

专 论

黑洞和2020年诺贝尔物理学奖

黄燕萍 沈珊雄 (华东师范大学物理与电子科学学院 上海 200241)

摘要 本文介绍获得2020年诺贝尔物理学奖的科学家和黑洞及发现黑洞的意义。

关键词 2020年诺贝尔物理学奖 黑洞

文章编号 1002-0748(2020)11-0002

中图分类号 G633·7

文献标识码 A

北京时间10月6日,瑞典皇家科学院决定将2020年度诺贝尔物理学奖的一半授予英国数学物理学家罗杰·彭罗斯(Roger Penrose),以表彰他发现黑洞的形成是广义相对论的有力预测,另一半授予德国天文学家莱因哈德·根泽尔(Reinhard Genzel)和美国天文学家安德里亚·盖兹(Andrea Ghez),以表彰他们发现了银河系中心的超大质量致密天体。这是诺贝尔奖项首次授予黑洞研究,并获得了广泛好评。

黑洞将巨大的质量压缩到一个极小的空间,它们的引力如此强大,以至于没有什么东西能逃脱它们,甚至连光也逃不掉。这使得这些奇异的实体很难被发现。这三位科学家分享今年的诺贝尔物理学奖,是因为他们发现了宇宙最奇特现象之一黑洞。探索黑洞,研究黑洞,对于人类了解宇宙有着重要的科学意义。

彭罗斯1931年生于英国科尔切斯特,1957年从英国剑桥大学获得博士学位。他是英国牛津大学荣休数学教授,也是牛津大学沃德姆学院荣休研究员,以及剑桥大学圣约翰学院荣誉研究员。

根策尔1952年生于德国法兰克福,1978年从德国波恩大学获得博士学位。他目前是德国马克斯·普朗克太空物理学研究所所长和美国加利福尼亚大学伯克利分校教授。

盖兹1965年生于美国纽约市,1992年从美国加州理工学院获得博士学位。她目前是美国加利福尼亚大学洛杉矶分校教授。

1 提出黑洞

1915年11月,爱因斯坦的广义相对论颠覆了以前所有的空间和时间概念。它描述了一切事物,从最小的原子到最大的超新星,都受引力的控制。



图1 黑洞(摘自百度百科网)

由于重力与质量成正比,一个非常重的物体具有如此强大的引力,它可以弯曲空间,减慢时间。根据爱因斯坦的广义相对论理论,一个超大质量的天体甚至能吞噬光线,从而形成一片“绝对黑暗”的空间,这就是黑洞,黑洞可以完全停止时间。然而爱因斯坦本人并不相信黑洞的存在。

1960年后,宇宙学、天体物理学,尤其是黑洞和引力波的研究成为主流,彭罗斯和霍金是理论研究的主将。1964年,彭罗斯用拓扑学研究时空的全局结构,尤其是因果关系。彭罗斯图在引力物理中的重要性,相当于费曼图在粒子物理中的地位。彭罗斯变革了广义相对论的整个研究领域。1965年,彭罗斯用巧妙的数学方法论证了黑洞可以形成,并对其进行详细描述:在黑洞的核心隐藏着一个奇点,它的时空曲率无穷大,密度也趋于无限大。一旦物质开始坍缩,就没有什么能阻止坍缩的继续,所有物质只能沿一个方向走向奇点。这是一条通往时间尽头的“单行道”。由于引力场方程的非线性,引力场不仅不像电磁波那样互不干扰,而且相互聚焦,碰撞的结果是两

者终结于奇点。说明在很宽泛的条件下,只需要物质的能量是非负的,黑洞确实能够形成。彭罗斯这篇开创性的论文发表于 1965 年 1 月,至今仍被认为是自爱因斯坦以来对广义相对论最重要的贡献。现在,黑洞的中心存在奇点已成为科学界的普遍认识。

黑洞是什么? 盖兹说:“很难将黑洞概念化。黑洞附近的物理法则与地球上的截然不同,以至于我们对所寻找的东西没有直觉。”她补充道:“所以说,我可以数学化地思考它,我可以抽象化地思考它,但很难形成一幅图像,因为时间和空间混在一起。”

