

物理学史中的八月

1894年8月13日：瑞利男爵和氩的发现——一个忠于真理的追求者，他发现了一个原未追求的真理

(译自 *APS News*, 2010年8月)

萧如珀¹ 杨信男² 译

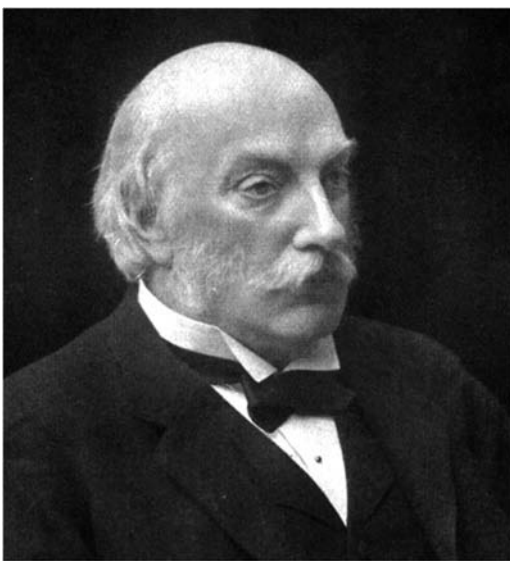
(1 自由业; 2 台湾大学物理系 10617)



瑞利男爵 (Lord Rayleigh) 是斯特拉特 (John William Strutt, 1842 ~ 1919) 的头衔，他于1873年继承了瑞利男爵的爵位。瑞利男爵于1879 ~ 1884年间在剑桥大学当实验物理教授，是麦克斯韦 (James Maxwell) 的继任者，并于1887 ~ 1905年任职于伦敦的英国皇家科学研究所。他大部分的研究都在位于泰林 (Terling) 的家中个人实验室完成。

瑞利男爵的研究涵盖的物理范围很广，以他的名字命名的项目包括有瑞利散射、瑞利-琼斯方程式、瑞利折射计和瑞利分辨率准则。他的书《声的原理》(*The Theory of Sound*)，上下两册，共1042页，1877年出版，在当时是最完整可靠的一本书，现在仍出版使用。瑞利男爵是他的年代最杰出的物理学家之一，最终让他获得诺贝尔奖的是氩的发现。氩的发现过程是科学史上最不寻常的故事之一。

作为一个物理学家，瑞利的行事风格直接而果断，心中有着明确的目标。然而，他在发现氩的过程中，却是完全相反，他的实验并非



瑞利男爵

针对最后的结果。瑞利于1815年起开始研究普劳特的假设 (Prout's Hypothesis)，它主张许多元素的原子重量应该是以氢的原子重量当做1的整数倍。

这些极其困难的实验记录在瑞利的儿子罗伯特·斯特拉特所写的传记《约翰·斯特拉特，第三代瑞利男爵的一生》(*Life of John William Strutt, Third Baron Rayleigh*) 中。起先，瑞利测氢气和氧气的重量来决定其密度，他先将2公升的烧瓶抽真空、称重，充气后再秤一次。室内空气的浮力会

影响观测到的重量，但接着，浮力会受室温和气压所影响。实验由一位可靠的助理执行，瑞利亲自严格监督，进行了好几年。他得到的结果是氧和氩的密度比为15.882，瑞利认为这和氧的重量是16不相符合。

为了完成此研究，瑞利于是转而称氮，一个似乎比较容易的问题。要获得“纯”气体最容易的方法就是，以化学方法去除那时空气中已知其他的成分氧、二氧化碳和水蒸气。他的结果和几年前发表的测量结果相当一致，但就在这个时候，他的一个决定却改变了整个研究的过程。“秉持着特有的谨慎，他希望以不同方法得到的气体来证实此结果。”瑞利以氩或含氮化合物的化学反应来获取氮，结果出人意料，经过2年的研究，他不得不下结论说，由化学反应得到的氮总是比由空气所得到的密度少0.5%，远超过实验误差的范围。他无法解释此结果，在《自然》期刊 (*Nature*, 46, 512 (1892)) 首次相关的报告开场白写着“我为氮密度的几个最新结果深感困惑，假如有读者能对此提出他的看法，我将感激不尽。”

