

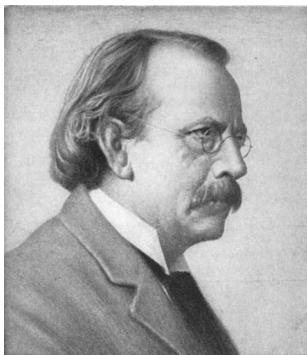
# 物理学史中的十月



1897年10月：电子的发现

(译自 *APS News*, 2000年10月)

萧如珀 杨信男 译



汤姆孙

19世纪中叶的科学家在巡回各地演讲时，都会用一个被认为是霓虹灯始祖的装置来取悦观众。他们会取出一个两端都嵌有电线的玻璃管，将管内大部分的空气抽出，并加上高压，这样玻璃管内就会闪出可爱的荧光图案。科学家

原本认为霓虹光是阴极放出的某些射线所产生的，但最后是由一位在剑桥大学卡文迪许实验室的英国教授所做的基本研究解开了此谜底。

汤姆孙 (Joseph John Thomson) 为了要找出神秘阴极射线的真正本质，他将过去的实验加以改良，设计出新的实验，其中三个得到了确切的结论：第一，不同于 Jean Perrin 于 1895 年所做的一个关键性实验，汤姆孙建造了一个阴极线管 (图 1)，其中

有恶作剧的机会。他趁布朗洛和他的助手不注意时，从装备中抽掉了最重要的棱镜。之后，他要求布朗洛重新观测 N 射线的线谱。

布朗洛不知道棱镜被拿掉了，还一直坚称他看到了有棱镜时所看到的完全相同的图样。

在重复几次类似的示范后，伍德完全相信布朗洛和其他的科学家只是在幻想着这些现象。

1904年9月22日，伍德寄了一封信给《自然》(Nature)，描述他去布朗洛实验室的经过，并下结论说，N射线不存在。他在给《自然》的报告中写说：“在花三个多小时见证不同的实验后，我无法报告任何一个可以证明N射线存在的事例，而且离开时还坚信，那少数几个得到肯定结果的实验中，大概都是过于轻信而被蒙骗了。”虽然伍德在文

二个金属圆柱各有一狭缝，长圆柱的后端接着一个静电计。此实验的目的是要确立若以一磁铁将射线弯曲，是否可以将电荷从射线中分离出来。因为汤姆孙无法将电荷分离出来，所以他下结论说，负电荷和阴极射线不知为何合在一起了。

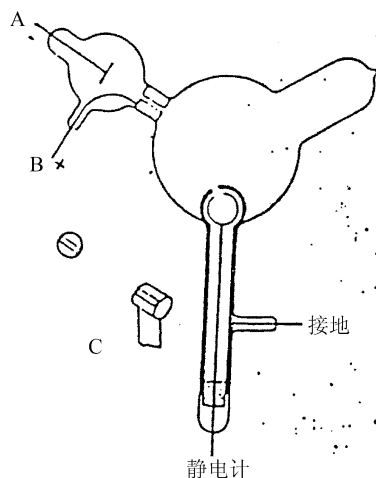


图 1 汤姆孙的第一个实验

章中并未指名道姓，但任何一位读者都会知道他指的是哪些人的实验。

伍德的报告于 1904 年 9 月 29 日在《自然》中刊登出来，不到几个月就几乎没有人再相信 N 射线了。大家都认为这个问题已得到了解决，可是布朗洛还是拒绝承认他的错误。虽然其他人都已放弃，但他仍继续研究 N 射线好多年。

N 射线愚弄了许多受人尊敬的科学家，所以它的故事一直被用来警惕世人，因为自欺看到了不存在的事情是多么容易啊。

(本文转载自 2009 年 10 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，Email:snyang@phys.ntu.edu.tw)

由于所有先前要用电场将阴极射线弯曲的试验都失败了，所以汤姆孙在第二个关键性实验中设计了一个新方法。由于带电的粒子通过电场时会弯曲，但若被导电的物质包围时就不会，因此汤姆孙认为那些管内残留的微量气体已经被阴极射线转变成了导体，所以他设法将管内的气体全都抽出来，来测试他的假设。在此情形下，阴极射线果然都会因电场而弯曲。汤姆孙从这两个实验的结果下结论说：“我从结果看出，阴极射线一定是带负电荷的质点物体，这是不会错的。”

