

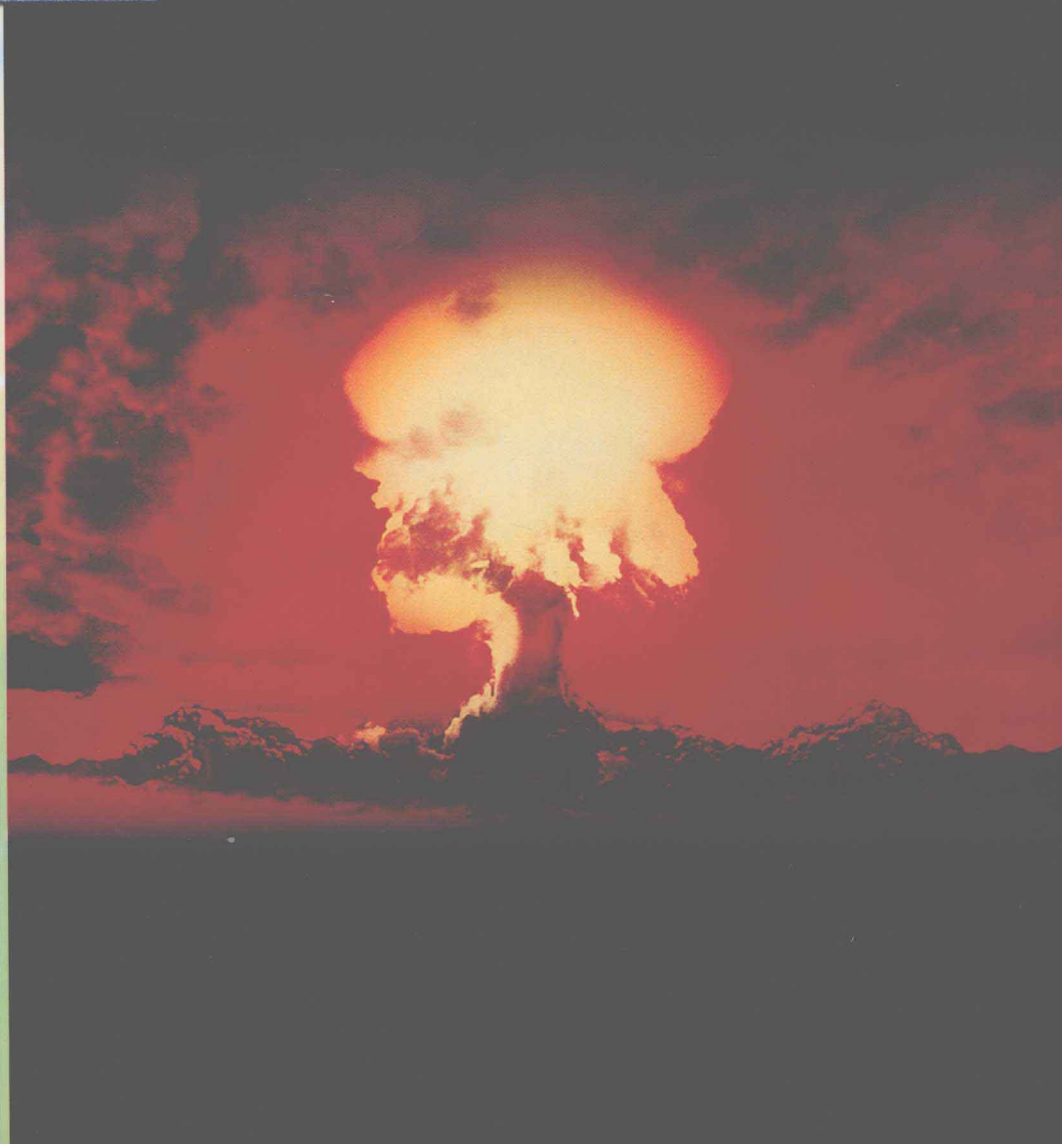
物理探索

10

核物理

NUCLEAR PHYSICS

Shandong Education Press
山东教育出版社



物理探索

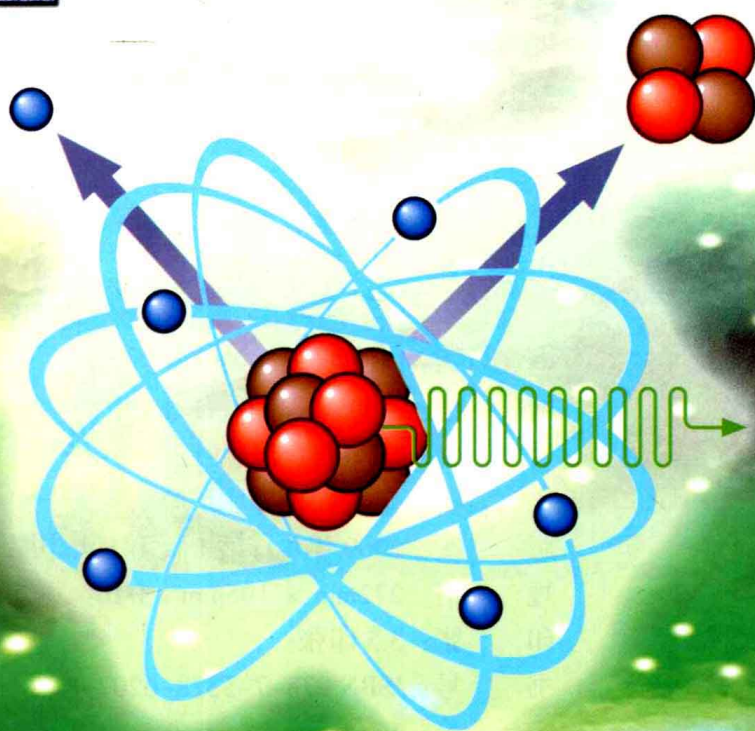
10

NUCLEAR PHYSICS



山东教育出版社

Shandong Education Press



图书在版编目 (CIP) 数据

核物理 / (英) 库珀 (Cooper, C.) 著; 姜海辉, 王鑫
译. — 济南: 山东教育出版社, 2009
(物理探索; 10)
ISBN 978-7-5328-6207-8

I. 核… II. ①库…②姜…③王… III. 核物理学—青少年读物 IV. 0571-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 033913 号

山东省版权局著作权合同登记号 图字: 15-2005-098

Copyright © Andromeda Oxford Limited 2001

The moral right of the proprietor has been asserted.