要知道,黑洞在概念上是无法被窥视的,但科学家们可以间接地看到它的强大引力是如何牵引周围恒星运动的。

2 发现黑洞

黑洞引力非常强大,甚至连光线也无法逃逸,没有光线射出的边界称为“事件视界”。直接窥视黑洞是不可能的——黑洞所有的秘密都藏在它的事件视界内。

利用恒星的轨道作为向导,根策尔和盖兹提出了迄今最有说服力的证据,证明银河系中心隐藏着一个看不见的超大质量天体。

100 年前,美国天文学家哈洛·沙普利首先确定了银河系的中心,即射手座(又称人马座)方向。但直到 20 世纪 90 年代,随着更大、更先进的天文观测设备的出现,科学家们才得以对银河系中心进行更系统的研究。

根策尔和盖兹分别领导一个研究小组,自 20 世纪 90 年代初以来一直试图透过尘埃云观测银河系中央一个名为“射手座 A* ”的区域。根策尔小组最初使用位于智利的新技术望远镜(NTT),而后使用位于智利帕拉纳尔山上的超大望远镜(VLT)研究。而盖兹小组则使用位于美国夏威夷冒纳凯阿山上的凯克天文台研究。这个天文学团队的主要工作就是利用夏威夷巨大的凯克望远镜长期跟踪银河系中心的人马座

(上接第 28 页)

希望我们对“问题链”策略进行进一步的研究,可以让学生了解复杂的问题使用“问题链”分步化,简单的问题使用“问题链”结构化,从而学好物理,改变世界!

参考文献

- [1] 安富海.促进深度学习的课堂教学策略研究[J].课程·教材·教法,2014(11):57—62.
- [2] 任虎虎.指向深度学习的高中物理思维型课堂构建的研究[J].

A* 区域,并用复杂的计算测量其中的超大质量黑洞。

近 30 年来,根策尔和盖兹的团队不断完善观测技术,追踪了银河系中心一光月半径内 30 颗最亮的恒星,其中一颗名为 S2 的恒星被发现在不到 16 年的时间内完成了它绕银河系的轨道运行一圈,而太阳绕银河系的轨道绕行一圈要花 2 亿多年,科学家们绘制出 S2 的恒星的完整轨道。

两个研究团队在数十年如一日的观测后得出一致结论:银河系中心存在一个质量非常大且看不见的天体,在不超过太阳系的空间中聚集了约 400 万个太阳的质量,使周边恒星急速旋转。对这个看不见的天体,目前唯一合理的解释就是它是一个黑洞。

2019 年 4 月 10 日,由全球 8 台射电望远镜组合而成的“事件视界望远镜”项目拍摄到人类历史上第一张黑洞照片。被拍到的这个黑洞位于一个名为 M87 的星系中央,其质量是太阳的 65 亿倍。

2019 年世界上第一张黑洞照片出现了,如图 1 所示,在科学界中引起了轰动。

诺贝尔物理学奖委员会主席大卫·哈维兰(David Haviland)表示:“今年获奖者们的发现为致密和超大质量天体开辟了新天地。但是,这些奇异天体仍有许多待解之谜,激励未来研究。不仅有关于它们内部结构的问题,还有如何在黑洞附近的极端条件下检验我们的引力理论。”

可以预料,2020 年诺贝尔物理学奖将鼓励人们继续仰望星空,探究宇宙的奥秘,作为宇宙中时空弯曲最极端的区域,黑洞研究也将得到进一步发展。(感谢前主编钱振华教授的帮助和指导。)

参考文献

- [1] 罗国芳.解读 2020 年诺贝尔物理学成果:他们“看到了”黑洞 [N].新华每日电讯,2020-10-07.
- [2] 史蒂文·古布泽(Steven S. Gubser),弗兰斯·比勒陀利乌斯(Frans Pretorius).黑洞之书[M].荷利军,郑雪莹,赵雪杉,译.北京:中信出版社,2018. 11.

物理教师,2019(7):28—31.

- [3] 方涛.指向深度学习的深度备课 [J].物理教师,2019(9):39—43.
- [4] 方林,陶士金,许新胜.浅议高中物理单元教学问题链的设计与实施[J].物理教学探讨,2020(3):77—80.
- [5] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017 版)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [6] 陈新华,刘霁华.体现科学本质的物理探究教学[J].物理教师,2019(7):11—14.