



Physics Magazine 2023 年度亮点

(北京大学 朱星 编译自 *Physics*, December 18, 2023)

追踪怪物引力波

2023年最大的突破之一是发现了我们银河系正在一个巨大的引力波海洋中扬帆远航，这些引力波的周期在几十年的时间尺度中飘摇。四个射电望远镜研究组独立地捕捉到了频率为纳赫兹的波，通过记录来自“宇宙灯塔”脉冲星的脉冲到达时间的微小变化而获得，从而提供了引力波存在的证据。对这些波最有说服力的解释涉及到来自另外一个星系的一对超大质量黑洞。这个信号与暗物质、天体膨胀或者宇宙缺陷等因素均有关系。(Physics, June 29, 2023)

银河系的中微子成像

2023年6月29日，IceCube协作组公布了第一幅银河系的中微子图像。这幅图由一系列蓝色模糊且

互相结合的斑块组成，大致上与射电、光学和伽马射线波段的成像相符合。IceCube的Naoko Kurahashi Neilson刚刚看到这幅图时有些瞠目结舌，他说：“回想一下历史上所有观察银河系的人吧，不管是用肉眼还是通过望远镜，从来没有人见过这种图像。真是激动人心！”目前天文学家正在研究这幅图中隐藏的秘密。(Physics, June 29, 2023)

避开量子引力波？

许多物理学家期望在所有基本力中发现量子现象。但是引力并不满足这种期待，需要从其他各种力学理论中找出经典的时空图像中量子化的引力。最新的理论工作提出不同的方案：在保持传统时空图像的基础上，通过在引力与其他力耦合的机理中加入一些随机性。这种

处理的一种优势是可以在弯曲的时空面上描述量子场的效应。研究人员提出检测这种新理论的实验方法，比如将两个质量利用引力造成纠缠，或者观察处于引力场中物体重量的涨落，由此验证是否存在量子引力波。(Physics, December 4, 2023)

细胞内信号传递的有效方式

信息传递把生物与非生物区别开来。生物有机体与周围环境不仅存在不停的能量交换，而且它们以一种交替方式发送和接收信息。研究人员采取一种新方式来确定细胞中用于在组分之间传递信息所需的能量。通过三种主要的信息传导机制(电流、分子扩散和声波)来确定消耗适当能量进行信息传递的距离。这一发现有助于研究人员定量

确定生物传导的效率，以此理解在生命体中能量和信息交换的过程。(Physics, August 7, 2023)

量子网络的中继器

为了发展实用的量子通讯网络，研究人员构建了一种利用陷获离子技术的量子中继器。在量子网络中，量子比特(Qubit)一般是通过光纤以纠缠光子形式交换的。但是，光在光纤中的衰减限制了最终的传输距离，在这个距离之内，光子可以可靠地交换。离子型量子中继器可以在通讯两端的中间节点起到补偿光子损失的作用。研究人员在50 km连接中展示了这种中继器，这个距离已经可以满足某些应用的需求。这一进展也开辟了近期数百公里量子传输的道路。(Physics, May 22, 2023)

物理学家如何面对人工智能？

人工智能和机器学习(AI/ML)在物理学中的应用日益增加。毋庸置疑，在某些应用中可以调用大量数据以提取有价值的物理观点，这显示了AI/ML的优势。然而，如马里兰大学 Sankar Das Sarma 所写，AI/ML 的潜在应用超过了日常工具的范畴，或许可以用于革命性地发现新的物理概念和新的物理理论。Das Sarma 表示，物理学家不能仅仅是被动地使用 AI/ML，应当努力理解什么条件下能够成功，以及什么时候不成功。他说：“我们不能仅仅要求 AI/ML 为我们做什么，而且要为 AI/ML 做贡献”。(Physics, October 2, 2023)

行星安全区

理论上讲，世界总会发生碰撞。这是研究太阳系混沌理论的物理学家所担心的，他们发现行星在

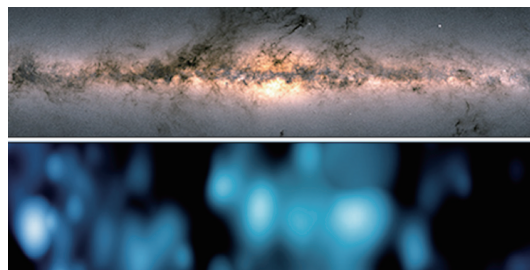
百万年时间尺度上应当偏离它们的轨道，因而有可能造成行星碰撞。然而，太阳系已经稳定存在了十亿年时间。最新的研究结果揭示了避免这种灾难性碰撞的原因。研究人员确认，太阳系中存在一批物质，它们遵从守恒定律，类似于支配角动量守恒的定律。这些定律“指导”行星的混沌运动，因此使得轨道偏移的机会很低。(Physics, May 3, 2023)。

高精度的分子钟

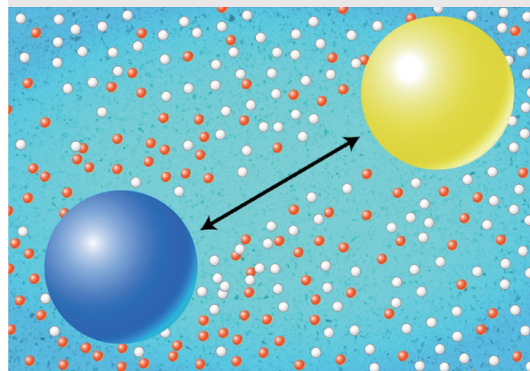
近来手表又回到了我们的生活中，但物理学最新的计时方式可能是分子钟(molecular clock)。常见的高精度时钟采用俘获原子的方式，而同样的原理可以用在俘获分子。研究人员使用锶分子(Sr_2)构建了目前最精密的分子钟，其精确度可达 10^{-14} ，比几年前达到的精度提高了两个数量级，可以用作 THz 的频率标准，作为一个研究新物理的平台。尽管来自锶分子振动能级跃迁的时钟精确度不如原子钟，但是这种钟可以用于特殊场合。比如，通过使用由锶不同的同位素制成的具有不同频率的分子钟，可以寻找假设与引力有关的作用力。(Physics, March 28, 2023)

抵消水波冲刷

为了减少海浪对海岸线的侵



银河系的天文图片(上图是光学成像，下图是中微子成像)



细胞内信号扩散机制图示。信号发送器(蓝球)调制传导分子(小红球)扩散到接收器(黄球)的浓度



太阳系内如何避免行星碰撞

蚀，研究人员制作了一个6 cm宽的水槽，用来“吞噬”水波。当某些适当频率的波到达通道侧面一对共振腔时，这些水波会消失——从那一点开始，由于共振腔产生了反射，因而消除了所有进一步的传播。一位研究波传导的专家表示，这个想法可以用来制作相应的堤坝，以减少海浪漫过的危险，或者是从海浪中提取能源的系统。(Physics, November 17, 2023)