中文简体字版由 THE BROWN REFERENCE GROUP PLC 授权
山东教育出版社全球独家出版发行。

版权所有 侵权必究

物理探索

第 10 卷

核物理

克里斯朵夫·库珀 著 姜海辉 王鑫 张艺 译

主 管: 山东出版集团

出 版 者: 山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)

电 话: (0531) 82092663 传真: (0531) 82092661

网 址: <http://www.sjs.com.cn>

发 行 者: 山东教育出版社

印 刷: 山东新华印刷厂临沂厂

版 次: 2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

规 格: 272mm × 195mm 1/16

印 张: 3.5 印张

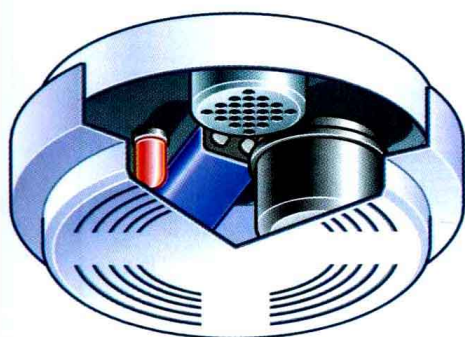
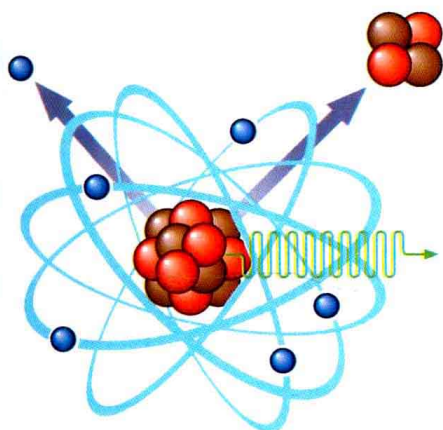
书 号: ISBN 978-7-5328-6207-8

定 价: 15.00 元

(如印装质量有问题, 请与出版者联系调换)

目 录

阅读指南	4
原子的结构	6
原子和同位素	8
同位素的分离	12
放射性和放射线	14
放射性衰变	20
同位素的应用	22
原子对撞机	24
原子核裂变	28
核反应堆	30
核能	36
核废料	40
太阳是如何发光的	42
核聚变	44
探究活动	46
术语表	52



阅读指南

《物理探索》的设计意图是：以生动有趣的方式对中学生以及物理爱好者讲解物理学及其在日常生活中的应用，希望读者能够通过阅读此书而更加喜欢物理学。为激发读者的阅读兴趣，将“物理学”这一“貌似生硬”的科学讲解得深入浅出而又精彩纷呈，编者采用了大量颇具参考价值的照片和插图（为保持这些图片的清晰度，需要用质量较高的纸张印刷），同时在每一分册的最后设置“探究活动”栏目（带有详细的实施方案），为读者提供一个自己动手进行物理探索

的机会，以期更加深刻地理解和体会该分册中讲解的物理学原理及其在生活中的应用。

物理学是有关物质和能量（变化）的科学，内容相当广泛。为使读者全面而又系统地了解基础物理科学，编者按照物理学本身的系统性和逻辑性，将全部内容分为10部分（即10卷）依次呈现：1. 物质、2. 力学、3. 热、4. 光、5. 声、6. 电荷、7. 电流、8. 磁学、9. 电子学、10. 核物理。每卷分为若干章节，每章2~6页不等，章节顺序严格按照知识的内在逻辑性排列。

每章的标题（主题）下面用一段

示意图：补充说明科学原理

章标题

本章概要

本卷卷名

原子的结构

物质是由原子组成的，原子极微小，肉眼观察不到。虽然原子很小，但是依然具有由更小的粒子组成的复杂结构。我们每天所接触的各种不同物质，其特性就是由原子的结构决定的。

重要原子的来源

我们周围的所有物质都是由原子组成的。原子非常小，我们的一个指甲盖能容纳下大约1亿个原子，我们的身体里大约含有 7×10^{27} 个原子。然而，1897年英国物理学家汤姆孙（J.J. Thomson）发现，原子中含有更小的粒子，这种粒子后来被称作电子。

原子带负电荷，那么，原子内就必须有平衡负电荷的正电荷。汤姆孙认为：在原子中，电子“镶嵌”在带正电荷的球体周围，就像葡萄干布丁一样。但是，新西兰物理学家卢瑟福（Ernest Rutherford）后来发现：原子的正电荷和绝大部分质量都存在于原子的核心——原子核。原子是由带正电的原子核和带负电的电子之间的电性吸引结合而成的。

原子与元素

氢原子核是最简单的原子核，只有一个带正电的质子。其他元素的原子核内含有更多的质子和中子。中子呈电中性，质子的正电荷由原子核外等量的电子来平衡。原子核内质子的数量也叫原子序数；核内的数字1，拥有同一原子序数的原子属于同一化学元素。在没有形成离子的情况下，原子序数=核电荷数=核外电子数。

尼尔斯·玻尔

丹麦物理学家，生于1885年，最早提出原子结构理论。他提出：电子绕原子核运动，就像行星绕太阳运动一样。然而，问题是：根据当时的理论，旋转的电子应该通过电磁辐射而放出能量并瞬间落入原子核内。玻尔理论无法解释这种情况为什么没有发生，但他认为电子在固定的轨道上运动，并计算出了最简单的氢原子的大小和能量。玻尔于1922年荣获诺贝尔物理学奖，他根据当时的大丰富并发展了微观物理学中的量子理论，并以此为基础建立了复杂原子模型，取代了之前的简单原子模型。

