。这时你就明白，正质子要比负电子重得多。在研究了磁铁附近的亮点之后，就可以肯定，一个质子和1,837个电子一样重。然而，重量并不是一成不变的。比如，你可能重120磅，因为地球就是以这么大的力吸引你的。月亮比地球小得多，用大约 $\frac{1}{6}$ 这样的力吸引你。因此，如果你在月亮上，吸引力就会较小，你的体重就只有20磅了。在比地球大得多的木星上，你的体重可能达到300磅。

当你在水中时，你的身体要轻得多，水使你浮起来。当你伸开四肢在水中飘浮时，你根本就显不出重量了*。因为重量随条件而变化，所以当人们研究这种现象时，就要用物体的质量来代替物体的重量。如果一种东西处在赤道的海平面上，而且周围没有空气，那么，它的质量的数值也就是它的重量的数值。

* 向下的重力被向上的浮力抵消了。——编者

因此,质量为一磅的一块木头,只有当它周围没有空气、在海平面上、而且在赤道上时,它的重量才为一磅。在空气中,或者在山顶上,它的重量会稍微少一些;在纽约,或者在遥远的北方,它的重量就会比一磅稍微多一些;飘浮在水面上时,它的重量就显不出来。在木星上,它的重量是 2.5 磅;在太阳上是 26 磅;在月亮上不到 $1/5$ 磅。但是它的质量总是一样的,因为对于质量说来,这些条件并无差别。

经过仔细安排,不管那磅木头放在那里,我们都可以根据它所在地点的那些条件,从它的质量算出它的重量。因为不论我们在何处,质量都是一样的,所以我们通常不说东西的重量,而只说它的质量。我们不说,一个质子的重量等于 1,837 个电子的重量,而是说它的质量等于 1,837 个电子的质量。

那么,多少个质子具有一磅质量呢? 大约 260,000,000,000,000,000,000,000,000 个,即 260 亿亿亿个。这个数字太大了,我们无法使用。

因此,一个质子的质量并不用一磅的多少分之一来表示,而是简单地称它为 1,即质量数为 1。这样我们就能将其他亚原子粒子的质量表示为大于或小于一个质子的质量。如果一个原子的质量为 10 个质子的质量,那么它的质量数为 10; 质量为 72 个质子质量的原子,则其质量数为 72, 依此类推。原子的质量数从 1 直到大于 250。

一个电子的质量比一个质子的质量小得多,因此通常不用数字表示。但是,尽管质子的质量较大,它所带的电却同小小的电子所带的电是等量的。不过质子带的是正电,而电子带的是负电,这就是它们唯一的区别。

一个电子或一个质子带有固定量的电,我们称之为电荷。一个亚原子粒子带有多少电荷呢? 要有大量的这样微小的电荷,才能发出一线光来,它的数字那么大,把它写下来是很困

难的。我们用数字 1 来表示一个质子或一个电子的电荷。质子带一个正电荷，写成 $+1$ ；电子带一个负电荷，写为 -1 。

运动着的电子

电子并不重，它很容易从一处运动到另一处。但是质子的质量较大，运动也比较困难。我们所用的大部分电力，如电灯的电力，都来自运动着的电子。

让我们看一看电是怎样工作的。在通常条件下，原子中电子的数目和质子的数目相等。因此，一块琥珀既充满了其质子的正电，又充满了其电子的负电，正负相消，我们说，整块琥珀是不带电的。

现在，用一块布去摩擦琥珀。因为电子很容易移动，有些电子（而不是质子）就从布上传到琥珀上。受到摩擦的琥珀增加了电子，但并没有多余的质子去平衡它们。琥珀上呈现出负电荷，这就是那些新增加而没有被质子所平衡的电子。把一部分电子传给琥珀的那块布，现在余下了没有被电子所平衡的质子，于是，布上呈现出正电荷。

用丝织品去摩擦一根玻璃棒时，一些电子（但不是质子）从玻璃上传到丝织品上。玻璃棒缺少了一些电子，它的质子不能全部被电子平衡，这时玻璃上带有正电荷。于是，新增加电子的丝织品上，带有负电荷。

