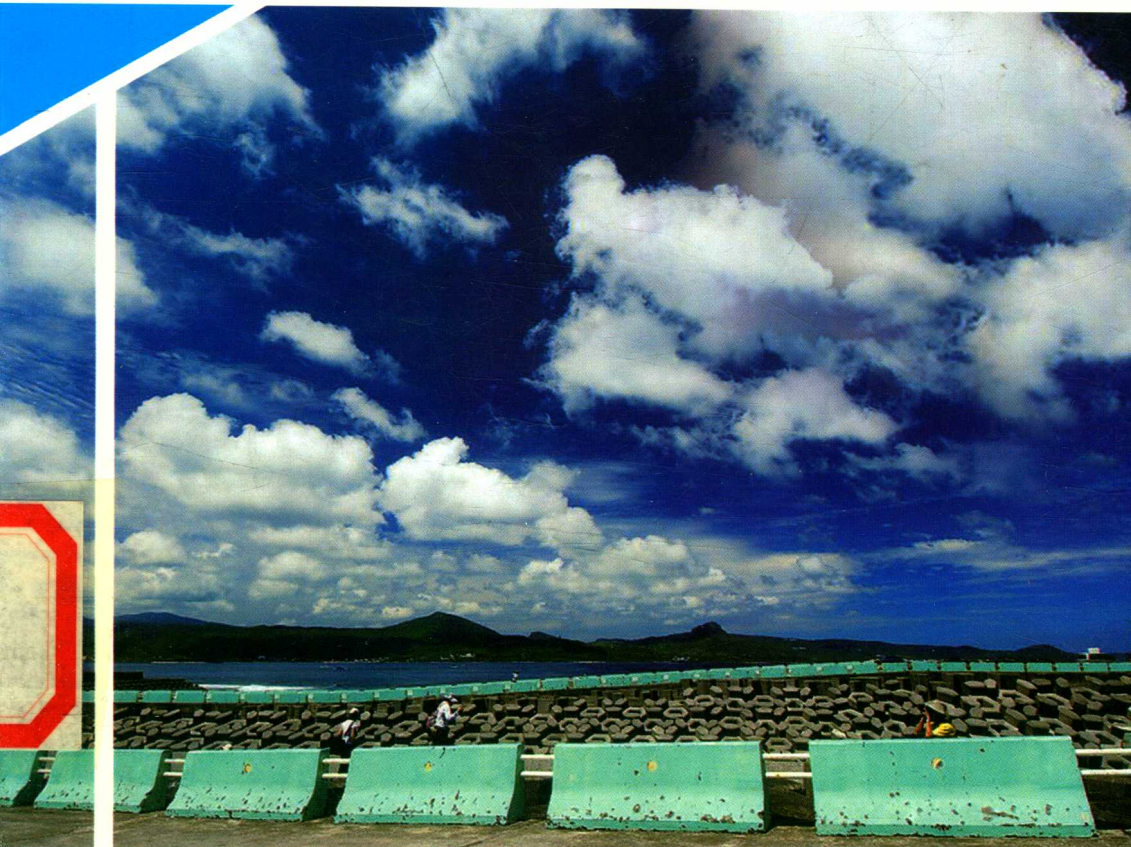


图|说|科|普|百|科
TU SHUO KE PU BAI KE

喜忧参半的

核能科技

林新杰 主编

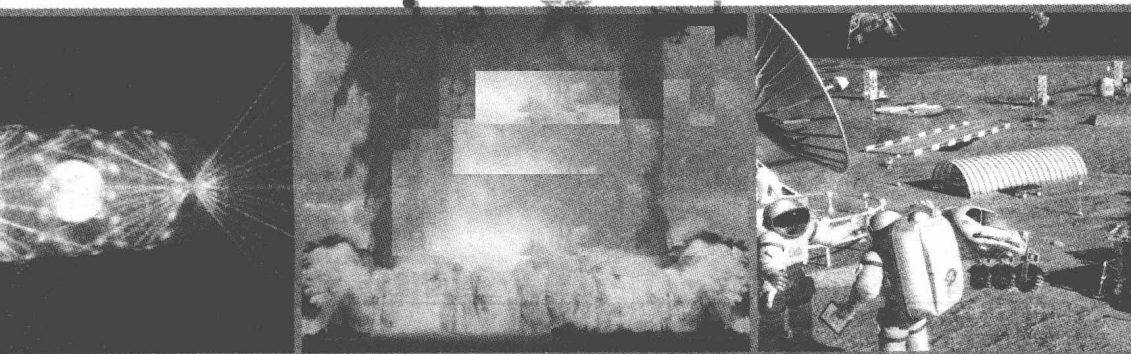


测绘出版社

图说科普百科

喜忧参半的核能科技

林新杰 主编



测绘出版社

·北京·

© 林新杰 2013

所有权利（含信息网络传播权）保留，未经许可，不得以任何方式使用。

图书在版编目（CIP）数据

喜忧参半的核能科技 / 林新杰主编. —北京:

测绘出版社, 2013. 6 (2014. 11 重印)

(图说科普百科)

ISBN 978-7-5030-3018-5

I. ①喜… II. ①林… III. ①核能—青年读物

②核能—少年读物 IV. ①TL-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第115037号

责任编辑 黄忠民

封面设计 高寒

出版发行 测绘出版社

地 址 北京市西城区三里河路50号

邮政编码 100045

电子邮箱 smp@sinomaps.com

印 刷 北京海德伟业印务有限公司

成品规格 160mm×230mm

印 张 10.00

版 次 2014年11月第2版

印 数 00001—10000

书 号 ISBN 978-7-5030-3018-5

电 话 010-68531160 (营销)

