

## 约瑟夫·约翰·汤姆逊-生平简介



曼彻斯特大学

约瑟夫·约翰·汤姆逊，英国物理学家。电子的发现者。世界著名的卡文迪许第三任实验室主任。1856年12月18日出生于英国曼彻斯特，父亲是一个专印大学课本的商人，由于职业的关系，他父亲结识了曼彻斯特大学的一些教授。汤姆逊从小就受到学者的影响，学习很认真，十四岁便进入了曼彻斯特大学。在大学学习期间，他受到了司徒华教授的精心指导，加上他自己的刻苦钻研，学业提高很快。1876年，即二十一岁时，他被保送进了剑桥大学三一学院深造，1880

年他参加了剑桥大学的学位考试，以第二名的优异成绩取得学位，随后被选为三一学院学员，两年后又被任命为大学讲师。他在数物理学方面具有很高修养。发表了《论涡旋环的运动》和《论动力学在物理学和化学中的应用》论文。1884年，28岁的汤姆逊在瑞利的推荐下，担任了卡文迪许实验室物理学教授。1897年汤姆生在研究稀薄气体放电的实验中，证明了电子的存在，测定了电子的荷质比，轰动了整个物理学界。1905年，他被任命为英国皇家学院的教授；1906年荣获诺贝尔物理学奖；1916年任皇家学会主席；1919年被选为科学院外籍委员会首脑。汤姆逊在担任卡文迪许实验物理教授及实验室主任的34年，桃李满天下。1940年8月30日，汤姆逊逝世于剑桥。终年84岁。1858年，德国的盖斯勒制成了低压气体放电管。1859年，德国的普吕克尔利用盖斯勒管进行放电实验时看到了正对着阴极的玻璃管壁上产生出绿色的辉光。1876年，德国的戈尔兹坦提出，玻璃壁上的辉光是由阴极产生的某种射线所引起的，他把这种射线命名为阴极射线。阴极射线是由什么组成的？十九世纪末时，有的科学家说它是电磁波；有的科学家说它是由带电的原子所组成；有的则说是由带负电的微粒组成，众说纷纭，一时得不出公认的结论。英法的科学家和德国的科学家们对于阴极射线本质的争论，竟延续了二十多年。最后到1897年，汤姆逊的出色实验结果面前，真相才得以大白。汤姆逊的实验过程是这样的，他将一块涂有硫化锌的小玻璃片，放在阴极射线所经过的路途上，看到硫化锌会发闪光。这说明硫化锌能显示出阴极射线的“径迹”。他发现在一般情况下，阴极射线是直线行进的，但当在射线管的外面加上电场，或用一块蹄形磁铁跨放在射线管的外面，结果发现阴极射线一都发生了偏折。根据其偏折的方向，不难判断出带电的性质。汤姆生在1897年得出结论：这些“射线”不是以太波，而是带负电的物质粒子。但他反问自己：“这些粒子是什么呢？它们是原子还是分子，还是处在更细的平衡状态中的物质？”“这需要作更精细的实验，当时还不知道比原子更小的东西，因此汤姆逊假定这是一种被电离的原子，即带负电的“离子”。他要测量出这种“离子”的质量来，

为此，他设计了一系列即简单又巧妙的实验：首先，单独的电场或磁场都能使带电体偏转，而磁场对粒子施加的力是与粒子的速度有关的。汤姆逊对粒子同时施加一个电场和磁场，并调节到电场和磁场所造成的粒子的偏转互相抵消，让粒子仍作直线运动。这样，从电场和磁场的强度比值就能算出粒子运动速度。而速度一旦找到后，单靠磁偏转或者电偏转就可以测出粒子的电荷与质量的比值。汤姆逊



用这种方法来测定“微粒”电荷与质量之比值. 他发现这个比值和气体的性质无关, 并且该值比起电解质中氢离子的比值（这是当时已知的最大量）还要大得多. 这说明这种粒子的质量比氢原子的质量要小得多. 前者大约是后者的二千分之一. 后来, 美国的物理学家罗伯特·密立根在 1913 年到 1917 年的油滴实验中, 精确地测出了新的结果, 前者是后者的 1836 分之一. 汤姆逊测得的结果肯定地证实了阴极射线是由电子组成的, 人类首次用实验证实了一种“基本粒子”——电子的存在。“电子”这一名称是由物理学家斯通尼在 1891 年采用的, 原意是定出的一个电的基本单位的名称, 后来这一词被应用来表示汤姆逊发现的“微粒”。自从发现电子以后, 汤姆逊就成为国际上知名的物理学者。在这之前, 一般都认为原子是“不能分割的”的东西, 汤姆逊的实验指出, 原子是由许多部分组成的, 这个实验标志着科学的一个新时代。人们称他是“一位最先打开通向基本粒子物理学大门的伟人”。1905 年, 他被任命为英国皇家学院的教授; 1906 年荣获诺贝尔物理学奖; 1916 年任皇家学会主席。他并没有因此而停步不前, 仍一如既往, 兢兢业业, 继续攀登科学的高峰。汤姆逊既是一位理论物理学家, 又是一位实验物理学家, 他一生所做过的实验, 是无法计算的。正是通过反复的实验, 他测定了电子的荷质比, 发现了电子; 又在实验中, 创造了把质量不同的原子分离开来的方法, 为后人发现同位素, 提供了有效的方法。汤姆逊在担任卡文迪许实验物理教授及实验室主任的 34 年间, 着手更新实验室, 引进新的教授法, 创立了一个极为成功的研究学派。接二连三的新发现现象潮水般地从卡文迪许实验室涌出: 电子云雾室, 关于放射性的早期重要工作以及同位素, 是这些最精彩的成就中的一部分。该实验室培养了众多的人才。卢瑟福, C. T. R. 威尔逊 (C. T. R. Wilson), R. J. 斯特拉特 (R. J. Strutt, 瑞利勋爵的儿子), J. S. E. 汤森 (J.

