



Physics Magazine 2022年度物理学十大亮点

(中国原子能科学研究院 周书华 编译自 *Physics*, December 19, 2022)

激光聚变辉煌的一年

国家点火装置(NIF)实现了期待已久的里程碑。今年早些时候,该团队实现了点火,靶丸处的局部自加热超过了外部加热和损失到环境中的能量。不久前,研究人员宣布,他们已证明激光引起的核聚变反应所产生的能量大于其消耗的能量。尽管实现基于激光的聚变反应堆仍需要几十年的时间,但研究结果表明,激光聚变的发展速度与计算机发展的速度相似。

复数在量子物理世界不可或缺

薛定谔方程带有虚数 i ,这意味着方程的解可能是复数。复数仅仅是为了数学上的方便吗?量子理论能否只基于实数来表述?一些物理学家确实认为,实数值的量子力学可以给出与通常量子力学相同的预言。但在2022年初时,两个独立研

究组的实验给出了相反的结果。分析表明,为描述这些实验,复数是不可或缺的。这意味着实数不足以描述我们通常所理解的量子世界。

物理学的多种声音

*Physics Magazine*推出了新的播客——*This is Physics*。第一集报道关于男、女同性恋者,双性恋者,变性人等物理学工作者(LGBTQ物理学工作者)所面临的困难。最近的研究表明,LGBTQ物理学工作者经常被排斥或骚扰,这些排外的经历会大大地影响他们的职业生涯。受访的LGBTQ物理学工作者分享了他们个人奋斗的积极经历。他们同时强调,可以通过一些行动来改善物理学氛围,比如支持使用表示尊重的人称代词,支持提供无性别洗手间,以及随时准备保护受到不公正待遇的人。

银河系黑洞进入视野

2022年5月,科学家公布了第二张黑洞图像。2019年公布的第一张照片描绘了一个距离地球超过5千万光年的超大质量黑洞。第二张黑洞图像展示出Sagittarius A*(人马座A*)这个距离我们约26000光年的黑色深渊。这项工作绝非易事,需要从彼此相距很远的望远镜阵列拍摄的快照中复原出完整的影像,且这些快照因Sagittarius A*周围气体的运动而变得模糊不清。为解决这些问题,研发团队开发了一种算法,可以从数千张重构的图像中挑选出与不完善的观测数据符合得最好的那个图像。

对希格斯玻色子的研究将产生更多成果

自发现希格斯玻色子十年以来,没有关于该粒子违背标准模型

的情况。但是粒子物理学家们相信，研究希格斯粒子比以往任何时候都更重要。了解希格斯粒子如何与它自身及与其他粒子相互作用，或发现其他类似希格斯粒子的粒子，可以帮助物理学家破译暗物质的性质，或解释为什么物质远比反物质多。2022年7月份开始运行的大型强子对撞机第3轮实验，将使得可用于分析的希格斯粒子的数量增加一倍。CMS实验合作组的发言人、希格斯粒子的共同发现者 Luca Malgeyi说：“我们真正进入了精密希格斯物理时代。”

太空探索的两个里程碑

2022年7月12日，美国国家航空航天局(NASA)与世界分享了James Webb太空望远镜获得的第一张影像，James Webb是发射到太空的最大的望远镜。整整3个月之后，行星防御工具的首次演示实验成功进行。这个演示实验使用空间飞行器撞击小行星，并实现了既定目标：改变了小行星的轨道。虽然有关这两项工作的深刻见解仍有待揭示，但这一年将会作为太空研究的一个分水岭而载入史册。

破译蛋白质折叠

在过去的几年中，AlphaFold——这是一种机器学习模型——在根据组分氨基酸序列预言蛋白质的3D结构方面取得了惊人的成功。2022年，研究人员演示了AlphaFold还可以揭示控制着折叠过程的基本物理原理。任何给定的氨基酸序列都可以通过大量的方式折叠，AlphaFold可以从所有的候选结构中挑选出合适的结构。研究人员发现，在这个过程中AlphaFold“学会了”物理原理，例如所谓的蛋白质