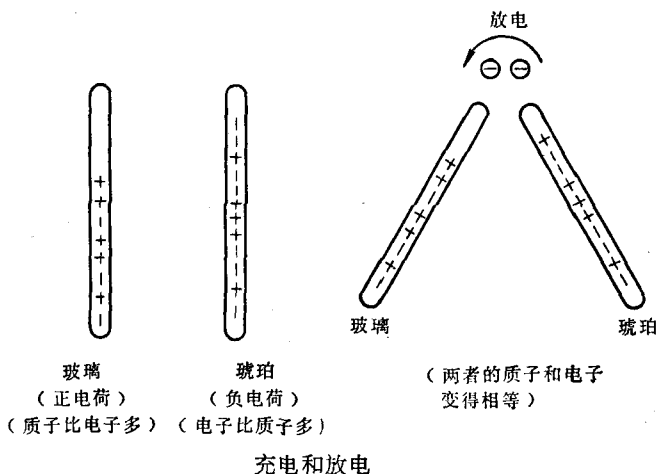
电子为什么能从甲物质传到乙物质呢？它们为什么不从乙传到甲呢？这是因为每一种物质都有不同种类的原子，某几种原子比另外几种原子更能保持它们的电子。但这已经是另外一种研究工作了，我们在这里从略。

亚原子粒子从一种材料一传到另一种材料上后，就能存留下来。如果带电琥珀接触到带电玻璃，琥珀上多余的电子就会移动到玻璃上，并同玻璃上的质子平衡。因此，琥珀上没

有多余的电子，玻璃上也不缺少任何电子，这时不论是琥珀还是玻璃，都不带电荷了。

我们梳头发，或者用手抚摸小猫，或者在干燥的日子里，在又软又厚的地毯上走过，于是我们的身体就带上了电荷，当我们碰巧接触到金属时，我们就会感到一种突然的、瞬间的刺痛。我们甚至可以看到有小火花闪现，增加的电子正巧从我们的手上跳到了金属上。

但是另一种形式的电，即一直在运动着的电子流，是比较有用和常见的。它常常通过一根长长的金属导线来传送。通



常用铜来制造这种导线，因为它能让电子流顺利通过。

其它一些材料，如玻璃，可以阻止电子，不让它们前进。当铜带强电荷时，我们通常用这一类特殊材料把铜包住。如果我们不得不在强电荷流动时接触导线，有了这层包皮就安全了。电子不能通过这种特殊材料从铜线进入人体而造成伤害。

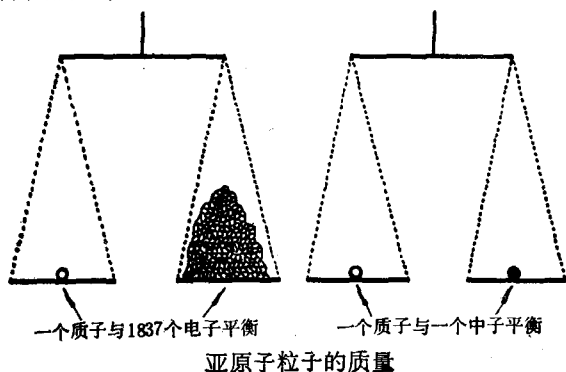
不带电的粒子

1930年，在原子内部发现了第三种重要粒子。质子和电子都带有电荷，它们受磁铁的作用会移动，因此可以借助于磁铁来研究这两种粒子。但是，第三种粒子没有电荷，所以用了更多的时间才发现它。

设想有一位杂技演员，把一根根棍棒扔到空中，然后再接住。他把几根棍棒，涂上能在黑暗中发光的红漆；另外几根，涂上能发光的绿漆；还有几根棍棒不涂漆，在黑暗的房间里是看不见的。

红的和绿的棍棒就好比是电子和质子，在黑暗中看不见的没有涂漆的棍棒就好比是第三种粒子。当人们研究质子和电子时，并没有注意到第三种粒子，虽然它运动着，还可能击中别的东西，引起某些情况的发生。后来它被发现了。这正好象是一根未涂漆的、在黑暗的表演厅中看不见的棍棒，杂技演员失手没有接住它，它可能打在你头上。那时你就会知道原来还有什么东西在那里，虽然你仍然没有看见它。

