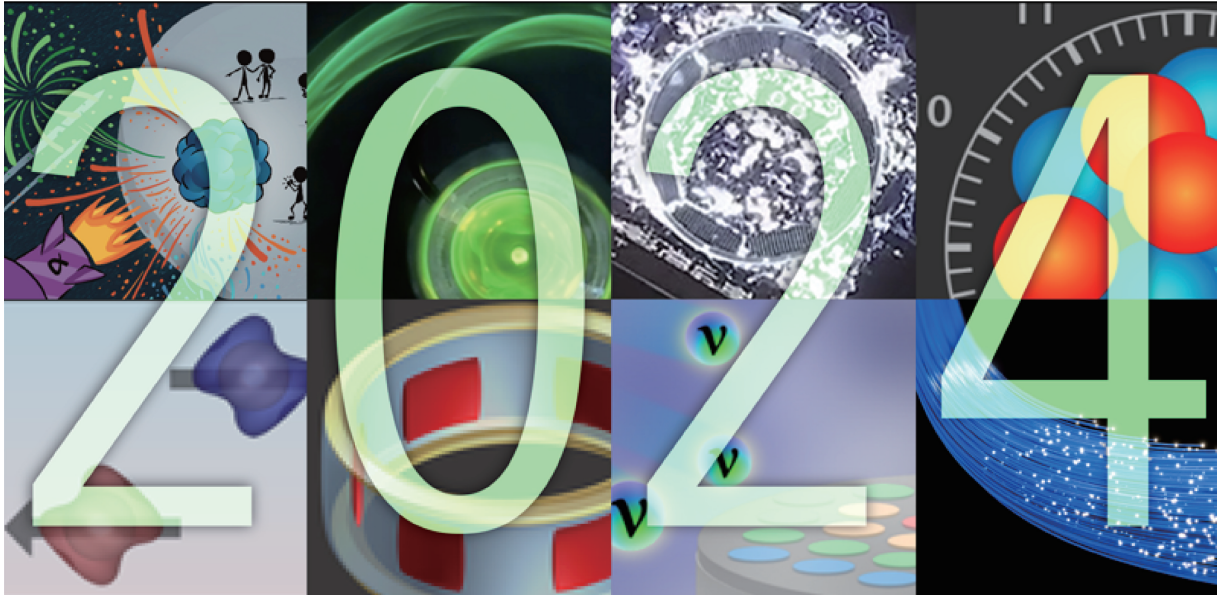




Physics Magazine 2024 年度亮点

(北京大学 朱星 编译自 *Physics*, December 16, 2024)

超高精度的钍原子核钟

2024年,研究人员扫除了构建原子核钟(nuclear clock, 简称核钟)的一个重大障碍。用钍-229同位素构建的核钟的跃迁能级极其窄,因而不易受到外场波动的影响,其精确度要比当今最好的原子钟提高十倍。研究人员测量了这个唯一被认为适于用激光和精密谱仪操控的原子核的跃迁能级和波长,即钍-229同位素的激发态。测量涉及用激光将原子核从核基态激发,这是一个核钟能够受控运行的关键步骤。(Physics, April 29, 2024)

无采样血糖检测

目前测量血液中的葡萄糖水平需要直接采集血液样品,或者间接地测量汗水、眼泪或者其他体液。

DOI: 10.7693/wl20250108

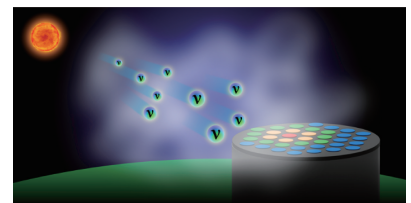
CSTR: 32040.14.wl20250108

2024年人们关注最多的是一种新的可穿戴装置,它可以用来连续地测量人体内的葡萄糖含量,而不必从人身体内取样。这种类似于手环的装备将射频信号发射到待测者的手指,手指散射的信号与待测者的血糖浓度有关。数值模拟证实,手环内部的放大器和传感器能够测量光谱的变化,从而将此与血糖水平相关联。(Physics, March 28, 2024)

中微子迷雾进入暗物质研究者眼帘

在多年没有取得暗物质明确成果之后,2024年终于得到了真实信号。但是这些信号并非来自于暗物质粒子,而是来自于太阳核反应生成的中微子流。2024年两个研究组独立地报道称,他们的探测器可能已经看到了这种“中微子迷雾”(neutrino fog)。中国四川锦屏实验室的 PandaX 合作组和意大利国家地下实验室的 XENON 合作组分别独

立地报道了这一现象。从长远角度考虑,中微子迷雾可能会对暗物质的搜寻造成负面影响,然而或许会推动下一个十年的新一代实验。进一步讲,暗物质实验可能推动多功能探测器的研制,从不同角度研究中微子物理中的新现象。(Physics, November 7, 2024)