早期原子模型

汤姆孙“葡萄干布丁”模型（1897年）

道尔顿“台球”模型（1807年）

卢瑟福“电子云”模型（1913年）

玻尔“固定轨道”模型（1913年）

早期的原子理论研究者，例如道尔顿（John Dalton），认为原子没有结构。后来，汤姆孙发现原子含有负电子；而卢瑟福认为，用来平衡电子负电性的正电荷集中在原子核内。玻尔则计算出了电子轨道的大小。

原子与元素

氢（1）

氦（2）

锂（3）

铍（4）

硼（5）

碳（6）

氮（7）

氧（8）

氟（9）

氖（10）

钠（11）

镁（12）

铝（13）

硅（14）

磷（15）

硫（16）

氯（17）

氩（18）

钾（19）

钙（20）

钪（21）

钛（22）

钒（23）

铬（24）

锰（25）

铁（26）

钴（27）

镍（28）

铜（29）

锌（30）

镓（31）

锗（32）

砷（33）

硒（34）

溴（35）

氪（36）

铷（37）

锶（38）

钇（39）

锆（40）

铌（41）

钼（42）

锝（43）

钨（44）

铼（45）

锇（46）

铱（47）

铂（48）

金（49）

汞（50）

铊（51）

铅（52）

铋（53）

钋（54）

砹（55）

氡（56）

钫（57）

镭（58）

锕（59）

钍（60）

镤（61）

铀（62）

镎（63）

钚（64）

镅（65）

锔（66）

锿（67）

镱（68）

镥（69）

铪（70）

铽（71）

铈（72）

镧（73）

铈（74）

镨（75）

钕（76）

铈（77）

铈（78）

铈（79）

铈（80）

铈（81）

铈（82）

铈（83）

铈（84）

铈（85）

铈（86）

铈（87）

铈（88）

铈（89）

铈（90）

铈（91）

铈（92）

铈（93）

铈（94）

铈（95）

铈（96）

铈（97）

铈（98）

铈（99）

铈（100）

照片：自然界中的物理学原理及其应用

前后文参照：本章部分“关键内容”在各分册中的位置

话概括介绍本章主要(重要)内容,兼有阅读提示作用。然后以文图搭配的形式将本章内容分为若干部分逐一讲解。采用的图片分为照片和示意图两种。照片用来举例介绍物理学原理及其在生活中的应用,示意图用来解释物理学原理以及对正文内容进行补充说明。值得一提的是,部分章节设置有“人物传记”栏目,介绍一位著名物理学家在本领域内取得的成就。

每一卷的最后都设置有丰富的科

学探究活动,指导读者用日常生活用品进行有趣的实验,帮助读者理解物理学基本原理。

书中还有一些特色设计,用以帮助读者实现轻松阅读、系统而连贯地获取知识。例如:在每一章开始部分(右首页)的页脚处设置有“前后文参照”栏目,以关键词检索的形式列出关键内容在各分册中的位置;在每一卷最后设置“术语表”,方便读者随时查阅书中出现的科学术语。

书眉彩条（每卷颜色不同）

流程图：描述生产过程中的科学原理



实验目的

示意图：科学原理的实际应用

实验器材

实验步骤

前文参照：实验背后的科学原理在前文中出现的位置

原子的结构

物质是由原子组成的，原子极细小，肉眼观察不到。虽然原子很小，但是依然具有由更小的粒子组成的复杂结构。我们每天所接触的各种不同物质，其特性就是由原子的结构决定的。

▽ 重原子的来源

超新星爆发 (Supernova) 即为大质量恒星死亡 (爆炸) 的过程，爆炸后的星尘物质向外扩散，形成明亮的环形云气，同时释放出重原子。这些星尘物质可能成为新的恒星及其行星的形成物质。

我们周围的所有物质都是由原子组成的，原子非常小，我们的一个指甲盖能容纳下大约1亿个原子，我们的身体里大约含有 7×10^{27} 个原子。然而，1897年英国物理学家汤姆孙 (J.J. Thomson) 发现，原子里含有更小的粒子，这种粒子后来被称作电子。

电子带负电荷，那么，原子内就必须有平衡负电荷的正电荷。汤姆孙认为：在原子中，电子“镶嵌”在带正电荷的球体周围，就像葡萄干布丁一样。但是，新西兰物理学家卢瑟福 (Ernest Rutherford) 后来发现：原子的正电荷和绝大部分质量都存在于原子的核心——原子核。原子是由

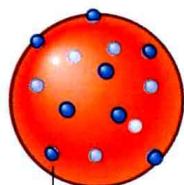


早期的原子模型

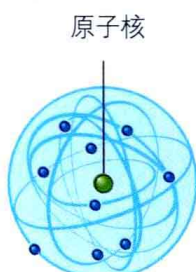


道尔顿“台球”
模型 (1802年)

汤姆孙“葡萄干布丁”
模型 (1897年)

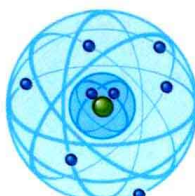


电子



卢瑟福“电子云”
模型 (1911年)

玻尔“固定轨道”
模型 (1913年)



早期的原子理论研究者，例如道尔顿 (John Dalton)，认为原子没有结构。后来，汤姆孙发现原子含有负电子；而卢瑟福认为，用来平衡电子负电性的正电荷集中在原子核内；玻尔则计算出了电子轨道的大小。

带正电的原子核和带负电的电子之间的电性吸引结合而成的。

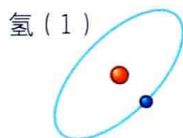
原子核的结构

随后的实验证明：原子核本身也是由两种粒子组成的。一种是质子，携带的正电荷与电子携带的负电荷数量相同，质量大约是电子的 2 000 倍。另一种粒子呈电中性，故称作中子，质量和质子相当。

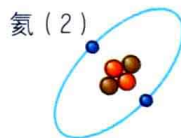
150 亿年前，在宇宙大爆炸的初期，质子、中子、电子形成原子，但是这些只是最简单、最轻的原子。然后，这些轻原子在星球中心形成较大的原子，如碳原子、氧原子、氮原子和其他促使生命起源的原子。在超新星爆发时，上述所有原子都将扩散到广袤的星际空间中。

