

# 物理学史中的五月

1919年5月29日 爱丁顿观察日食以检验广义相对论  
(译自 *APS News* 2016年5月)



萧如珀<sup>1</sup> 杨信男<sup>2</sup> 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

当爱因斯坦于1915年发表广义相对论时,他提出三个关键性的验证,并在给伦敦泰晤士报的信中强调说,假如三个中任一有相悖的情况,整个理论就会瓦解

- 水星近日点进动
- 光线在引力场的偏折
- 引力红移

爱因斯坦一完成他的理论,马上计算水星近日点进动,当广义相对论给出正确的结果时,他很激动,久久不能自己。第二个经典的测试是光线在引力场的偏折,这是爱丁顿爵士(S. A. Eddington)最先于1919年完成的。

1882年12月,爱丁顿诞生于贵格会家庭,2岁时父亲即因英格兰爆发伤寒大流行而病逝。当他还是小孩时,爱丁顿即深深着迷于夜晚的天空,时常试着数他能看到的星星。起先,爱丁顿在家自学,但当他开始上学后,他数学非常好,所以16岁时获得了奖学金,进入曼彻斯特的欧文学院就读,主修物理,并以一级荣誉毕业,所以很快就又获得了另一个奖学金到剑桥大学三一学院就读。

爱丁顿于1905年完成他的硕士学位。他先在卡文迪什实验室研究热离子发射,之后尝试数学研究,但都没成果。在短暂教授数学之后,他再次发现最初爱好:天文学。终于他在格林威治皇家天文台谋到一份工作,专门研究恒星的结构。1914年,他已高升为剑桥天文台台长,接着获颁皇家学会会士及皇家奖章。

在爱丁顿担任皇家天文学学会秘书期间,德西特(Willem de Sitter)寄给他有关爱因斯坦新的广义相对论的信件和论文。在那个对于德国物理学家的任何研究都还有相当战时敌意和怀疑的年代,爱丁顿成了爱因斯坦最大的传道人。他很快地投入研究,要证实广义相对论其中一个主要的预测。

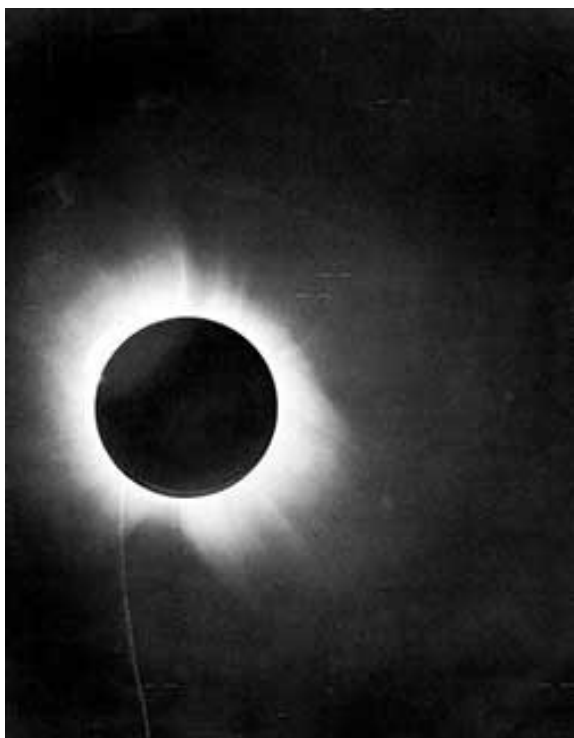
因为天体的质量会引发时空弯曲,所以爱因斯坦预测光应该也会跟随那些曲线而很轻微地弯曲。牛顿也预测光线在重力场会弯曲,但弯曲程度只有一半。到底哪一个预测比较准确呢?科学家因为要测量如此微小的曲率在当时是远超过他们的实验能力而裹足不前。

结果是英国的皇家天文学家戴森爵士(Sir F. W. Dyson)建议组一个考察团于1919年5月29日去观测日全食,来解决此问题。爱丁顿很乐意带领这个考察团,但一开始这个探测任务被耽搁了。当时第一次世界大战正如火如荼地展开,工厂为应付国家军队的需要忙得不可开交,根本无暇制造所需的天文仪器。战争于1918年11月结束后,科学家只有5个月的时间来整合准备这次的探测。

1919年的1月和2月,爱丁顿先在夜间对毕宿星团恒星的位置做了基准测量。在日蚀期间,太阳会越过该星团,因此可看到星光。将一个恒星位置的基准测量,和在日食期间在太阳边缘可见到这个恒星的对应测量做比较,即可判定是爱因斯坦或是牛顿的推论正确。

然后爱丁顿出发到非洲西海岸外一个偏僻的

小島——普林西比島(Principe),另派第二支船隊到巴西索布拉爾(Sobral, Brazil),以防萬一天公不作美,烏雲遮住視線。結果證明這是一個明智的決定,日食當天天下大雨烏雲密布,愛丁頓的團隊都很沮喪,但在日全食時天空夠明亮,讓他們得以作測量。巴西隊也有他們的難題,熱帶的熱氣使得他們大望遠鏡內的金屬變形了,他們被迫用一個小一點的10 cm 備用儀器。



(Photo: Royal Society of London)

愛丁頓於1919年5月29日所拍攝的其中一張日食照片,用在他1920年的論文中,以解說、宣布成功地驗證廣義相對論。

經過兩隊分析他們的結果後,他們發現他們的測量都在愛因斯坦預測的兩個標準偏差之內,是牛頓的兩倍,因此支持愛因斯坦的新理論。愛丁頓觀測的消息很快地傳播開來,引起傳媒轟動,愛因斯坦一夕間成了全球的名人。(當他的助理問他,如果測量失敗,他會怎麼想,據說愛因斯坦開玩笑說:“那我會為親愛的上帝感到難過。但無論如何理論是正確了。”) )

然而並不是每個人都很快地接受這樣的結果,有幾位天文學家質疑愛丁頓操縱數據,因為他舍棄從巴西隊變形的望遠鏡得到的數值,那結果比較接近牛頓的數值;另有幾位質疑他的影像質量是否足夠下這樣決定性的結論。美國加州利克天文台(Lick Observatory)的天文學家於1922年日食時重複測量,得到相似的结果,1953年和1973年日食期間的團隊所做的測量結果也一樣。每一次的新結果都比上一個結果更好,所以到了20世紀60年代,大多數的物理學家都接受愛因斯坦對光會偏斜多少的預測是正確的。

愛丁頓的事業長久而卓越,後因罹癌而於1944年11月病逝。他除了有許多科學的貢獻外,還曾對他知名的1919年測量寫了模仿《魯拜集》(*The Rubaiyat of Omar Khayyam*)的抒情四行詩:

*Oh leave the Wise our measures to collate  
One thing at least is certain, LIGHT has WEIGHT,  
One thing is certain, and the rest debate-  
Light-rays, when near the Sun, DO NOT GO STRAIGHT*

(啊別管智者我們來校對測量  
至少可確定一事,光有重量  
這事確定,其他有待考量—  
光線,靠近太陽時,不走直線。)

(本文轉載自台灣大學科學教育發展中心“CASE讀報科學”,網址<http://case.ntu.edu.tw/blog/?cat=3145>)