010-68531609 (门市)

网 址 www.sinomaps.com

经 销 新华书店

字 数 139千字

印 次 2015年1月第1次印刷

定 价 29.80元

本书如有印装质量问题，请与我社联系调换。

部分图片由于无法与原作者联系，稿酬未能寄达，敬请谅解！如有发现，请及时与我们联系，以赠样书。



第一章 原子弹的历程

X 射线的发现 /2

电子的发现 /5

原子的发现 /6

中子的发现 /8

铀射线的发现 /10

钋、镭的发现 /12

铀 X 的奥秘 /13

原子反应堆 /17

原子弹爆炸 /20

第二章 神奇的核反应

核裂变 /22

热中子反应堆 /23

高温气冷堆 /25



快中子反应堆 /27

热核聚变 /28

激光核聚变 /30



第三章 核问题及对策

氢弹诞生之前 /33

二战前的核危机 /39

核潜艇 /43

贫铀弹 /55

中国的核武器 /60

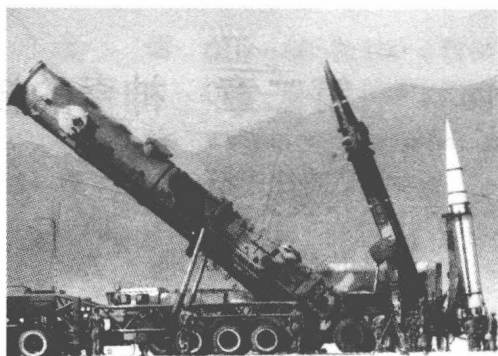
核走私现象 /69

亚洲核威胁 /79

拆卸核武器 /86

处理核潜艇 /91

防止核扩散 /94



第四章 核电站与核事故

核电站的诞生 /98

水上核电站 /99

海底核电站 /100

太空核电站 /102

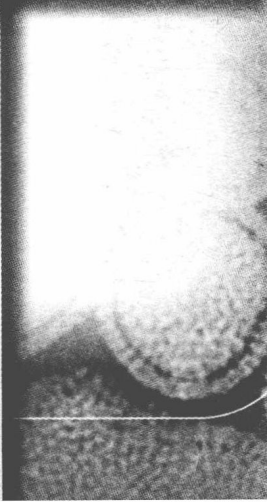
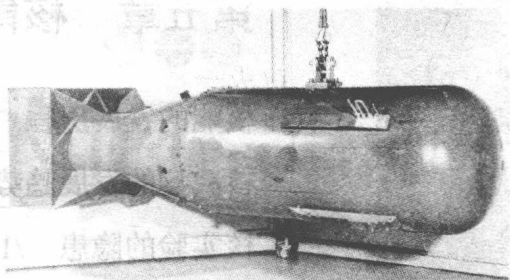
中国秦山核电站 /104