原子与元素

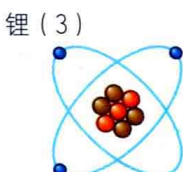
● 质子 ● 中子 ● 电子



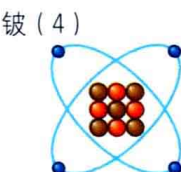
氢 (1)



氦 (2)



锂 (3)

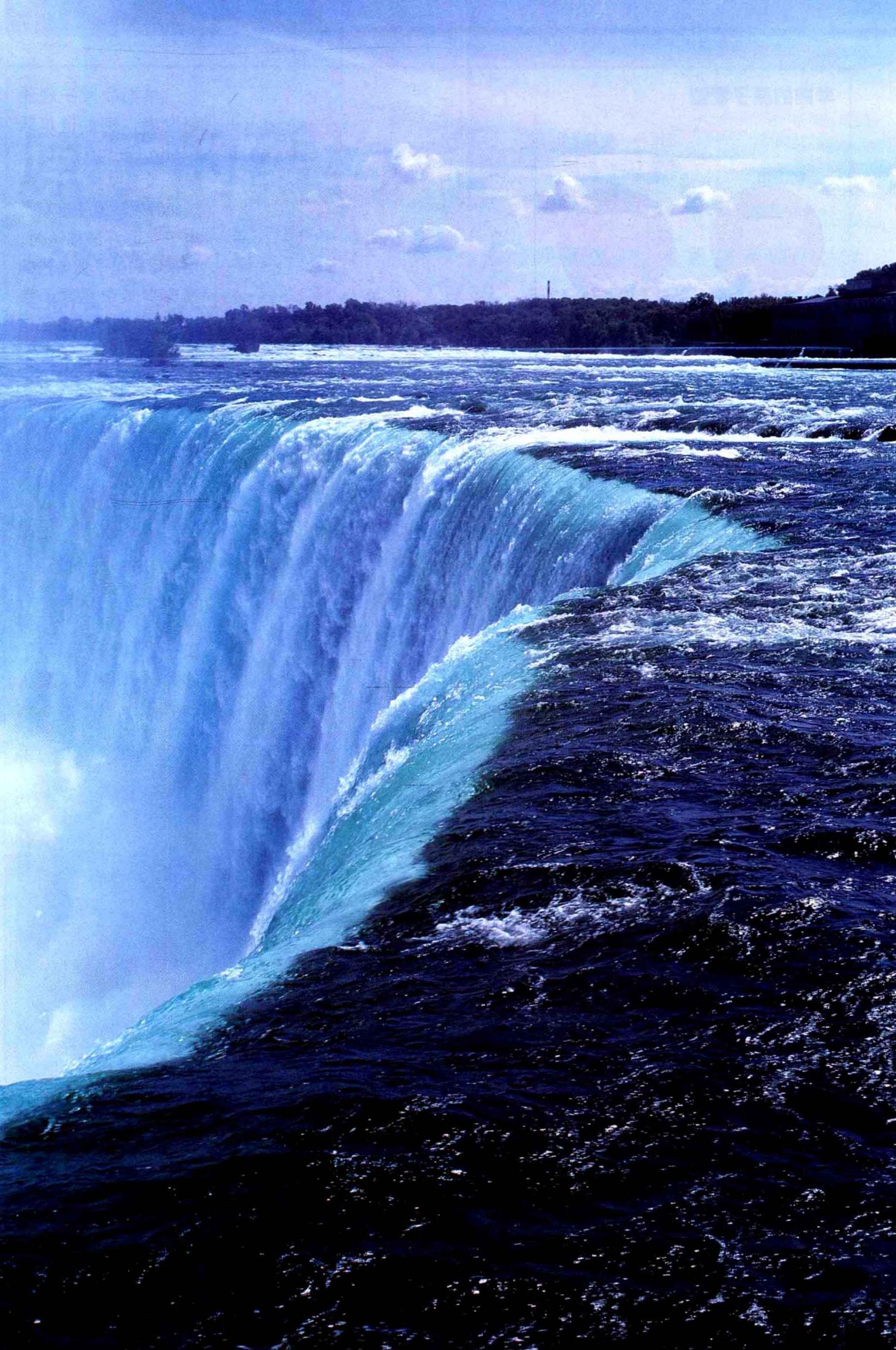


铍 (4)

氢原子核是最简单的原子核，只有一个带正电的质子。其他元素的原子核内含有更多的质子和中子。中子呈电中性，质子的正电荷由原子核外等量的电子来平衡。原子核内质子的数量也叫原子序数 (括弧内的数字)，拥有同一原子序数的原子属于同一化学元素。在没有形成离子的情况下：原子序数 = 核电荷数 = 核外电子数。

尼尔森·玻尔

丹麦物理学家，生于 1885 年，最早提出原子结构理论。他提出：电子绕原子核运动，就像行星绕太阳运动一样。然而，问题是：根据当时的理论，旋转的电子应该通过电磁辐射放射出能量并瞬间落入原子核内。玻尔理论无法解释这种情况为什么没有发生，但他认为电子在固定的轨道上运动，并计算出了最简单的氢原子的大小和能量。玻尔于 1922 年荣获诺贝尔物理学奖，他极大丰富并发展了微观物理学中的量子理论，并以此为基础建立了复杂原子模型，取代了之前的简单原子模型。



原子和同位素

参加化学反应时表现相同（即属于同一种元素）的原子可能并不是同一种原子，因为它们的原子核结构可能不同。尽管它们的原子核中含有相同数目的质子，但它们的中子数不同。

自然界中存在着约90种化学性质不同的原子，它们在化学反应中表现不同，有些反应强烈，有些几乎不反应。这些差异是由于原子外围的电子活性不同造成的。因为原子间通过得到、失去或共享电子来相互结合或彼此分离（即化学反应的本质），所以原子的性质取决于原子内参加反应的电子的数量，而后者取决于原子核。