S. E. Townsend), C. G. 巴克拉 (C. G. Barkla), O. W. 里查生 (O. W. Richardson), F. W. 阿斯顿 (F. W. Aston), G. I. 泰勒 (G. I. Taylor), 以及儿子 G. P. 汤姆逊 (G. P. Thomson), 都是汤姆逊的学生, 他们都成了著名的科学家。在他的学生中, 有九位获得了诺贝尔奖金。汤姆逊对自己的学生要求非常严格, 他要求学生开始做研究之前, 必须学好所需要的实验技术。进行研



究所用的仪器全要自己动手制作。他认为大学应是培养会思考、有独立工作能力的人才的场所，不是用“现成的机器”投影造成出“死的成品”的工厂。因此，他坚持不让学生使用现成的仪器，他要求学生不仅是实验的观察者，更是做实验的创造者。汤姆生的著作很多。如《电与磁的现代研究》、《电与磁数学基本理论》等。在他成名之后，好多国家邀他去讲学，但他从不轻易应允。如美国著名的普林斯顿大学曾几度请他去讲学，最后他才答应去讲六个小时。他讲授的内容相当重要，对核物理有一定的价值。这足以说明他治学十分严谨，不讲则已，讲则要有新的创见。电子的发现，按当时实际情况来说是重要的。但是，它却被发生在1895年底的另一项发现冲淡了。这项伟大的发现是由W. C. 伦琴(1845—1923)取得的。伦琴由于他宣布了“一种新的射线”和表演了他的射线所能做的事情而使世界感到震惊。1940年8月30日，汤姆逊逝世于剑桥。他的骨灰被安葬在西敏寺的中央，与牛顿，达尔文、开尔文等伟大科学家的骨灰安放在一起。

## 约瑟夫·约翰·汤姆逊—辉煌人生

约瑟夫·约翰·汤姆逊(Thomson, Joseph John. 1856——1940)，著名的英国物理学家，以其对电子和同位素的实验著称。他是第三任卡文迪许实验室主任。一幅他正在研究阴极射线管的肖像挂在实验室的麦克斯韦讲演厅里。看上去，他不善于具体操作，但对仪器工作原理的理解却是非常敏捷的。J. J. 汤姆逊听过一些麦克斯韦的讲课，而且正是在作为卡文迪许教授的麦克斯韦的继任者瑞利勋爵的指导下，汤姆逊完成了几篇理论性论文，1884年，瑞利按照他原来的许诺(只担任五年)辞去了卡文迪许教授职务。汤姆逊申请这个职位，他述说：“没有认真考虑过这项工作和所要负的责任”就申请了。他只有28岁，没有想到会当选，但出乎他的意料，他当选了。这些选举人要么非常走运要么是非常有远见的。汤姆逊说：“我觉得自己象一个钓鱼的人，用一只轻巧的钓鱼具，在一个意想不到的地方抛出了一线钓丝，钓到了一条鱼，这条鱼太重而使这个钓鱼的人不能把它吊到岸上来。我觉得接替一位象瑞利勋爵这样享有盛名的人是困难的。”值得注意的是，他不提麦克斯韦，虽然在另外的地方汤姆逊谈到了关于第一任卡文迪许教授的委任(1871年2月)：据信学校首先同威廉·汤姆逊爵士(后来的开耳芬勋爵)商谈，然后同伟大的德国物理学家与生物学家冯·亥姆霍兹商议，但他们都认为无法接受这个职位。在麦克斯韦当选时，他的工作只为很少的人了解，他的威望也不能与现在(1936)相比……的确，即使在他死时，他对物理学至高无上的贡献——电磁场理论——的真实性仍是一个悬而未决的问题。汤姆逊着手更新实验室，引进新的教授法，创立了一个极为成功的研究学派。接二连三的新发现现象潮水般地从卡文迪许实验室涌出：电子云雾室，关于放射性的早期重要工作以及同位素，是这些最精彩的成就中的一部分。卢瑟福，C. T. R. 威尔逊(C. T. R. Wilson)，R. J. 斯特拉特(R. J. Strutt，瑞利勋爵的儿子)，J. S. E. 汤森(J. S. E. Townsend)，C. G. 巴克拉(C. G. Barkla)，O. W. 里查生(O. W. Richardson)，F. W. 阿斯顿(F. W. Aston)，G. I. 泰勒(G. I. Taylor)，以及G. P. 汤