这些没有电荷的第三种粒子叫做中子(neutron)。这个词可以帮助我们记住 neither (两者都没有)，因为它的第一个字



母也是 n ，中子既没有正电荷，也没有负电荷。中子的质量几乎和质子一样，它的质量数也是 1。

现在，我们可以为原子内部存在的三种粒子画一表格：

	质量数	电荷
质子	1	+1
电子	0 (接近)	-1
中子	1	0

在已知的万物中，电子、质子和中子最小。世界上任何一种东西都是由这三种粒子构成的。下面，我们将会看到：这些粒子在原子内部是怎样排列的；它们在数量上和排列方式上的不同，又怎样构成不同种类的原子。

2. 原子的结构

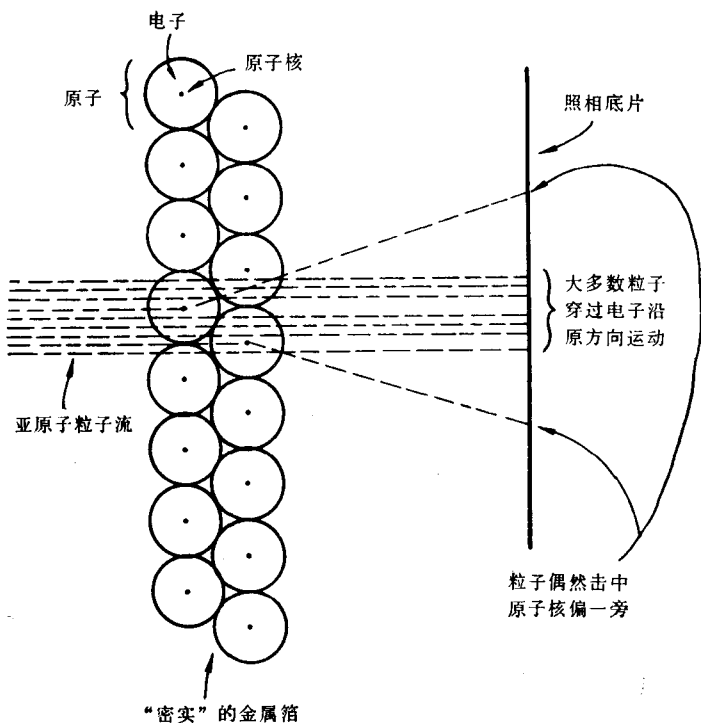
质量在中心

1906年，英国科学家卢瑟福用亚原子粒子流(α 粒子流)去冲击照相底片。于是他得到了一张照片，照片上的那个黑点，就是粒子冲击底片的地方。

接着，他拿一张薄薄的金箔，只有1/50,000英寸厚，把它放在粒子流通过的路径上。这些粒子要想射到照相底片上，就必须穿过这张金箔。如果全部粒子几乎都穿过金箔，并射到照相底片上，那么所得到的照片，就会出现一个黑点。但是，现在照片上黑点的周围有一个圆圈，颜色不那么黑，极少数的粒子碰到了金箔里的某种东西，使这些粒子稍微有些偏转，射到了照相底片的另一个地方。

实际上，那张金箔有2,000个原子那么厚。卢瑟福所用的粒子，必须穿过2,000个金原子，才能射到照相底片上。卢瑟福确信，这些原子的空间几乎全由很轻的粒子(电子)占有了，这种粒子要比已经穿透过去的那种 α 粒子轻得多。金原子中的大部分粒子没有 α 粒子的质量大，因此不能拦截较重的 α 粒子。他认为，每一个原子的绝大部分质量必定是聚集在一个小小的中心上。

在每个原子中，这个中心是一群相互聚集在一起的中子和质子，这个中心就是原子的核。每一个核都处在一个广阔得多的空间当中，非常轻的电子就在这空间里运动。在坚硬的物质里，这些在广阔的空间里运动着的电子，使得原子彼此



亚原子粒子通过原子

间保持一定的距离。亚原子粒子能穿过原子的广阔空间，分量轻的电子不能阻止它们。在成千上万个粒子中，只有一个粒子能偶然撞击到中心的小核上，于是，这个粒子便转向一条新的路线。

你们记得，质子和中子只是原子的一小部分。这就是说，在原子中，核只占有非常小的空间，大约 250 个质子和中子也只能构成一个非常小的核体。在一个原子的空间中，在原子的直径上，可以一个挨一个地排列 7,000 个核体。假设原子比人头还要大很多的话，那么它的核仍然小得肉眼看不见。