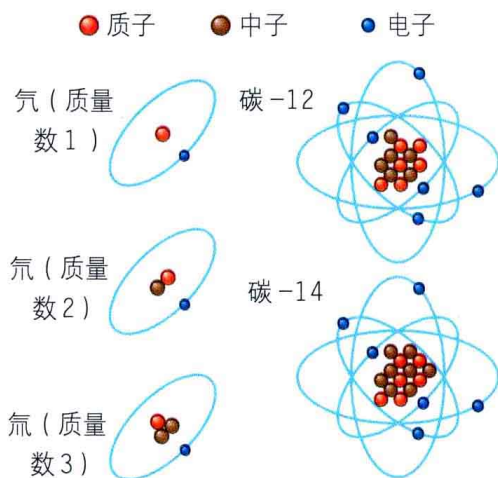
通常情况下，原子中的电子数量与原子核中的质子数量相等，因此原子不带电。质子的数量称为原子序数，可以用来表征元素。氟原子有9个电子，核内有9个质子，因此它的原子序数是9。但氟原子具有获得另外一个电子的强烈趋势，因为10个电子可以达到稳定结构。所以氟原子趋向于从其他原子中“抢夺”

一个电子（即与后者发生反应）。氟原子和钠原子的反应尤其剧烈，这是因为钠原子有11个电子，趋向于“扔掉”一个电子，从而达到10个电子的稳定结构。于是，一个钠原子和一个氟原子结合，钠原子的一个电子转移给氟原子，同时释放出能量。

两个具有相同原子序数的原子（即属于同一元素的原子）可能在某些重要性质上是不同的。尽管它们原子核内的质子数相同，化学性质一致，但它们的中子数不同。例如，普通氢原子的原子核中含有一个质子，没有中子；少量氢原子核中却含有一个质子和一个中子，称为氘原子；更少量氢原子核中含有一个质子和两个中子，称为氚原子。这三种原子都属于氢元素。

同位素的命名

原子核中含1个和2个中子的氢的两种微量同位素分别叫做氘和氚。但是，大多数元素的同位素没有特别命名，比如图中列举的碳的同位素，仅以原子核的质量数（质子和中子数之和）命名。



轻水和重水

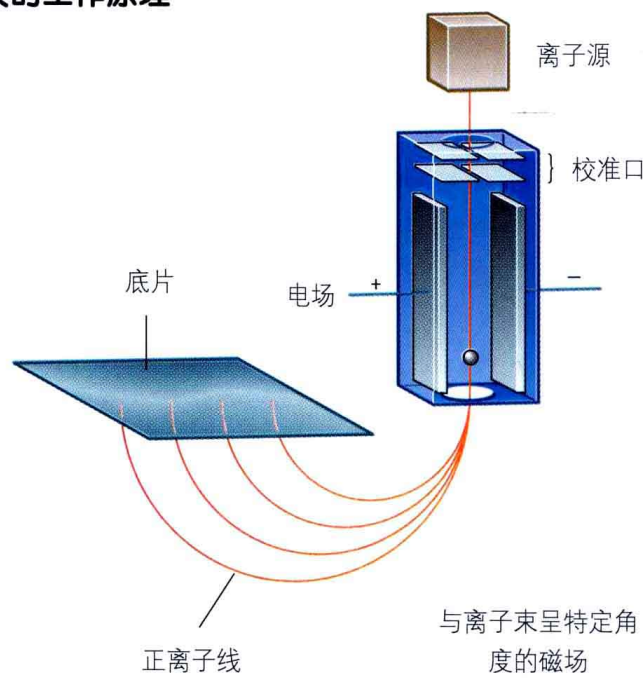
地球上的天然水绝大部分是由普通氢原子和氧原子结合形成的（轻水），极少部分（大约六千分之一）的水中的普通氢原子被重氢（氘）原子取代，这种水叫重水。

▷ 质谱仪

现代化学实验中，质谱仪是必不可少的分析工具。质谱仪最早出现于1919年，其基本工作原理至今未变。但现代质谱仪的灵敏度已大为提高，即使两种原子的相对原子质量相差十万分之一，也能被质谱仪区别开来。



质谱仪的工作原理



当离子束穿过校准口后，在电场和磁场的共同作用下，质量不同的离子运动曲线的半径不同，最后落到底片的不同位置，从而被区分开来。

同位素

如前所述，同一种元素的原子，如果它们的原子核内的中子数不同，则互称为同位素。同位素的概念最初是由电子的发现者汤姆孙提出的，他发现氦元素有两种同位素原子。自1919年以来，汤姆孙的学生弗朗西斯·威廉·阿斯顿（Francis William Aston）在精确测量原子的质量时，对同位素进行了全面研究。阿斯顿设计了一种仪器，将高速离子束通过仪器中的电磁场，由于离子束中的离子质量和所带电荷不同，不同离子就可以被分开。（离子是由原子失去或获得电子形成的带电粒子，携带电荷数不同的离子通过电场时得到的

加速度不同,而磁场的作用是改变离子的运动路径)因为这种仪器分离离子时就像光谱仪分散光束一样,所以阿斯顿将其称为质谱仪。

举例来说,通过质谱仪可知:氯有两种主要同位素原子,其中约占四分之三的原子,其质量是氢原子的35倍;其余四分之一的原子,其质量是氢原子的37倍。这就可以解释为什么化学家们得到的氯原子质量是氢原子质量的35.45倍。

原子质量通常用相对原子质量来表述,简称为原子量。国际上将含有6个质子和6个中子的碳原子的原子量设定为12,通过此标准计算得到的氢的原子量为1.008。

稳定原子核与不稳定原子核

对稳定的原子核而言,中子数必须至少同质子数一样多。如果中子过多或过少,原子核就会分裂,释放出某种形式的粒子或形成两个新的原子核。这个过程不断重复,直到形成稳定的原子核。某原子核裂变形成其他原子核,这一现象或过程称为放射性(另一类放射性是指能量以射线形式释放,而原子核不发生变化)。原子量较小的原子核,中子和质子数相等,比较稳定,如碳原子(原子序数6)、氧原子(原子序数8)、钙原子(原子序数20)。由于质子带正电,它们之间