但没有人响应。

终于，伦敦大学学院（University College, London）一位化学家拉姆齐（William Ramsay）得知瑞利的结果，提议说，空气中也许存在着一种之前不知的重气体，没有被用来除去空气中其他成分的化学方法所去除。就在同时，瑞利得知物理学家卡文迪什（Henry Cavendish, 1731 ~ 1810）于1795年所做的实验，暗示空气中有一未知的成分。卡文迪什将空气混合了额外的氧气，让静电发生器产生的电火花通过其中，以接触碱溶液；如此去除了氮和氧。在长时间的实验后会留下一小小的气泡，他认为这气泡是大气中无反应性的气体成分。这个实验从未再做过，被人遗忘了将近100年。瑞利重做了相同的实验，他的设备产生的电火花更强，结果成功了，它收集到大约1立方厘米的气体。这些气体既没显现出任何氮谱的迹象，也无任何化学反应性。

在此同时，拉姆齐说明，炽

热的镁可以把空气中的氮和氧都去除，他收集了足够的剩余气体，测其谱相、比热和其他性质。瑞利和拉姆齐综合他们的研究，证实了大气中有一种新的、惰性的、单原子的成分存在。开尔文男爵（Lord Kelvin）称此为该年度最重大的发现。他们于1894年8月在英国科学协会的会议上宣布了此发现，这些会议和美国物理学会很类似，会议中会发表许多论文，所有的论文都会附上100多个字的摘要。英国科学协会对他们如此重要的研究发现所做的报告，出奇的简短，全文如下：

8月13日，星期一“1. 举行A组联合会议，会议中瑞利男爵，英国皇家学会秘书，以及拉姆齐教授，英国皇家学会会员，提出了一种空气的新气体成分的初步说明。”

拉姆齐继续研究，发现了氦（从太阳光谱得知，并非之前在地球上所知道的）、氖、氩和氙。

此发现使人想起了18世纪英国的大诗人蒲柏（Alexander

Pope）为牛顿所写的墓志铭：“自然和自然的法则隐藏在黑暗中，上帝说，让牛顿来，一切都明亮了。”氩和另外的4个气体元素隐藏在眼前，有迹象，瑞利勤奋的物理探讨，以及拉姆齐的化学领悟使得一切真相大白。

马丹（H. G. Madan）建议将此新的气体成分取名为 argon（氩），这源自希腊文 aergon，意思是“惰性或懒惰”，是两个字 a 和 ergon 的缩写，其中 a 是前缀，对后面的字加以否定，如 apolitical（不关心政治），或的确，atom（源自希腊文“atomos”，意思是“不可分割的”）；ergon 是 energy（能量），正如物理的 erg（尔格，能量单位）。

瑞利和拉姆齐各于1904年获得诺贝尔奖，瑞利是物理奖而拉姆齐是化学奖。

（本文转载自2014年8月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；Email: snyang@phys.ntu.edu.tw）

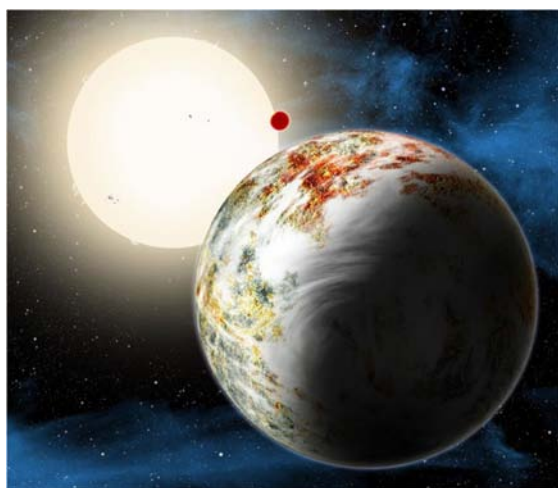
科苑快讯

质量是地球17倍的岩石行星

多数大行星都是像木星那样的气体巨行星。但是天文学家说，他们现在发现了一种新型行星，可能存在大气层而且质量远大于地球。艺术想象图中前方的行星名为 Kepler-10c，每45天围绕110亿岁高龄的类日恒星运行一周。以前估计其直径为地球的2.3倍（体积约为地球的12倍多），地面传感器的最新观测结果表明 Kepler-10c 是地球质量的17倍。研究者在美

国天文学会会议和《天体物理学杂志》上做了报告。

质量和体积的最新计算结果表明，Kepler-10c 是一个“超级地球”，由致密岩石组成，以前低估了其广袤的稠密大气层。天文学家以前推测，巨大行星通过自身引力吸引周围气体，最终形成类似太阳系外围的气体巨行星。研究者认为，Kepler-10c 这种巨大岩石行星的存在将增加宇宙中宜居行星的潜在



数量。

（高凌云编译自2014年6月2日 www.sciencemag.org）