三里岛核事故 /105

切尔诺贝利核事故 /109

福岛第一核电站事故 /112

核电利与弊 /116





第五章 核能的发展与运用

核能的发展历程 /123

核武器的发展趋势 /135

核实验的隐患 /140

核爆炸的新用途 /142

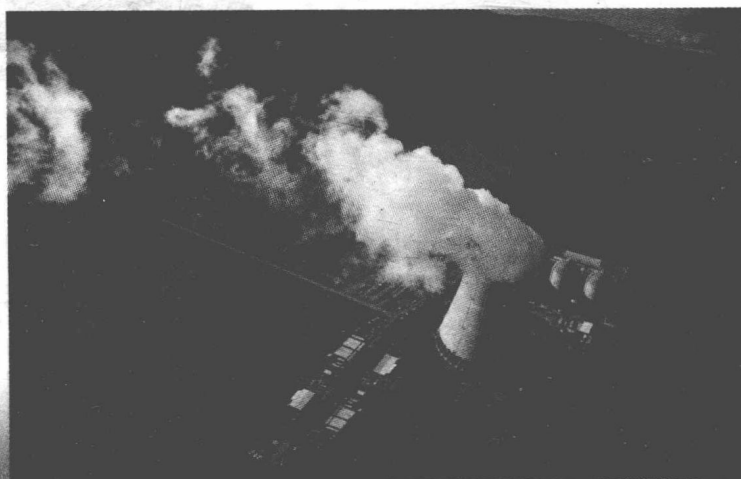
探索核能新技术 /146

核电的发展前景 /147

核安全问题 /148

核医学 /150

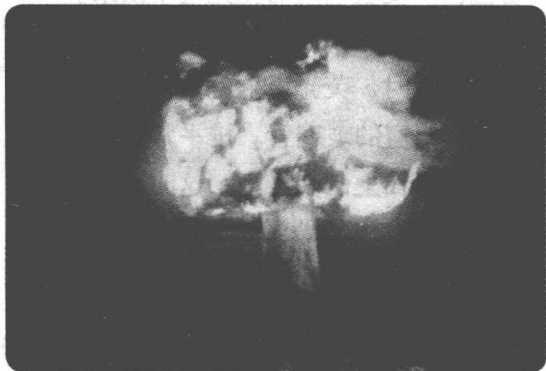
核能治污 /152



第一章

原子弹的历程

在科技发展史上，不乏许多科学奇人，他们毕其一生去探索、去发掘科学的奥秘，为人类的发展做出了巨大的贡献。如伦琴发现“X射线”、贝克勒尔发现铀、居里夫人发现钋和镭等等。本章将带领你步入科学的世界，去领略科技发明的魅力。



► X射线的发现

X SHEXIAN DE FAXIAN



1836年，英国科学家法拉第在研究稀薄气体的放电时，发现了一种绚丽的辉光。

后来，物理学家们重做试验也发现了辉光现象，因为它从阴极射出，就称其为“阴极射线”。

1895年，德国物理学家威廉·康拉德·伦琴对阴极射线产生了极大的兴趣，并开展了一系列的研究工作。

一天，伦琴继续在做他的实验。当他把荧光板靠近玻璃管的铝窗时，认为玻璃管内的亮光会影响对荧光板的观察。他就找了一张包照相底

片的黑纸，将玻璃管包住，使玻璃内的亮光透不出来。

伦琴操作时发现，当把荧光板靠近玻璃管的铝窗时，荧光板上就发出微弱的亮光；当距离稍远时，荧光板上就不发光。

继而，伦琴换上没有铝窗的玻璃管。按平常的程序，他将玻璃管包好，打开开关，伸手拿起桌面上的荧光板。这时，他发现了一个大为惊讶的现象：荧光板的边缘上发现了局部手骨的影子。

伦琴额上冷汗顿出，一时弄不清自己是在做实验，还是出现了幻觉。

伦琴毕竟是科学家，绝不会放过这稍纵即逝的奇特发现。于是，他索性将手放在荧光板后面，结果，荧光板上出现了完整的手骨影子。

这是事实，但过去并没有见过这样的报道。



喜忧参半的

核科技

第二天，伦琴集中精力重新思考这一新的发现。

通过缜密地分析后，伦琴认为：它肯定不是阴极射线，因为它能穿透玻璃、遮光的黑纸和人的手掌，其能量是很大的，而阴极射线不可能穿透玻璃，这或许是一种人们未知的射线。

于是，他为了弄清射线的性质，又做了一系列的试验：

用一块木片放在玻璃管和荧光板之间，荧光板发光。

用块铁板放在玻璃管和荧光板之间，荧光板上只剩下微弱的一点亮光；

用一块铅板放在玻璃管和荧火板之间，荧光板无光；

……

通过试验发现，这种未知的射线能使包在黑纸中的照相底片感光。

伦琴对这一神奇的现象了解得越来越多，但对它产生的原因、性质却知道的很少。这使他预感到这是一个神奇的未知领域，于是，他将这种射线命名为“X 射线”。X 在数学里时常代表未知数，X 光也有未知之光的意思。