◁ 称重原子的人

1922年,由于在原子质量测量方面的杰出贡献,弗朗西斯·威廉·阿斯顿荣获诺贝尔化学奖。

相互排斥,所以较重的原子核需要更多的中子来屏蔽质子间的排斥力,比如最重的铀原子(原子序数92)的原子核中有146个中子,却仍有放射性。

弗朗西斯·威廉·阿斯顿

1913年,当阿斯顿在剑桥大学卡文迪许实验室在汤姆孙的指导下工作时,首次发现了同位素存在的线索,但其深入研究由于第一次世界大战而中断。1919年,阿斯顿将原有设备进行了大幅改进,可以区分化学性质相同的原子间极其微小的质量差别。阿斯顿发现自己研究的各种元素几乎都有数个同位素,他为此提出整数规则,即同位素的质量可以用氢原子质量的整数倍来表示。他还发现了奇偶规律,即相对原子质量是奇数(或偶数)的元素,其同位素的相对原子质量也是奇数(或偶数)。阿斯顿将其后半生的精力几乎都投入到了制造更精密的质谱仪中。

同位素的分离

同位素的分离是相当困难的，但在第二次世界大战期间，为了制造第一颗原子弹，就不得不解决这一难题。现在，这一技术已在工业测量、医学诊断、生物研究等和平领域得到广泛应用。

科学家一旦发现了同位素的存在，为做好进一步研究，就必须进行同位素分离。由于同种元素的化学性质非常一致，同位素分离非常困难。

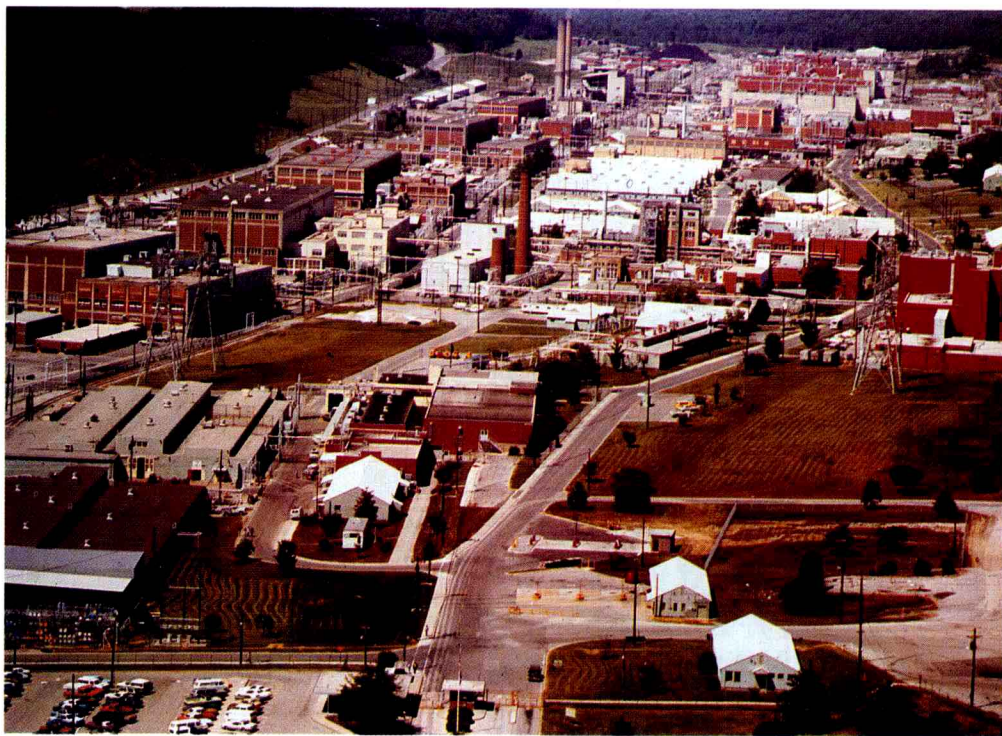
质谱仪背后的科学原理可以用于更大规模的粒子分离过程。例如将含有两种以上同位素的物质离子化，将离子束通过电磁

场，由于质量轻的离子更容易发生偏转，所以能够分离出不同的粒子。

1932年，美国化学家哈罗德·尤里（Harold Urey）首次成功进行了大规模的同位素分离，分离出了氢的同位素氘和氚。他使水在通电的条件下分解生成氢气和氧气，氢气以气泡的形式冒

