

物理学史中的十月

1900年10月:普朗克黑体辐射的公式
(译自 *APS News*, 2002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)



当人们想到量子物理的先驱者时,脑中一定马上浮现狄拉克(Dirac)、爱因斯坦、玻尔(Bohr)、海森堡(Heisenberg)、薛定谔(Schrödinger)等人,然而,最初却是由于普朗克(Max Planck)对黑体辐射多年研究所累积在热力学方面过人的洞悉力,才建立起量子物理革命的舞台。虽然大家很快地就接受了普朗克的辐射法则,但是“能量量子化”这个崭新观念的重要性还是经过好多年后,才得到世人的关注。一旦大家重视它时,物理世界就呈现全然不同的面貌了。

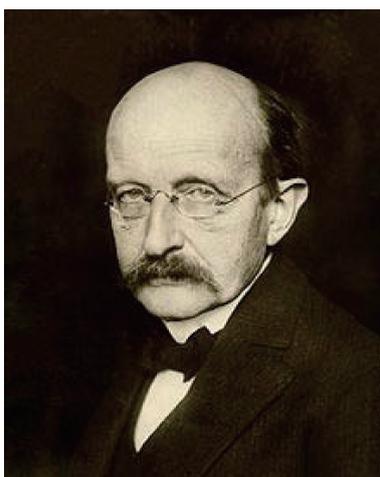


图1 普朗克
(图片来源: Wikimedia Commons)

1858年,普朗克诞生于学术世家,他的祖父与曾祖父都是德国哥廷根大学的神学教授,父亲则是基尔大学(Kiel University)的法律教授。普朗克16岁进慕尼黑大学,主修物理¹,21岁得到博士学位,论文研究的是热力学的第二定律。之后,他于慕尼黑大学任教,直到1885年才转到基尔大学当讲座教授。四年后,他到柏林大学当理论物理的讲座教授,直到1927年退休为止,共任教38年。

普朗克研究热力学第二定律的论文,于1900年成为他发现作用量子化的研究基础,即现在所称的普朗克常数 h 。1859年末,基尔霍夫(Kirchhoff)曾为黑体如此下定义,说它是一个能将辐射完全放射与吸收的理想物体。直至19世纪90年代,科学家曾尝试以各种不同的理论与实验来决定能量的分布——

即以曲线来表示黑体在不同的温度下所放射出不同频率辐射的能量。

普朗克对于他的同事韦恩(Wilhelm Wien)在1896年所发现的公式特别感兴趣,因此,他做了一系列的尝试,希望在热力学第二定律的基础上导出“韦恩定律”。然而,1900年10月,他的同事所做的试验中已确切证明,韦恩定律在高频率时成立,低频率时则完全不对。为此,普朗克再着手于此方面的研究。他发现韦恩定律如果要在高频范围成立的话,那么在高频区辐射的熵

在数学上必须和能量有关;他也发现如果是低频率时,辐射的熵与低频区能量的关系必需和低频区一样,才能与实验的结果一致。因此,他决定以最简单的方式将高、低频率的公式结合起来,终于导出了辐射能量与频率关系的公式。

1900年10月19日,普朗克将最后的结果于德国物理学会的会议中发表,得到大家的欢呼,认为正确无误。但对于普朗克来说,这只不过是“幸运的猜测”而已,所以他又试图从基本原理中去导出整个理论的架构。1900年12月14日,他只经由引入一个在当时物理上是革命性的概念——即组成黑体及将入射辐射能再放射出去的振子,无法连续性地吸收此能量,只能离散性地,或是量子性地进行——就成功地达成了他的目的。

能量量子化的概念基本上和过去所有的物理

理论相抵触,它的重要性最初并未完全受到理解与重视,甚至普朗克本人也一样,只算是一个勉强的革命家。然而,当它可以用来解释许多现象中的观测结果与古典理论之间的差异,其中包括爱因斯坦对光电效应的解释时,此概念的正确性就无可撼动了。1918年,普朗克因“能量量子化的发现”之基本贡献得到了认同,而获得诺贝尔物理奖。

普朗克之后并未再做出其他重要性可与1900年的研究相比拟的重大发现,但他仍是科学界重要的人物,是著名科学家中最先支持爱因斯坦特殊相对论者之一。在他晚年时,普朗克更致力于哲学、美学与宗教问题的写作。1912年,他成为普鲁士科学院数学与物理组的永久执行长,1930~1937年间,他也是威廉皇帝研究院(Kaiser Wilhelm Society,现在改名为普朗克研究院)的院长。可惜他在专业领域上的成功并未反映在他个人的生活上,他第一任妻子于1909年过世,与他共度22年的婚姻生活;4个小孩中有3个于1919年前离开人世(译者注:长子

在第一次大战中身亡,一对双生女皆因难产过世)。

第二次世界大战期间,普朗克决定留在德国,为德国物理界贡献心力,但那却是一个代价很大的决定。他在柏林的房子因遭到炮击而被完全摧毁,而他当时剩下唯一的儿子因涉入1944年7月20日刺杀希特勒的阴谋中,于1945年初遭到德国秘密警察盖世太保的执法身亡。普朗克于1947年10月4日过世,享年89岁,留下第二任妻子和第二次婚姻所生的一个儿子。

注1:普朗克的音乐造诣很高,除了精通声乐、钢琴、风琴与小提琴外,他还擅长作曲与歌剧创作。

进一步阅读资料:

Kragh, Helge. "Max Planck: The Reluctant Revolutionary," Physics World, December 2000.

(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

猫和狗对它们的过去有记忆吗

流浪猫狗被人类收养后,是否还记得那些饥寒交迫的艰难岁月?如果它还记得,会是哪些部分呢?

在这里,为了简单起见,我们只讨论猫和狗。它们的行为似乎说明它们有记忆——毕竟它们在你每次进门时的态度与对陌生人大相径庭——进化理论也表明,长寿动物都应该有持久记忆。

记忆需要所谓的包含经历细节的情景记忆,即“谁——什么——何时——何地”。2016年的一项实验证实,通过让狗模仿几分钟前的人类行为,狗确实记住了它们经历的特定元素。其想法不只是包含一堆不相关的细节,而是由自我意识编织在一起。

通过测试猫是否回到之前喂食的容器,科学家发现猫的记忆与狗相似。人类是依赖视觉的物种,而猫和狗则依赖嗅觉。狗在昏暗的房子里通过嗅觉找到熟悉的物体,猫通过气味识别出分开多年的母亲,说明它们是以气味而不是图像回忆的。



人类的语言对回忆能力也至关重要。但没有语言的猫和狗也能通过声音、姿势、面部表情和其他信号来交流和表达意思。因为没有语言,所以它们不会沉迷于“如果……会怎么样”的事后猜测。

虽然对猫和狗回忆过程的细节尚不清楚,但是我们可以肯定它们确实记得过去。

(高凌云编译自2022年7月21日 Popular Science 网站)