1895 年 12 月 28 日，伦琴在符茨堡大学医学物理学会宣读了《论一种新的射线》的报告，并展示了他夫人的手骨照片。

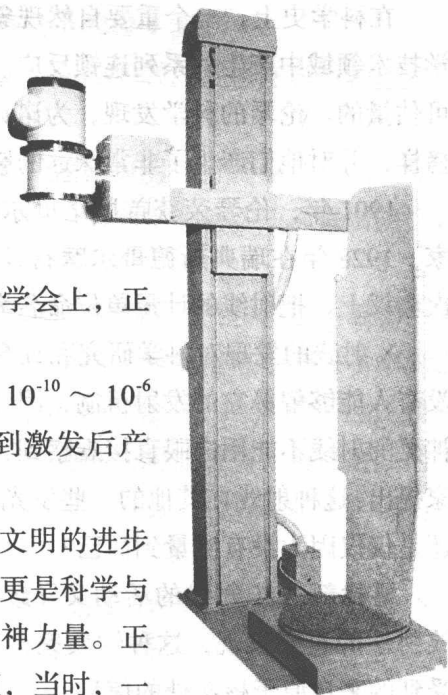
1896 年 1 月，伦琴关于 X 射线的第一部专著出版了。

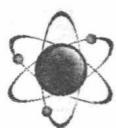
1901 年，伦琴荣获诺贝尔物理学奖。

1905 年召开的第一次国际放射学会上，正式命名 X 光为伦琴射线。

伦琴射线是在真空中的波长为 $10^{-10} \sim 10^{-6}$ 厘米的电磁波。它是高速电子受到激发后产生的。

科学发现是伟大的，它为人类文明的进步开辟了道路。但科学家的伟大人格更是科学与社会取得突飞猛进的无比巨大的精神力量。正因为大家看到了 X 射线的潜在价值，当时，一





些商人提出以巨款购买专利，被伦琴断然拒绝。他认为，X射线是天然存在的，只是偶然被自己发现了，怎么能作为私产出卖呢？不久，他就公布了自己的全部研究成果，并参与指导医生进行X射线的医用研究。

X射线的发现，为电子论的创立提供了有力的实验证据，这是科学上的一次大革命。这一发现不仅为现代实验物理学和理论物理学开辟了新的研究途径，而且为普通实用医学和特殊的外科手术提供了价值极高的可靠工具，比如电磁波的提出和X光透视机的使用等，都要归功于X射线的发现。

时至今日，X射线作为一门学科，已经相当古老了，但它并没有退出科学研究的历史舞台。例如，在研究天体演化问题时，X射线分析方法仍旧是天体物理学家手中的一个相当有力的工具。

值得一提的是，美国特夫茨大学教授A·M·马克与英国电子工程师G·N·杭斯菲尔德合作，创造了一种崭新的医疗上的诊断技术——X射线层析图像技术，这就是我们今天所熟悉的“CT”。他们二人也因此而分享了1979年诺贝尔生理学 and 医学奖。

在科学史上，一个重要自然现象的发现，往往会在一个乃至几个科学技术领域中产生一系列连锁反应。因此，它所产生的社会效益将是不可估量的。伦琴的科学发现，为诺贝尔物理学奖金获得者树立了光辉的榜样，并对他们产生了非常深远的影响。

1901年，伦琴荣获首届诺贝尔物理奖。为了纪念这位伟大的科学家，1928年在瑞典斯德哥尔摩召开的国际辐射单位与测量委员会第二次会议上，把射线的计量单位命名为“伦琴”，简称为“伦”。

