

物理学史中的八月

1969年8月9日: 发现 π 介子开启粒子
世界新大门的鲍威尔辞世



萧如珀¹ 杨信男²

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

1932年,英国物理学家查德威克(James Chadwick, 1935年诺贝尔物理奖)宣布发现了中子,除了将当时所知的基本粒子由三个(光子、电子、质子)增加为四个之外,物理学家也马上确认原子核是由质子和中子所组成。但新的问题出现了,是什么样的作用力可以让质子和中子们相互拉扯,住在原子核那么小的空间中? 要构成原子核这样的强固结合体,万有引力和电磁力都嫌太微弱了。



鲍威尔(图片来源:Wikimedia Commons)

日本理论物理学家汤川秀树(Hideki Yukawa, 1949年诺贝尔物理奖)在1935年援引万有引力和电磁力的例子,提出“核力场”的想法,并从原子核的大小,估计“核力场”的量子——即传递质子和中子之间作用力的粒子——的质量应约为电子的200倍左右。年轻的汤川秀树时年28岁,是大阪大学的讲师。

1947年,鲍威尔(Cecil Frank Powell)宣布在宇宙线中发现了汤川秀树所预测的粒子,命名为 π 介子,为粒子世界开启了一扇新大门。

鲍威尔于1903年12月5日出生,家族世居英格兰南方肯特郡的汤布里奇城。他的祖父彼得是个枪支商,在一次与友人到野外打猎时,有一子弹经树干跳飞,伤及独眼击鼓人仅剩的那一眼。经过冗长的诉讼,虽然彼得最后胜诉,却让他耗尽家财,加上枪支行业日渐工业化,在他父亲接手之后,很快就破

产,只好去哥哥的电气行当店员,鲍威尔当时只有三岁。所以小时候鲍威尔家里经济相当拮据,母亲得靠接纳房客来贴补家计,父亲则偶尔到邻近村庄农地射猎野兔、山鹑等野味带回佐餐。虽然困苦,但鲍威尔的童年还是充满不少愉悦回忆,像跟随他父亲在炎热夏日到麦德威河垂钓,整天静静地望着缓缓流动的河水,河谷中的果园、野花、树林和池塘都深刻留在他的脑海中。

鲍威尔的外祖父是个小学校长,很重视知识。母亲的一个兄弟,从剑桥大学毕业后,担任工程师,之后出版商,一直都很成功,所以他母亲也非常重视鲍威尔的教育,时常关心他的学习状况。

当鲍威尔5岁时,父母就让他上小学,他最喜欢的课程之一是木工。12岁时获得奖学金进入著名的贾德中学(Judd school)就读,其间他曾按照化学课本所述,自行购买稀硫酸、颗粒锌、烧瓶、橡皮塞和漏斗等,在家实验制造氢气。结果当他以蜡烛察看是否有氢外漏时,意外发生爆炸,这些都反映出他天生喜欢动手实作的一面。此外,受到物理老师查威士的指导和影响,他也决心要朝物理方面发展。

由于在贾德中学的表现出色,所以鲍威尔于1921年获得奖学金进入剑桥大学悉尼索塞克斯学院(Sidney Sussex College),并于1925年以物理科第二名的优异成绩毕业。毕业后,鲍威尔起先曾想跟

随外祖父的脚步成为一名教师,也找好了学校,但在有些犹豫下,便去找卡文迪许实验室主任卢瑟福(Ernest Rutherford, 1908年诺贝尔物理奖),看能否当研究生。卢瑟福同意后便安排威尔逊(C. T. R. Wilson, 1927年诺贝尔物理奖)作为他的指导教授。

威尔逊当时因为发明了云雾室,可以直接观测带电粒子,如 α 粒子和电子的轨迹,已经很有名。威尔逊给鲍威尔的研究题目是,设计一个全由玻璃制成的云雾室,以探讨在不同温度下,照相出来的质点轨迹是否会更清晰。研究的结果虽然对云雾室的改进没有什么贡献,但他发现,在急速膨胀的蒸气中,超饱和是造成蒸气从喷嘴射出时会高度放电的原因,有益于之后蒸汽涡轮机的设计。

在鲍威尔完成论文研究前,布里斯托(Bristol)大学韦尔斯物理所所长廷得(A. M. Tyndall)到卡文迪许实验室面试他,延揽他到布里斯托当助理研究员。鲍威尔于1928年春天搬去布里斯托,之后除了1935年参加探险队到加勒比海的蒙哲腊岛(Montserrat)观测火山活动之外,一生都在那里从事研究和教学工作,其间担任过韦尔斯讲座教授、所长以及副校长。

廷得给鲍威尔的第一个研究工作是,精确测量离子在气体中的迁移率。1935年,廷得为了提升他物理所的国际地位,决定发展核物理,所以鲍威尔从加勒比海回来后,请他除了设计云雾室外,更负责建造一个750 kV的考克饶夫-沃尔顿加速器(J. D. Cockcroft-E. T. S. Walton, 1951年诺贝尔物理奖),以加速质子和氘核,来研究中子和质子的散射。

在加速器于1938年初开始加速质子的时候,当时因为躲避纳粹到布里斯托工作的海特勒(W. Heitler, 1904~1981,著名德国理论物理学家)告诉廷得和鲍威尔,说有一篇论文报告,使用半色调照相乳胶(halftone photographic emulsion),成功地测到宇宙线粒子,由于这种方法极为简单,建议他们到山顶上去重复类似的实验,结果果然相当不错。

