



# 物理学史中的五月

1911年5月: Rutherford 和原子核的发现

(译自 APS News, 2006年5月)

萧如珀 杨信男 译

1909年, Ernest Rutherford 的学生在 Rutherford 所指定的实验中发现了令人意外的结果, Rutherford 说此发现是他一生中所碰过的最难以置信的事情。

他们在这个至今仍很著名的实验中观察到  $\alpha$  粒子自一张金的薄片往后散射回来。Rutherford 在他 1911年5月所发表的论文中解释说, 此散射是由原子中心一个又硬、又密的核——原子核——所引起的。

1871年, Rutherford 诞生在 New Zealand, 家中有 12 个小孩。长大后, 他常常在家里的农场帮忙。在学校, 他是一个优秀的学生, 所以能领取奖学金上 New Zealand 大学。大学毕业后, 他在 1894 年获得奖学金成为剑桥大学的研究生。据说当他一知道获得奖学金时说: “这是我所挖到的最后一颗马铃薯了。”

在剑桥, 年轻的 Rutherford 在 Cavendish 实验室, 跟随发现电子的 J. J. Thomson 做研究。Rutherford 的聪明才智很快地获得赏识, 在 1898 年即到 Montreal 的 McGill 大学当教授。就在那里, 他证实了  $\alpha$  和  $\beta$  的辐射是两种不同的辐射, 还研究这些辐射的特性, 不过他并不知道  $\alpha$  是氦元素的原子核。1901 年, Rutherford 和化学家 Frederick Soddy 发现放射物质会衰变成另一种物质, 此发现让 Rutherford 于 1908 年获得诺贝尔化学奖, 但他却不是很高兴, 因为他自认为是物理学家, 而非化学家。(他说过: “所有的科学不是物理, 就是集邮”, 被广为引用。)



Rutherford

1907 年, Rutherford 回到英国的 Manchester 大学。1909 年, 他正和同事 Hans Geiger 一起为学生 Ernest Marsden 拟定研究计划。那时 Rutherford 已经开始研究  $\alpha$  粒子撞到金薄片后的散射情形, 他仔细地测量大多数的粒子穿越薄片后往前小角度的散射情形。Rutherford 不管多么不重要都不想漏掉实验的任何一个角度, 所以就建议 Marsden 注意看看是否有任何一个  $\alpha$  粒子是往“后”散射的。

Marsden 并没期待会发现什么, 但他还是很尽责、小心地执行这个实验。后来他写道, 他觉得这是一个对他实验技巧的测试。实验是将  $\alpha$  粒子从放射源发射出去, 打在一张薄的金箔上, 每一个往后散射的粒子都会撞到一个镀有硫化锌的屏幕, 而被带电粒子撞到的屏幕会发出火花。Marsden 让房间暗下来后, 坐着等他的眼睛习惯黑暗, 然后很有耐心地盯着屏幕看, 并没有期待会看到什么。

可是, Marsden 竟然看到许多小小的、快速闪烁的黄光, 大约每秒会出现 1 次以上。

他几乎无法相信他的眼睛所见, 所以一再地测试实验的每一个环节, 确认无误后, 才向 Rutherford 禀报实验的结果。

Rutherford 也大吃一惊, 正如他后来很喜欢说的: “这就好像你朝一张卫生纸射出一枚 15 英寸的炮弹, 炮弹却弹回来打中你一样。”

大约几千个发射到金薄片的  $\alpha$  粒子中就有 1 个

现代物理知识

散射的角度大于  $90^\circ$ , 这和当时普遍使用的 J. J. Thomson 所研发出来所谓梅子布丁模型的原子模型不符合。在 Thomson 的模型中, 电子被认为是黏在均匀分布、带正电的小物质点上, 正如布丁上的葡萄干一样, 在此情形下只会产生小角度的散射, 不会有 Marsden 所观察到的情形发生。

Rutherford 在经过 1 年多的思考后, 找到了答案。他在 1911 年说, 此问题唯一的解释是,  $\alpha$  粒子被位于金原子中心一个很小但密度很高、带大量正电荷的中心核所散射回来。他还提出说, 原子的电子一定是绕着此中心核而旋转, 正如行星绕着太阳运转一般。

Rutherford 做了相当简单的计算就算出原子核的大小, 它仅大约是原子大小的  $1/10^5$ , 原子的内部空间大都是空空的。

1911 年 3 月, Rutherford 在 Manchester 文学与哲学学会的会议上宣布他的意外发现, 1911 年 5 月, 他将此结果的论文发表于《哲学杂志》(The

Philosophical Magazine)。

后来, Rutherford 和 Marsden 试着以其他的元素当作目标来做实验, 也测出它们的原子核大小。

太阳系统的模型并未立即被人接受, 其中一个主要的原因是, 根据 Maxwell 的方程式, 绕着圆形轨道运行的电子应该会放射出能量而逐渐地慢下来, 掉入原子核中, 所以太阳系统的原子不会存在很久。

幸好 Niels Bohr 很快地应用了量子力学的新观念才挽救了太阳系模型, 他说, 假如电子只能占有某几个离散轨道的话, 原子就可维持完整不变。

虽然 Rutherford 仍不知道他所发现的原子核中有些什么(质子和中子都是后来才证实的), 但是他在 1911 年的洞察力推翻了当时所使用的梅子布丁原子模型, 开启了现代原子物理学的新时代。

(本文转载自 2007 年 6 月《物理双月刊》, 网址: <http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>; 萧如珀, 自由业; 杨信男, 台湾大学物理系, E-mail: [snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:snyang@phys.ntu.edu.tw))

## 科苑快讯

### BEPCH 国际加速器顾问委员会第五次会议在 高能物理研究所召开

今年 5 月 10~12 日, 第五次 BEPCH(北京正负电子对撞机 II 期) 国际加速器顾问委员会(IMAC) 在高能物理研究所召开。来自美国斯坦福直线加速器中心(SLAC)、日本高能物理国家实验室(KEK)、德国电子同步辐射加速器中心(DESY)、瑞士欧洲核子研究中心(CERN) 的 6 位国外加速器专家和北京大学的陈佳洱院士、上海应用物理研究所的赵振堂副所长, 以及高能物理研究所的方守贤院士、陈森玉院士等出席了会议。

陈和生所长首先代表高能物理研究所感谢 IMAC 专家的到来和对 BEPCH 工程建设的长期支持, 然后介绍了 BEPCH 的进展情况, 也提出了目前存在的问题。

专家们听取了 BEPCH 直线加速器调束、储存环建造与调束及各系统的报告, 参观了 BEPCH 现场, 并进行了仔细讨论和认真评审。

专家们高度评价 BEPCH 工程的进展, 认为 1 年来 BEPCH 取得了一系列重要进展: 直线加速器达到设计指标; 储存环在隧道空间十分拥挤的情况下, 圆满完成主体设备的安装; 超导高频腔投入日常

运行; 超导磁铁低温系统的改造完成; 采用对撞区常规磁铁备用方案, 进行储存环调束, 迅速实现同步辐射环的注入, 并在初步调试后及时向同步辐射用户提供束流; 正负电子环调束在很短的时间内取得成功, 并实现正负电子对撞。



BEPCH 直线加速器调束状态良好, 专家们对科研人员表示祝贺

专家们在祝贺 BEPCH 工程团队取得出色工作成绩的同时也指出, 要实现工程的最终目标还需继续努力工作, 并且提出许多有价值的建议。

(摘编自中国科学院高能物理研究所网页新闻)