折叠的能量势。这一发现表明，机器学习能够揭示有关复杂的生物分子学过程的信息，而这些信息不能由第一性原理导出。

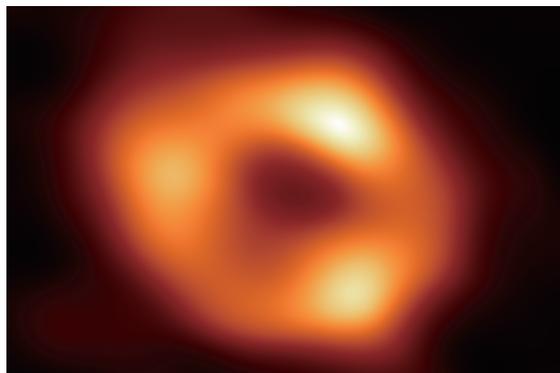
现代“伽利略”

2022年夏末，基于卫星的MICROSCOPE实验报道，它以前所未有的最高精度检验了等效原理。按照这一原理，引力质量和惯性质量是完全等效的，而发现两者之间的差别可能揭示超出标准模型的、与暗物质和暗能量之谜有关的物理。自从伽利略时代以来所进行的实验以不断提高的灵敏度证实了等效原理。

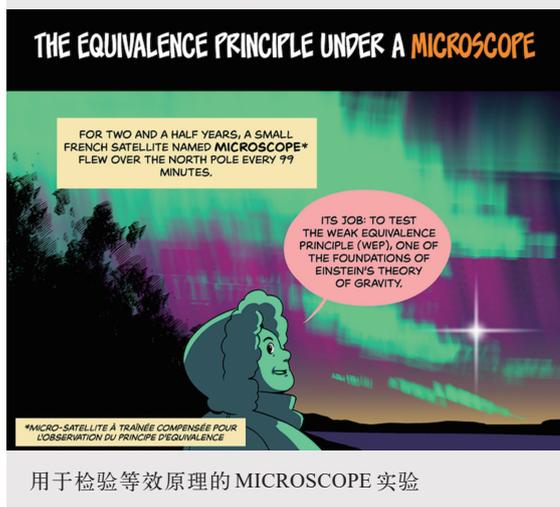
由于没有受到影响地球测试的干扰，MICROSCOPE打破了此前所有的灵敏度纪录。通过比较两个用不同材料制成的圆柱体的下降速度，表明如果引力质量与惯性质量不同，则其差别小于 10^{15} 分之一。

水银之谜被破解

当研究者提出一种理论，能够根据第一性原理预言金属的行为时，水银作为第一个被鉴别出来的超导体，暴露了其最后一些不为人知的秘密。超导性是1911年物理学家昂内斯将水银冷却到大约4 K时发现的。虽然后来认为水银的超导性是“常规的”，但是没有微观理论能够精确地描述它。通过计入与水银的超导性有关的微弱且通常被忽略的影响因素时，研究人员才



事件视界望远镜(EHT)拍摄的银河系中心黑洞图像



用于检验等效原理的MICROSCOPE实验

得以精确地描述水银的超导性。这一发现可能有助于在接近常温常压的条件下设计和搜寻常规超导体材料。

更清晰的量子听觉

研究人员基于快速测量量子力学纠缠光子对的新技术，演示了性能优于经典麦克风的“量子光学麦克风”。在演示中，研究团队将一系列低声话语编码为相互纠缠的光子携带的光学信号，然后将探测到的信号转换成声音记录下来。听众识别这种“量子录音”中的词语比用相应的经典技术录音的词语更精确。研究人员说，他们的演示显示了这种技术在测量快速、有噪声的信号方面的潜力，例如生物细胞中单个分子运动产生的信号。