初步的成功让大家深受鼓舞,马上想到是否可以改用照相乳胶来取代云雾室,作为探测核反应所产生的粒子,因为在一个典型的实验中,要测定中

子的能谱,需要照36 000张相片,再费时六个月分析,而采用照相乳胶,只要一两天就可完成,且结果更为精确。所以从1939年春天起,鲍威尔积极投入改进照相乳胶法的精密度,以及如何设计可以精确测量轨迹特点的研究。其实在那时候,英国核物理界普遍认为照相乳胶法不适用于定量分析的工作,觉得鲍威尔在浪费时间。鲍威尔事后回想,庆幸当时不知道其他实验室相关的失败经验和看法。

由于鲍威尔决定采用照相乳胶板作为探测器,所以云雾室没完成,加上第二次世界大战爆发,加速器也在1940年停摆。此外鲍威尔于1941年动了盲肠手术加上腹膜炎,都影响了鲍威尔战时的研究工作。

1945年,曾在卡文迪许实验室工作的奥克查里尼(G. P. S. Occhialini, 1907~1993,意大利实验物理学家)在战争结束前,从巴西回到英国,加入鲍威尔的团队。奥克查里尼很看好照相乳胶法,积极与制作胶片的伊尔福公司联系,改进乳胶板,完成后带到底里牛斯山南峰的法国天文台去试验,再带回布里斯托冲洗。在显微镜下,密密麻麻各种慢速质子以及高能宇宙线的轨迹都被清楚地记录下来。大家都很兴奋,如同闯入高墙内丰盛的果园。

在多次高山和高空气球的宇宙线实验中,重复出现一种“锤子式轨迹”,而且长柄的长度几乎都一样,令人感到困惑。经过详尽的分析,鲍威尔的团队认为,主轨迹源于一个比较重的新介子,而造成长柄轨迹的粒子,则与1936年安德森(C. D. Anderson, 1903~1991, 1936年诺贝尔物理奖)和聂德迈耳(S. Neddermeyer)在海面的宇宙线中发现的介子是相同的,并分别命名为 π 介子和 μ 介子,质量各为电子的274和212倍。后来他们又发现了一种更重的介子,即后来的K介子。这些新介子的发现,标志着粒子物理时代的来临。

带负电的 π 介子进入固体内时,马上会被原子捕捉,跟原子核作用,致其分裂,显示它跟原子核内部的核子有很强的作用力,所以 π 介子很像汤川秀树所预测之“核力场”的量子。这种说法很快地得到物理界的认同,汤川秀树因此于1949年获得诺贝

尔奖,大幅提振了战败的日本国民士气。一年后,诺贝尔物理奖颁给鲍威尔,因他发展出研究核反应过程的照相法,并以之发现介子。 π 介子的发现,提供了研究核作用理论的起点。

获颁诺贝尔奖后,鲍威尔的宇宙线实验,规模越来越大,开启多国团队合作实验的模式,为成立欧洲核子中心(CERN)提供了很好的参考经验。鲍威尔也一直积极参与CERN的运作。

战后,鲍威尔的政治立场明显偏左。由于看到原子弹和氢弹惊人的杀伤力,在得奖之后,他开始联系各国的研究伙伴,积极与罗素等人携手疾呼废除核武器,1955年发布的罗素-爱因斯坦宣言,他也是11个签名者之一。之后他一直积极参与帕格沃什(Pugwash)科学和世界事务委员会,并于1967年被选为主席。苏联科学院于1967年颁给他最高荣誉“罗蒙诺索夫奖”(Lomonosov),多少跟这些活动对苏联绥靖的倾向有关。

鲍威尔于1932年与阿特娜(Isobel T. Artner)结婚,婚后非常幸福。她对他生活所有层面都给予完

全的支持。他们育有二个女儿,大女儿出生时,鲍威尔觉得收入不够用,申请到一个薪水超过二倍的大企业做研究工作,但阿特娜加以否决,因为她知道,鲍威尔在商业环境中工作不会快乐。认识他们夫妇的人都认为,鲍威尔对科学真谛、目的,以及他对政治的影响和后果的深刻认识,很大一部份要归功于阿特娜。

1969年8月,鲍威尔夫妇去意大利北部阿尔卑斯山区度假,9日在山脚下散步时,鲍威尔突然过世,享年65岁。

进一步阅读:

- ① Cecil F. Powell, "Fragments of Autobiography", Bristol University, 1987.
- ② F.C. Frank and D. H. Perkins, "Cecil Frank Powell" in "Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society", Nov., 1971, Vol. 17, pp. 541-563.

(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/>)

科苑快讯

通过编程设计意大利面的形状

意大利面有强大的变形能力?它们可能不会像《超凡战队》(Power Rangers,一部中美合拍的科幻动作电影)那样动感十足,但一种新型可编程面团可以让意大利面更容易包装。

像蝴蝶结面(farfalle)和螺旋面(fusilli)之类的大体积意大利面,比天使面(angel hair,最细的意大利面条)这种细面条需要更大的包装,这使它们不但难以运输,还造成包装上的浪费。

科学家通过设计可转换为3D形状的平面型意大利面,解决了这个问题。他们在由粗面粉(意大利面的核心原料)制成的扁平面团上划上凹槽,凹槽的深度和间距决定了意大利面在煮沸时的形状。然后,他们将数据输入计算机模型,最终使食品制造商更容易自动化地通过该技术生产和提供形状丰富的意大利面。

(高凌云编译自2021年6月14日www.sciencemag.org)