X射线的发现对科学研究和社会生活都产生了重大影响。由于当时没有人能够解释它的发射机制，因此使它蒙上了一层神秘的色彩。这种神秘的射线不能用肉眼直接观察到，所以一些好奇的理论和实验物理学家提出：这种射线在其他的一些发光场合下，如在磷光过程中是否存在，还是仅仅因为没有测量到而已？

寻找新的X射线的活动又导致了法国物理学家亨利·贝克勒尔对放射性的重要发现，这种性质完全不同于X射线，它是人类第一次接受到的来自原子核深处的信息。

► 电子的发现

DIANZI DE FAXIAN

X射线的发现，使人们对X射线和放射性的研究轰轰烈烈，形成了强大的冲击波，使人们振聋发聩，令科学家欢欣鼓舞。

在距发现物质放射性不到一年的时间内，又一项伟大的发现震撼了整个科学界。这就是英国物理学家约瑟夫·约翰·汤姆逊于1897年发现的电子。

当时，人们围绕着“阴极射线究竟是什么”这个问题，展开旷日持久的论争。

物理学家们的认识也逐渐分成了两大派：一派以德国物理学家赫兹为代表，认为阴极射线是一种类似的电磁波；一派以英国物理学家克鲁克斯为代表，认为阴极射线是一种带负电的粒子流。

汤姆逊接任第三任卡文迪许实验室主任之后，带领许多年轻的物理学家，对阴极射线进行了多年的研究。

汤姆逊十分赞同克鲁克斯的观点，他认为阴极射线是一种动能极大的微粒子。但是，要进一步弄清阴极射线的本质，就必须称量出阴极射线中一个带负电粒子的重量。

通过大量的试验，收获颇丰。汤姆逊不仅使阴极和射线在磁场中发生了偏转，而且还使它在电场中发生了偏转；他利用电场和磁场来测量这种带电粒子流的偏转程度，从中计算出带电粒子的重量；他还观察到，无论改变放电管中气体的成分，还是改变阴极材料，阴极射线的物理性质都不改变，这说明来源于各种不同物质的阴极射线粒子，都是一样的。

1892年2月，汤姆逊经过一番开创性的研究，得出了人们盼望已久的“称量”结果：阴极射线粒子的速度为10万千米/秒；它的质量只有氢原子质量的 $1/1840$ ；它带的电荷量与法拉第电解定律计算出的



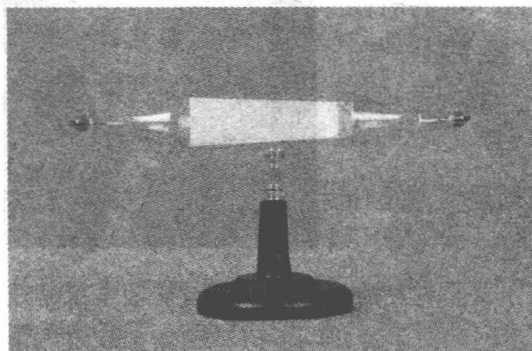
数值基本相同。

于是，汤姆逊采用了 1874 年英国物理学家斯通尼提出的名词——电子，把阴极射线的带负电的粒子命名为“电子”。

从此，电子作为电的不连续性结构的最小粒子而被科学界承认了。

汤姆逊的研究工作，在 1897 年 4 月底第一次公开报告，可能因材料和观点过于先进，没有被人们所接受。

后来，便引起了极大的反响和震动，如同石破天惊。



继而，物理学家们通过大量的试验，又测量出在光电效应和放射性蜕变中获得的带负电粒子的电荷和质量，在不同的情况下，却得出了相同的数值。

这些大量的事实足以证明，自然界存在比原子更小的

的粒子。

现在人们已经清楚：电子是世界上最轻的运动粒子之一。大约 1 024 个电子合起来，其重量也不足 1 克的 1/1 000。然而，无数个电子汇集成的电流，却能以接近光速的速度运动，成为新时代的动力源，为生产自动化开辟了道路。

►原子的发现

YUANZI DE FAXIAN

原子，是构成物质的一种微粒。

原子虽小，可不是实心的。

原子，无论是战舰钢制甲板上的铁原子，或者是金刚石的碳原子，大部分都是空空洞洞的空间。

原子非常小，是看不见的，一亿个原子排成一行也不到3厘米长。

有人打了这样一个比方，如果人和原子一般大小，一个大头针的针头上就能坐满美国全体人口，而且还留有余地，还可坐上几百万人。

那么，原子内部是个什么样子？

在我们的脑海里可以形成这样一幅关于原子的图像，这看起来就有些像太阳系的图形一样。在太阳系中心，巨大的太阳高悬于空旷的空间。在太阳周围，像我们的地球、火星以及土星等行星沿着椭圆形轨道，一个在另一个内侧绕着太阳转动。