然而，他仍缺少这些质点真正本质的实验数据，因此他着手做第三个实验来决定粒子的基本性质。虽然他无法直接测出这个粒子的质量或电荷，但他可以测出射线因磁场而弯曲的程度，以及它所带的能量，这让他可以计算出粒子的质量和它所带电荷的比例（质荷比， $m/e$ ）。汤姆孙使用充满不同气体的各式管子来收集资料，结果正如 Emil Wiechert 在同年更早所提出的报告一样，阴极射线的质荷比要比带电氢原子的质荷比小一千多倍。Philipp Lenard 和其他的科学家在之后的两年间所做的实验也都证实了阴极射线是比任何原子的质量都要小很多的粒子。

汤姆孙将他 1897 年实验所得到的发现汇集成三个主要的假设：1. 阴极射线是带电的粒子，他称之为“微粒”（“电子”——electron 是 1891 年 Johnstone Stoney 所创造出来的用词，用来表示实验中所发现通过化学品电流的电荷单位，爱尔兰物理学家 George Francis Fitzgerald 于 1897 年建议将它应用到汤姆孙的“微粒”上。）2. 这些微粒是原子的组成要素。3. 这些微粒是组成原子的唯一要素。

汤姆孙的假设遭到他同事的强烈质疑，事实上有一位杰出的物理学家在皇家学院听过汤姆孙的演讲，几年后他承认他当时一直相信汤姆孙是在“开他们的玩笑”。渐渐地，科学家接受了前两个假设；而由于卢瑟福（Ernest Rutherford）和其后研究人员的努力，后来的实验证明第三个假设是错误的。之后，电子本身又证明是和汤姆孙所想的有些不同，它在某些情况下的行为像粒子，但在其他某些情形下又像波，这些现象直到量子理论产生后才得以解释清楚。物理学家也发现，电子只是整个基本粒子家族中最常见的成员而已，直到现在都还是被研究的热门对象，以更了解它们的性质。

汤姆孙的研究为他赢得了“电子之父”的尊称\*，更促使英国、法国、德国及其他国家的许多科学家

投入了关键的实验和理论的研究，也因此开启了窥视原子内部的新视野。电子及其性质的知识成就了许多目前主要的科技，包括我们社会上大部分的计算、通讯和娱乐等。

（本文转载自 2009 年 10 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，Email:snyang@phys.ntu.edu.tw）

汤姆孙不仅自己的研究卓越，对后辈的教导与提携更是为人所津津乐道。他于 1884 年初任卡文迪许（Cavendish）的讲座教授时，缺乏实验物理的经验，但他很快就进入状态。在他的领导下，卡文迪许实验室的研究蒸蒸日上，完成了许多重要的电磁学和原子物理的实验。汤姆孙对年轻研究人员极为关注，每天都会跟他们讨论研究上的进展，并给予许多有益的建议。汤姆孙于 1906 年因为电子的研究荣获诺贝尔奖，他的学生亦先后共有 7 人获得诺贝尔奖，27 人当选为皇家学会的会士。此外，值得一提的是，他的儿子 Geoge Paget Thomson 证明了电子是波，于 1937 年获得诺贝尔奖，父子同因电子的研究而获奖，传为佳话。

（英文原文节选自 1997 年 History Center of the American Institute of Physics 的网站，以纪念电子的发现 100 周年。全文请看 <http://www.aip.org/history/electron/>。）

~~~~~

## 科苑快讯

### 我们缘何要与他人保持距离

15 年前，美国加利福尼亚州帕萨迪纳（Pasadena）市加州理工学院（California Institute of Technology）的神经学家曾遇到一位罕见先天性双侧杏仁核缺损患者，起初被诊断为虐恋（somasochism）。其性格极为外向，在谈话时即使碰别人的鼻尖也不会感到有何不妥。最近，加州理工学院的肯尼迪（Daniel Kennedy）和同事的研究结果表明，杏仁核会在与他人距离过近时“报警”，使人产生不安的感觉。

专家们对虐恋者的私人空间感进行了严谨的实验研究，并与健康人对比。研究者慢慢走向被机性能磁共振图像扫描仪（functional magnetic resonance imaging scanner）监控脑部活动的受试者，直到他们喊停。肯尼迪等人发现健康受试者在距离他们 0.64 米时就会喊停，而虐恋患者在 0.34 米时才会喊停，而这时扫描仪显示杏仁核区域显著活跃。

美国威斯康星大学麦迪逊分校的神经学家戴维森（Richard Davidson）将其评价为“新颖的研究”，认为在有关杏仁核的一系列研究中，他们强调了其社会互动中的重要性。

（高凌云编译自 2009 年 8 月 31 日 [sciencenow.sciencemag.org](http://sciencenow.sciencemag.org)）