

物理学史中的十月



1967年10月13日:卡斯特勒在《科学》评论他的
诺贝尔奖赫兹共振的研究
(译自*APS News* 2014年10月)

萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

当我们想到激光的发明时,必然会回溯到爱因斯坦1917年的论文。在论文中爱因斯坦首次提出,一个光子诱发一个处于激发状态的原子去发射另一个光子,这种受激发射的可能性。在激光中,当受激原子在快速的连锁反应中放射光子,会产生相干光束。然而,很少有人会记得一位阿尔萨斯物理学家卡斯特勒(Alfred Kastler)的贡献,他在赫兹共振(使用微波或无线电波去激发磁场中的原子,进入今日物理学家称之为超精细结构的低能阶)方面的研究,在激光后续的发展中扮演了关键性的角色。

1902年,卡斯特勒出生于当时是德意志帝国阿

尔萨斯地区的盖布维莱镇(Gebweiler),他告诉《纽约时报》(*New York Times*)的记者说,他记得他从小即被大自然所吸引,曾有一度深受日蚀所感动。卡斯特勒到附近的柯尔马(Colmar)镇去上学,在那里,老师激发他在数学和科学方面的兴趣。

虽是如此,他早期的抱负相对普通,想成为一名木匠,然而他的计划因第一次世界大战而中断,他当时被征召入伍,在德国陆军服役。战后,阿尔萨斯再次变成了法国的领土。卡斯特勒的法语不流利,但还是去申请最知名的巴黎高等师范学院(*École Normale Supérieure*)。他没考上,但进入了为



图1 卡斯特勒(Alfred Kastler)于1966年获得诺贝尔奖后和同事合影 (图片来源: Laboratoire Kastler Brossel, CNRS)

帮助阿尔萨斯人再融入法国文化的特别学程。在那里,他第一次学习量子物理,以及玻耳的原子模型,并接触到索末菲(Arnold Sommerfeld)有关原子结构和谱线的书籍,对他的研究有着深远的影响。同时,他和校友艾丽斯结婚,她后来在中学教历史。

1936年,卡斯特勒获得了物理博士学位,往后几年,他任教于几所大学,其中包括波尔多大学(University of Bordeaux)。因为教学负担轻松,所以他有更多时间可以致力于原子荧光和光谱学方面的研究。1939年,第二次世界大战爆发,德国于1941年占领巴黎。在同事布胡哈特(Georges Bruhat)的邀请下,卡斯特勒回到高等师范学院任教,并担任新成立的赫兹光谱学团队(后来改名为卡斯特勒-布若色实验室,以纪念卡斯特勒和他的研究生布若色(Jean Brossel))的主任。卡斯特勒一直在那里到1968年退休,之后他担任法国国家科学研究中心(National Center for Scientific Research)的研究主任。

卡斯特勒对于原子如何跳到更高的离散能阶,之后当回到基态时放射出特定的光波长,形成具指示性图样的频谱线,特别感兴趣。例如,1937年他研究高空大气中钠原子的发光现象,证明此光学共振的机制是太阳辐射。他同时重拾以前对荧光极化的观测,发现它会被磁场影响的研究,进一步厘清原子的空间方位和它的辐射如何被极化之间的关系。

这对许多物理学家来说是很有趣的领域,但卡斯特勒开始此研究时,这个领域遇到很大的障碍:这些超精细的光谱线间隔太密,所以一般用来探测原子能量结构的光学和磁技术所测量出来的结果都不够精确。

战争期间,法国科学家被孤立于全球大部分的研究团体之外,但他们可以送研究生到外国学习。卡斯特勒送布若色到美国麻省理工学院跟着比特(Francis Bitter)做研究,这是很精明的一步。布若色带回一个将光学共振和磁共振结合起来研究受激

态原子的想法,这是从拉比(I. I. Rabi)等人的研究中搜集到的,他们使用赫兹共振来计算磁性核的磁矩和电矩。

终于,布若色成功地使用这种“双共振”方法来研究受激态的汞原子。在双共振中,将极化的光调频至原子跃迁频率时,次能阶因跃迁而被填充的程度并不均匀。使用微波或无线电波就能在次能阶间诱发赫兹共振。

在此同时,卡斯特勒散射的研究使得他于1950年提出一个光激升的方法,可以诱发原子的能态,当原子回到基态时,会放射出光波,证明是一个有用的方法,可以补双共振的不足。后来汤斯(Charles Townes)和其他科学家将光激升改造,做为激光的基础,因为这技术会产生相同波长极狭窄的光束(在激光中,激光介质的原子或分子会被光或电的作用激出)。光激升技术也导致高敏感的地磁仪和原子钟的发明。

卡斯特勒因“研究原子中赫兹共振的光的方法之发现与发展”获得1966年诺贝尔物理奖,是37年来第一个法国人获此殊荣的。来年,于1967年10月13日,《科学》期刊刊出卡斯特勒的一篇回顾论文,讨论他的诺贝尔得奖致词。

卡斯特勒不仅对科学感兴趣,他还用德文写诗,甚至于1979年出版一本诗集,并担任反饥饿组织(Action Against Hunger)的主席。也许因为他经历过两次大战,住过军事占领区,所以也强力提倡和平与反核,并坚决反对法国占领阿尔及利亚。但这些主张并没得到所有人的认同:极端右翼份子有一度还去轰炸他的住处。卡斯特勒于1984年1月7日在法国邦多勒蔚蓝海岸(French Riviera in Bandol)安祥辞世,时年81岁。

(本文转载自台湾大学科学教育发展中心,网址<http://case.ntu.edu.tw/blog/>)