在一个原子的中心，悬挂在空旷空间中的是原子核。其他微小的电子围绕着原子核沿着椭圆形轨道转动。

那么，原子核有多大呢？

原子核非常小，甚至于我们很难想象它究竟有多么小。原子本身就很小，一滴水中就有 6×10^{21} 个原子，如果我们有这样多个草莓，就足以能在整个地球上铺一层厚达23米的草莓果。

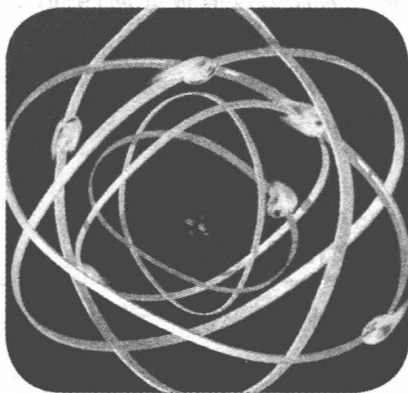
实际上，原子核只占原子空间的 10^{-12} 那么点空间。

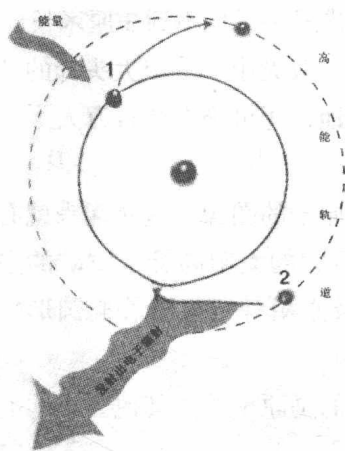
如果原子核的大小与一个草莓一样大，你把它放在一个大型足球场的中心，即摆放在中线上，原子外围“行星”，就会沿着轨道在观众们的头顶上，甚至在观众后面转动而过。

虽然原子核在原子中只占一万亿分之一的空间，可是它几乎具有原子的所有质量。

因此，就其大小来说，其重量就显得出奇的重。一枚草莓大的原子核其重量大约为7500万吨。如果把它摆在足球场中央，球场地面是承受不住的，它会一直往下沉压，朝地心沉下去。

原子核是由质子和中子构成。一个质子带一个单位的正电荷，中子不带电，中性。一个电子带一个单位的负电荷。正电荷、负电荷电性相反，数量相等。





这样，原子的“太阳”具有正电荷。外围的电子即“行星”则带负电荷。就整个原子来说，本身是没有电性的，因为原子核中的质子数正好和外围的电子数是一样的多，因而电荷平衡。

举个例子来说，钠原子核中有 11 个质子和 12 个中子，11 个电子沿轨道绕原子核运转。

电子运行的速度使得它们总是不断地试图往外飞走，飞离原子核。用一根绳子拴住一重物并以高速转动它。你就会感觉到重物试图摆脱你处于圆心的手，而向外飞走。你不得不轻轻地拖住它才能使它沿着轨道运行。原子核质子电荷的吸引力使得电子保持轨道运行，正如太阳产生的吸力使地球不致脱离其运行轨道一样。