▷ 美国田纳西州 橡树岭

橡树岭市的建立源于同位素分离工程。1942年美国政府对提取制造核弹所需的铀-235，兴建了大型设备群。橡树岭市即由此发展而来。



出,但是氘和氚形成的气泡产生地稍缓慢一些,这样就会使得水中氘和氚的含量稍高一些。

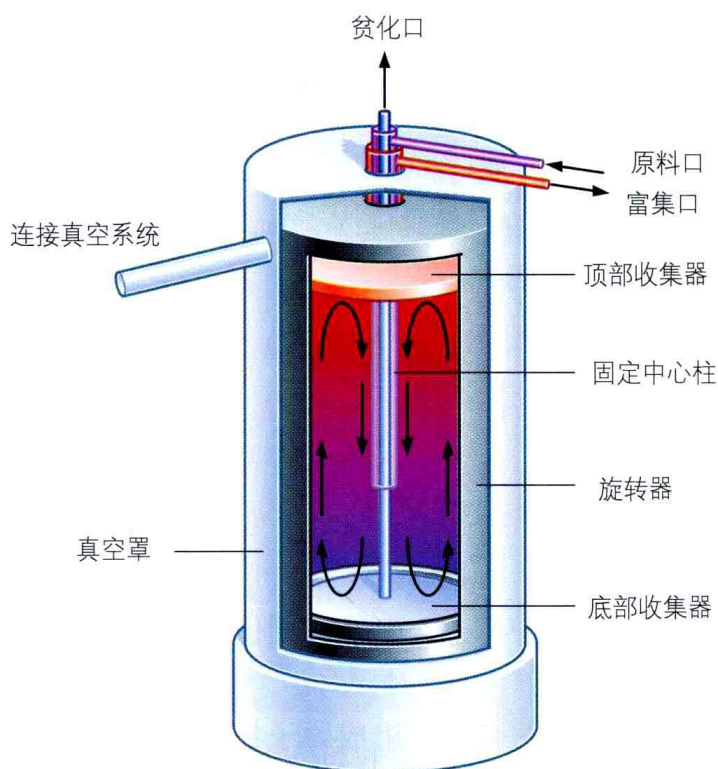
制造原子弹

第二次世界大战期间,美国及其盟友为制造人类历史上的第一颗原子弹付出了巨大努力,最终制造出了两种类型的原子弹。其中一种类型的原子弹需要铀-235,是铀的稀有同位素。铀-235的原子核中含有92个质子和143个中子,必须从普通的铀-238(含有146个中子)中分离得到。分离方法如下:将铀与氟在一定条件下结合形成六氟化铀气体,使其通过渗透膜,铀-235在渗透膜中的扩散速率略快,所以先渗透出来的气体中铀-235含量较高。同样的过程重复数千次,得到的气体中铀-235的含量就会不断增加。最后再通过电磁分离实现最后的富集。

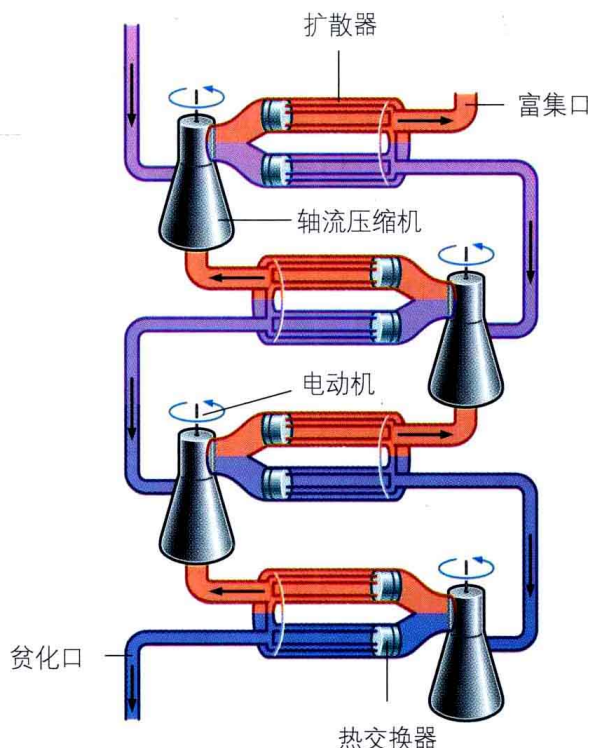
另一种类型的原子弹的制作原料钚也需要同样的同位素分离过程。这是一种人工元素,它首先是从铀中分离出来的。

同位素分离的另一项重要技术是离心分离。将同位素气体通过高速离心设备,稍重一点的同位素气体被“甩出”。用两只类似勺子的设备分别收集“甩出”的气体和剩余的气体,达到部分分离的目的。

两种分离同位素的方法



同位素混合气体作为原料充入离心分离装置,富含轻组份的气体由富集口排出,另一部分由贫化口排出。



在几组连续的气体扩散分离设备的每一组里,贫化部分被排出,而富集部分重回上一组继续分离。

放射性和放射线

部分原子能变为另一种原子，而且通常会在转变过程中释放出射线，这些射线我们既看不到也听不见，但穿透力极强。上述过程或现象叫做放射性。放射线可能比较危险，却是了解原子核的一种重要手段。

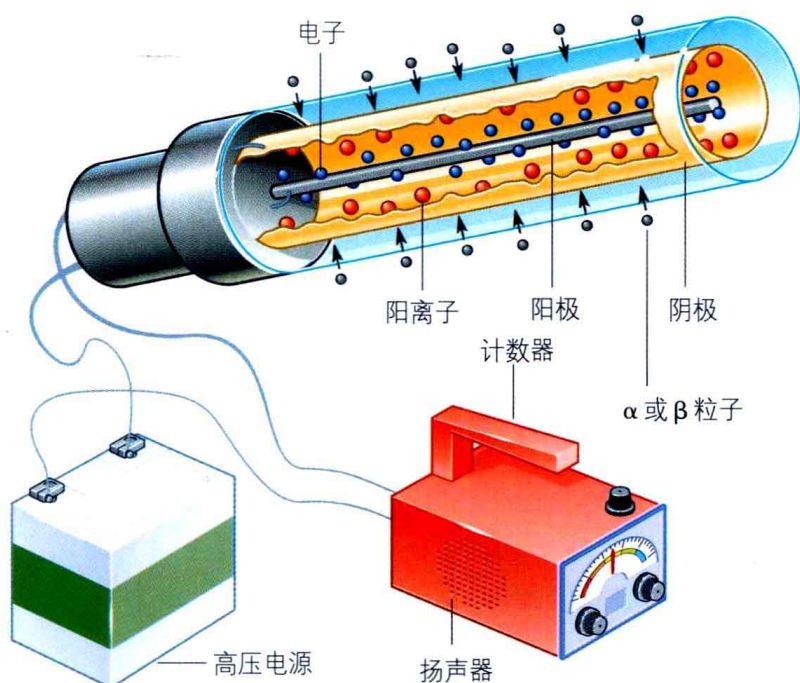
我们周围的绝大多数原子是稳定不变的，它们大约生成于5万亿年前，比太阳系还古老。而部分同位素原子在随着时间的推移发生变化，它们的核子——组成原子核的粒子，比如质子和中子，变为另一种核子，而

且常常会从原子核中释放出某种粒子，同时释放出电磁辐射（比如 γ 射线）。这种原子分裂并释放出粒子和射线的过程称为放射性。

放射线可由多种方法检测到。例如，放射线能使摄影胶片

盖格计数器工作原理

盖格计数器可以检测到特定的（放射线）粒子。盖革计数器由圆筒状的阴极和金属丝阳极组成，整体封装在玻璃管中。玻璃管的一端为薄云母片，可以允许入射的带电粒子通过。玻璃管内充有适量的气体介质。当在阴极和阳极间施加一个足够高的电压时，入射粒子会引发介质气体电离，产生的次级离子和电子在高压电场的作用下分别向阴极和阳极漂移，形成电流。电流的强度与入射粒子的能量成正比，从而可以测出辐射的强弱。上述电流沿外部导线流出，形成脉冲电流，通过扬声器发出声音，并可通过计数器读数。