暗物质探测器测量到来自太阳的中微子背景——中微子迷雾

核聚变的能量输出得到证实

2022年,美国国家聚变点火装置(NIF)演示了核聚变反应产生的能量超过了消耗的能量,这一结果终于得到正式验证。2024年2月,5篇

经过同行评审的研究论文揭示了激光诱导的核聚变这一里程碑式的结果。反应过程所使用的燃料棒、激光的配置、燃料的成分等均经过升级，从而有助于提高核反应能量。当分析2021年3月和5月核聚变反应的实验装置时，NIF的研究人员发现，在燃料棒中参与反应的等离子体的体积增加四倍时，可以引起聚变能量高达20倍的输出。尽管已经报道的聚变能量输出仍然低于所需运行激光系统的电能输入，但研究人员正在对核反应和激光的效率进行升级。(Physics, February 5, 2024)

用力学方法测量微弱的核衰变

2024年7月，研究人员探测到通过发射单个 α 粒子而造成的反冲现象。团队将一些辐射性的铅-212原子放置在二氧化硅微球的表面，使它们悬浮在光阱中。施加交变电场后，随着 α 和 β 衰变，它们所携带的净电荷会发生变化。这些 α 衰变也会造成微小的抖动(kicks)，即微球的动量发生变化。因此，通过观察这些微球对光散射方式的变化而直接进行了核衰变的测量。(Physics, July 8, 2024)



研究人员精密探测在微球表面发生的核衰变。未来这种技术可能用于暗物质探测，或者核材料的取证

一种传统磁体的替代品

在这个世界上，似乎没有什么尚未被发现的新磁体。至少在几年前，这是人们的普遍看法，直到

“交替磁体”(alt magnets)的出现。在过去几年间，一些研究组提出了这种磁铁，它的性质处于铁磁性和反铁磁性之间。这个具有潜在应用的材料不具备净磁化(像反铁磁体)，但是具有磁敏感的能级(类似于铁磁体)。2024年以来，有实验证据表明存在交替磁体。一个研究证实，碲化锰的电子能带会在磁场下分裂成两部分，这是人们所预期的交替磁体应当具有的特性。(Physics, January 8, 2024; January 18, 2024)

纽约市见证了破纪录的光子演示

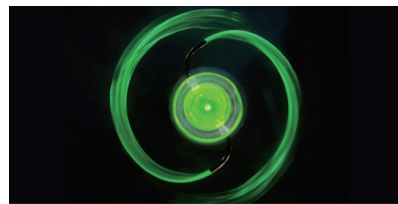
在纽约市，不仅人们会乘坐环城地铁，另外还有光子也会通过光纤互联网在地下环城传输。作为面向未来连接量子处理器的网络，研究人员破纪录的每秒将二万个互相纠缠的量子注入到纽约市地下34公里的光纤中。光子纠缠非常脆弱，特别是在地下光缆中会出现不可预料的情况。然而，研究团队采用传统的光子对纠缠光子的最终偏振态进行连续监控，并且用这些信息对干扰进行补偿。(Physics, August 9, 2024)

解开早期宇宙之谜

JWST(詹姆斯·韦布空间望远镜)具有超出任何其他星系成像望远镜的能力，能够观测到宇宙更深处，它揭示了大量未曾预料的高亮度、宇宙早期的星系。这些新发现最初被解读为对现存宇宙学范式—— Λ CDM模型的挑战。然而，进一步的研究提示，问题可能出在天体物理中描述银河系和星系演变的模型上。天体物理学家已经提出了对这个难题的可能解释，其中大多数认为早期宇宙中的恒星和星系的行为与当今不同。JWST进一步的测量结果或许能在明年解决这一难题。(Physics, February 9, 2024)

喷水器伴谬得出新结论

草坪喷水器在水流喷出的作用下会绕圈旋转。问题是，如果水从喷水嘴被吸入时，它是否会反方向旋转呢？这是著名物理学家Richard Feynman提出的问题，历经数十年还未有确定的答案，直到2024年才有了明确结果。研究人员建造了一个悬浮的喷水器，可以向外喷水，或者向内吸水。这种悬浮设计是为了克服摩擦力，避免使问题复杂化。初步结果是吸水确实导致了反方向旋转，但是运动速度比向外喷水时慢，而且不够连续。这种喷水器的类比实验或许对理解量子力学中的多重世界有所帮助。(Physics, January 26, 2024; October 30, 2024)



用荧光燃料示踪从喷水器中喷出水流的轨迹

新型钠离子电池物有所值

锂离子电池已经在个人电器以及电动汽车产业中起到革命性地引领作用，但是也有环境成本问题，包括需要对这种地球上相对稀少的锂的开采和加工过程中的成本。元素钠与锂具有相近的化学性质，而丰度是锂的一千倍，近年来钠在电池研究中的作用受到广泛重视。一些公司已经开始将钠离子电池推向商业化，用于电能存储和小型电动汽车。钠电池可以提供更高的功率，并且能够在低温下运行，然而钠电池的质量能量密度尚低于锂电池。研究人员期望在未来几年内，钠电池在某些应用中可以与锂电池一较高下。(Physics, April 25, 2024)