如果带同样电荷的两个物体会相互排斥的话，那么原子核中的那些质子为什么没有彼此向四面八方飞离开呢？这就涉及一个较难的问题了，这正是产生原子能的原因。

►中子的发现

ZHONGZI DE FAXIAN

中子，是一种微小的粒子。但它在核反应中，却是原子枪弹。

如何用中子冲击原子核，这可是科学家们十分迷恋和急于探索的问题。那么，如何用中子来冲击原子核呢？

科学家们用带正电的质子来射击它，质子经过带负电的电子时，就会被吸过去。当质子接近带正电荷的核子时，质子又会被推开。

当科学家们用电子射击它时，带正电荷的原子核肯定会把带负电的电子吸过去。然而，电子太轻了。它们不能造成足够的损伤。

当科学家们用中子射击原子核时，因中子很重，它不会被引偏其航向。

科学家们发现，当由中子冲击原子核时会发生以下三种情况中的一种情况：一是中子反弹回来；二是中子停留在原子核附近，暂时不会发生任何现象；或是中子可能使原子核分裂。

铀有三种同位素。现假设中子冲击其中一种的原子核。这种原子核具有 92 个质子和 143 个中子，名叫铀 235。这个新的中子使它成为铀 236。但是由于某些原因，铀 236 是不稳定的。它会迸裂为碎片，或许可使它碎裂。假如这次碎裂的最大一片是钡原子核，具有 56 个质子和 88 个中子；另一片是氪，有 36 个质子和 54 个中子。那么，就会产生两个额外的中子。这些额外的中子十分重要。碎裂时，有大量的能量放出，使所有碎片以惊人的速度射出。这被称为裂变。

换句话说，当中子子弹把原子核分裂为两块时，这种分裂叫裂变。这两小块以巨大能量分离，而变成新的更小的原子核。裂变过程中，射出两个新的中子子弹。

研究发现，许多物质都渴望得到中子。它们吸收中子就像吸墨纸吸收水分一般。这意味用来制造反应堆的所有物品都必须非常纯，以至于不浪费中子。不过，这也表明可以在反应堆内装设完全控制装置。

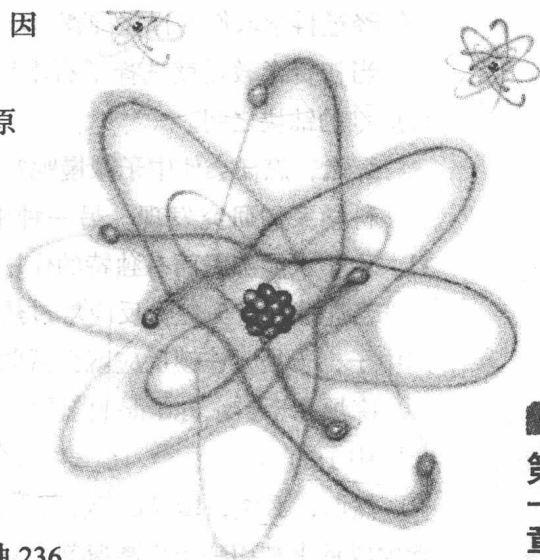
至今，对大多数反应堆来说，运动慢的中子比快的中子好些。

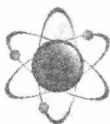
这怎么听起来又有点奇怪呢？

因为当没有铀 235，就必须减慢反应堆中中子的速度。

相反，如果反应堆里含有铀 238，它会捕获快的中子而不分裂。铀 235 能够捕获的中子只能是慢的中子。

许多物质都能减慢中子。不过，我们必须挑选那种不会吸引中子的物质。





经过科学家们的择优推荐，碳是排在首位的最佳物质。

当初费米教授就选择了石墨形成的碳，并把它放在“芝加哥一号”反应堆的铀块之间。

那么，怎样会使中子减慢呢？

科学家们研究发现，另一种中子缓速剂是水。水很容易控制，而且，由于水能沸腾而有独特的作用。

当连锁反应失控，反应堆过热，水就会沸腾，中子速度加快而射不出中子，于是，连锁反应就会减弱下去。

麻烦在于，水分子是由氢原子和氧原子组成的。而普通的氢是“贪吃”中子的。

然而，重氢，即氢的第二个同位素则不会这样。因此，由这种同位素构成重水被用来当作减速剂。只是，重水稀有而昂贵，因此我们还在继续研究利用普通水的方法。

通常，用来减缓中子速度的物质称为减速剂。因此，在设计反应堆时，首先要做的第一件事就是选择减速剂。

我们通常所说的反应堆为水减速式或石墨减速式，就是这个道理，以此类推。

► 铀射线的发现

YOUSHEXIAN DE FAXIAN

自从伦琴发现 X 射线之后，这“X”便吸引了不少物理学家去探索、揭秘。

法国物理学家贝克勒耳就是一位对“X”十分着迷的人。

为了揭示“X”的秘密，检验荧光物质是不是也能发射 X 射线，就找来了许多荧光物质做实验。

贝克勒耳把照相底片小心地包在可见光不能透过的黑纸里，同时又在外面放上了荧光物质铀盐，然后摆在强烈的阳光下照射。