

物理学 2021 年度亮点

(中国科学院理化技术研究所 戴 闻 编译自 *Physics*, December 20, 2021)

与太阳约会

美国宇航局的 Parker 太阳探测器比其他任何人造物体都更接近太阳。2021 年 4 月, 宇宙飞船将探测器带到距离太阳中心 18 个太阳半径 (1300 万千米) 的绕日轨道 (图 1)。它进入了日冕的一个高度磁化区域, 在那里磁能主导着等离子体的动能。该探测器测量了等离子体的湍流和磁场的涨落, 为太阳科学家提供了关于太阳风驱动机制的翘首以盼的数据。这些观测结果也可以解释日冕温度比太阳表面高一千倍的原因。

缪子增强挑战标准模型

最受期待的粒子物理实验结果来自费米国家加速器实验室的缪子

g-2 实验: 该合作组报告了对缪子 (缪子是比电子较重的表亲) 磁性的新测量结果。自 2001 年以来, 测量结果表明, 缪子的磁性比理论预测的要强一些。这种不匹配很有趣, 因为它可能是由在粒子物理学的标准模型中没有考虑到的相互作用或粒子引起的。

进入量子霸主地位的时代?

量子计算是一个快速发展的领域, 2021 年, “最大量子计算机”的头衔在不到一个月的时间里从谷歌转移到了中国科学技术大学, 再到 IBM。中国科学技术大学的结果引人注目 (图 2), 因为他们提供了令人信服的论据, 即计算机终于实现了量子“首要性”——即在给定的任务中超越最好的经典计算机之能力。为了进行这个演示, 中国科学技术大学的研究人员使用了两种不同的量子计算机, 一种基于超导电路, 另一种基于光子干涉测量, 解决了用经典方法难以解决的“采样”问题。对于这两种计算机类型, 研究人员观察到优异的量子计算加速, 这使得量子首要性的主张难有

争议。

更多的女性物理学家

自从物理研究诞生以来, 女性就不公平地握有物理接力棒的短端。女性物理学家正在收获相关领域的一些最高荣誉, 并利用她们的声音来促进科学在社会中的作用。关于如何提高女性参与度的鼓励性课程主要来自一些中东和亚洲国家, 在这些国家, 女性占 STEM (Sci-Tech-Eng-Math) 研究生的大多数。促进性别平衡的有希望的新方法, 包括创建一个不强迫女性做改变的包容的社团。

绿色材料变得智能

解决气候变化问题是一项需要各种形式脑力的挑战。2021 年, 材料科学家将人工智能应用到电池、催化剂和其他绿色解决方案的新材料开发中。例如, 利用机器学习算法筛选大型化学数据库, 寻找化学家可能会错过的知识关系。这些努力已经发现了一些新材料, 比如可以提高电池寿命的有机化合物。与这些算法互为补充的是自主实验室, 机器人在此快速合成和测试候选化学物质。该领域的研究人员预计, 人工智能方法可以将材料开发所需时间缩短 10 倍。

谷歌量子计算机被转换为时间晶体

今天的量子计算机大多局限于简单的计算, 但研究人员表明, 谷



图 1 约会太阳

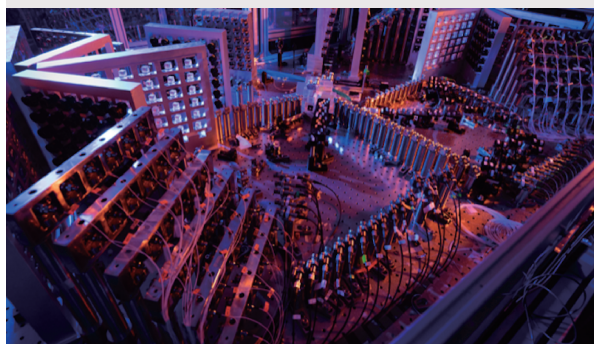


图 2 中国科学技术大学的量子计算机

歌的Sycamore量子计算机可以实现另一种技巧：模拟时间晶体——一个在周期性循环中不断进化的量子系统(图3)。但奇妙的部分是：对于量子计算机，时间晶体的模拟和演示之间的区别是模糊的。经典计算机只能模拟时间晶体的行为，但是多体量子系统的行为却像是一个实际的时间晶体。所以，量子计算机可以做的不仅仅是计算！