姆逊(G. P. Thomson), 都是他的学生, 他们都成了著名的科学家。伦琴的X射线的发现使气体电离有了一种新方法, 提供了对气体离子行为的一种新的洞察能力。汤姆逊开始了那个方向的研究工作, 这导致了对自由电子的研究。在 1897 年, 汤姆逊证实了阴极射线的微粒性, 测量了粒子的速度和荷质比。汤姆逊在他的实验中使用的二个管子, 射线从管中左边的阴极 A 发出, 通过阳极 B 的一条缝进入第二个管子, 可以用一磁铁使射线偏转而进入一种法拉第笼。收集到的电荷是负的。因此证明了阴极射线是带负电的粒子。类似的实验已被 J 佩兰在法国做过。在一个第二种类型的管子中, C 所产生的阴极射线穿过接地的缝 A 和 B, 形成了一束狭窄的射线直射到管子的另一端。射线击中管子的电灯泡状端面的地方会有一小块磷光亮斑显现出来。当汤姆逊将两块金属板 E 和 D 与电池的两端连结起来时, 磷光斑移动了, 证明了阴极射线被电场偏转。用一个与电场垂直的磁场, 于是他能够用磁学的办法将射线偏转。磁偏转在以前曾被观察到过, 但是, J. J. 汤姆逊是第一个观察到电偏转的人。明显地缺少了阴极射线的电偏转, 这是促使 J. J. 汤姆逊进行这项研究的首要因素。为什么在阴极射线被研究的几十年中没有人发现过电的偏转? 原因是简单的: 除非在阴极射线管里有一个好的真空, 否则就建立不起电场。低真空是电导体, 其中, 静电场建立不起来。但是汤姆逊成功了, 不仅用装置而且用其他两个装置也成功了。1897 年 8 月, 他写下了现在仍然十分有名的文章。在这篇论文里, 他描述了“为了检验荷电

粒子的理论”所做的实验, 将他的测量结果应用到确定组成阴极射线的粒子的荷质比上去。从同样的实验中, 他也导出了粒子的速度。这里是他的推理的一个摘要: 由一给定电流携带的总电量  $Q$  等于它所有的粒子数  $N$  乘每一个粒子的电荷  $e$ :  $Ne=Q$  然后, 通过测量产生的热的办法来测量由粒子所传输的能量  $W$ , 这个值必须等于质量为  $m$ 、速度为  $v$  的这些粒子的动能  $\frac{1}{2}Nm v^2 = W$  用磁学办法使粒子发生偏转, 他知道:  $mv/e=Bp$  这里  $p$  是轨道的曲率半径,  $B$  是磁场。因为能量, 电量, 磁场和曲率半径是可测量的, 他能推论出  $e/m=2W/(Q^2 B^2 p^2)$  具有值  $2.3 \times 10^{17}$  (静电单位电量/克), 远大于电解法中离子的荷质比  $e/m$ 。在他 1897 年的文章中, 汤姆逊叙述了另一个令人注意的观察结果: 构成阴极射线的微粒都是一样的, 与管内阴极或对阴极或气体的成份无关。这里有一个所有物质的普适成份。稍后, 在 1899 年, 他使用他过去的学生 C. T. R. 威尔逊

发展起来的技术和思想, 分别测量了电子的电荷和质量。威尔逊已经注意到在适宜的环境下, 电荷起着过饱和蒸汽的凝结核的作用。因为水会在它们上面冷凝, 这有助于雾的形成。在这样一种由于电荷的存在而形成的雾里, 人们可以根据小雾滴下落的速度而计量它们的体积, 从沉淀的水的总量或根据最初的过饱和汽算出它们的数目。根据这个数据可以得到雾中所有的小滴子数。根据由雾所传输的总电荷 (这是直接可测的) 可以发现平均每一个小滴上的电荷与电子电荷相同。在卡文迪许实验室做的这项工作, 得到的电子电荷大约为  $3 \times 10^{-10}$  绝对静电单位。根据测量到的  $e/m$  值可以求得电子质量。这个“落滴”法后来被 R. A. 密立根 (R. A. Millikan) (1910) 在美国加以改进。他不观察雾, 而观察单个的微滴; 他将此法变革为一



卡文迪许实验室

个精确的方法，得到值为  $4.78 \times 10^{-10} \text{esu}$  的电子电荷。许多年以来，这一直是一个最好的直接测量值。然而在 1929 年，出乎每个人的意料，发现它竟然有百分之一的误差，比估计可能有的误差大得多。这个差异的起源在于对空气粘滞性的测量有毛病。今天所知的电子电荷值精确度为百万分之三，即  $4.803242 \times 10^{-10} \text{esu}$ ；已知的精确度为百万分之六的  $e/m$  是  $5.272764 \times 10^{-17} \text{esu/g}$ 。电子的发现，按当时实际情况来说是重要的。