◁ 盖格计数器

盖格计数器小巧结实,使用者可通过扬声器传出的声音和指示盘上的读数探察到环境放射源及其大致辐射强度。

感光。正是这一现象使得法国物理学家亨利·贝克勒尔于1896年偶然发现了放射性。有一次,他把用纸包裹的胶片(尚未感光)放在抽屉中。后来当他打开胶片时,发现胶片变黑了(已部分感光)。贝克勒尔最终发现,使胶片感光的是抽屉里的含铀物质,铀释放出一种未知的射线,穿透了纸,使胶片感光。

电子设备也可以探测到放射性。放射线会对生命体造成伤害,大量接受辐射会导致灼伤、恶心,甚至产生辐射病,但是当得到精确控制时,放射性却可以在医疗上用来治疗肿瘤。

我们每时每刻都身处弱辐射环境中,这些辐射来自岩石中的放射性元素,尤其是花岗石和其他火成岩等“硬岩石”。自然界中的辐射有一部分来自于不停照射到地球上的宇宙射线。

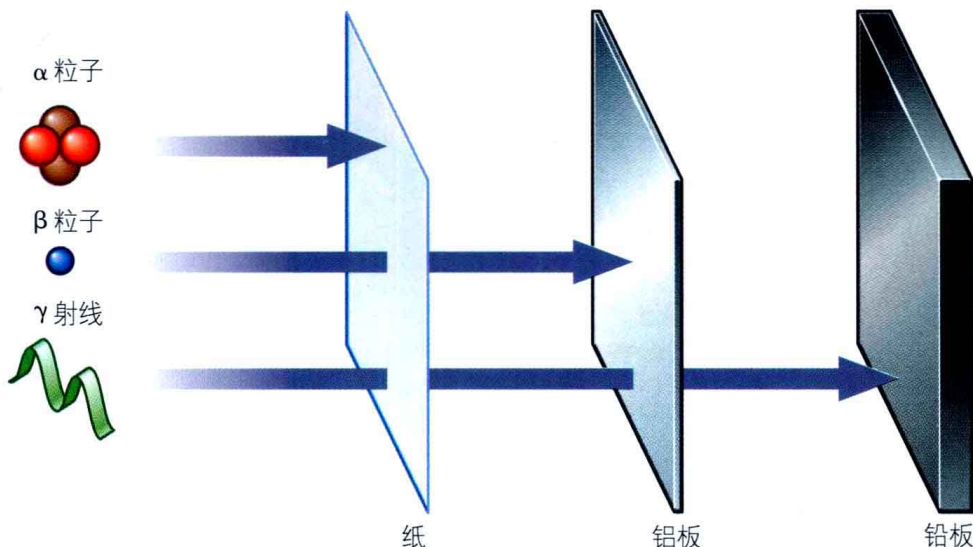
三种放射线

20世纪初,研究人员并不知道放射线是粒子还是波。当时有三种射线得到了确认,人们用前三个希腊字母 α 、 β 、 γ 命名它们。 α 射线最弱,用一张纸就可以挡住,其运动轨迹在磁场中发生轻微偏转,偏转方向表明它是带正电的粒子。 β 射线的轨迹偏转与 α 射线方向相反,且偏转角度较大,表明 β 射线是由很轻的带负电的粒子组成的。 γ 射线在电场和磁场中均不发生偏转,是类似X射线的电磁波,其波长较短,能量较高。

后来的实验发现, α 射线是由带正电的氦原子核(由2个质子和2个中子组成)形成的粒子流,而形成 β 射线的是由核变产生的电子。

三种放射线

如图所示， α 粒子无法穿透一页薄纸， β 粒子能穿透纸但不能穿透 5 mm 厚的铝板，而 γ 射线能穿透纸和铝板，却无法穿透 2 cm 厚的铅板。



放射性是由核变形成的。原子核裂变形成新的原子核，这一过程叫做放射性衰变。这种变化是由于原子核中的质子和中子不平衡造成的。在原子核中，质子

和中子可以互变：如果存在太多的中子，中子就可以转变为质子，同时产生一个电子，这样其总电性维持不变。上述过程产生的电子以高速 β 粒子的形式射出，而质子仍保留在新形成的原子核中。

放射过程可以用放射性同位素 C-14 的衰变为例来说明。C-14 原子核内含有 6 个质子和 8 个中子，当 C-14 原子核发生衰变时，其中的一个中子变为质子，并放射出一个电子。所以衰变后的原子核含有 7 个质子和 7 个中子，这就是氮原子核。

α 衰变可以用铀-238 的衰变来说明。铀-238 仅具有弱的放射性，通常会释放出一个 α 粒子。 α 粒子带走 2 个单位的正电荷和 4 个单位的质量，余下的原子核相应变为钍-234 的原子核，具有更强的放射性。

居里夫人

居里夫人是放射性研究领域的先驱，她陆续发现了多种新元素，推动了放射治疗方法的产生。居里夫人于 1867 年出生于波兰，后在法国学习和工作。她于 1898 年发现沥青铀矿具有惊人的强放射性（后来贝克勒尔发现了这种射线），并和她的丈夫一起在这些沥青铀矿中发现了一种未知元素。为纪念自己的祖国波兰（Poland），居里夫人建议将这种元素命名为钋

（Polonium）。居里夫人后来还发现了放射性更强的元素镭。1903 年，居里夫妇和贝克勒尔一起分享了诺贝尔物理学奖。1906 年，居里夫人的丈夫皮埃尔·居里在一次事故中去世。居里夫人坚持进行有关放射性的研究，并于 1911 年荣获诺贝尔化学奖。1934 年，居里夫人因血液病去世，这可能与她长期从事放射性研究工作有关。