气候变化指纹

2021年，热浪、洪水和飓风对地球造成了持续的影响。气候模型表明，随着地球整体气温的上升，这些事件将发生得更频繁，而且会越来越严重。但将一个特定的极端天气事件归因于气候变化是很棘手的。研究人员开发了一种新的统计方法，将极端事件的模型图与观察到的图进行比较，为建立极端天气事件与气候变化之间的相关性提供了一种工具。该团队利用过去的数据库测试了该模型，并得出结论：2010年发生在亚洲的两次热浪很可能是气候自然变化的一种表现，但2021年影响加拿大的特大热浪可能与气候变化有关。

另一种对暗物质的解释

目前人们对暗物质的搜索仍旧是一无所获，一些研究人员正在寻求另一种替代方法，即假设暗物质不存在，相反，引力比目前认为的更复杂。从这个所谓的MOND(modified Newtonian dynamics, 修正的牛顿动力学)理论推导出的预言，与许多天文观测一致，但与一些宇宙微波背景(CMB, 图4)的观测结果不一致。现在，理论学家们提出了一个符合宇宙微波背景辐射

数据的理论版本，在解决这个问题上取得了进展。更新后的模型增加了MOND的可信度，但与之前的版本一样，该理论假设了新领域，而它缺乏理论动机，因此大多数宇宙学家仍然不相信。

中子星作为宇宙学实验室

除了黑洞，没有哪个天体的密度比中子星更大。它们极端的引力使中子星成为广义相对论“强场”测试的理想环境。然而，这样的测试需要更好地了解超密物质的“状态方程”。2021年，研究人员通过使用独立于状态方程的普遍关系描述恒星性质，绕过了这个难题。然后，他们结合中子星的X射线观测与合并中子星对的引力波探测，限制了恒星性质。这种“多信使”的方法允许他们对引力如何违反某些类型的对称性施加新的限制。

关于旋转陀螺的物理学

2021年，一款新的旋转陀螺进入市场。退休天体物理学家Kenneth Brecher将数学常数融入到陀螺

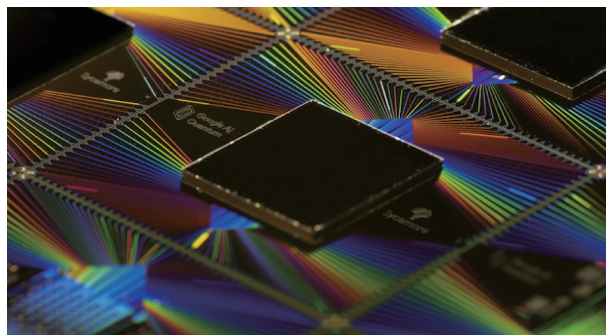


图3 谷歌量子计算机——时间晶体

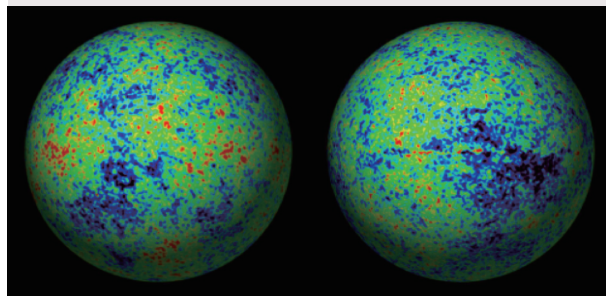


图4 宇宙微波背景



图5 关于旋转陀螺的物理学

的几何结构中，使其具有十分有趣的行为。在他的最新作品Delta CELT中，陀螺的长轴和短轴的比值等于费根鲍姆(Feigenbaum)常数(决定某些系统何时变成混沌的常数)。Delta CELT是一种具有首选旋转方向的陀螺。如果它顺时针旋转，就会减速停止，然后随着一个嘎嘎作响的动作，开始向另一个方向旋转。Brecher在Bridges会议上展示了他的陀螺(图5)，该会议致力于数学启发艺术。