
史上最精确的时钟诞生

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/27196.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

史上最精确的时钟诞生

。科学家在制造一种全新类型的时钟方面迈出了重大的一步——一种基于原子核能量微小变化的时钟。原则上，核时钟甚至比目前世界上最好的计时器——光学时钟更精确，而且对干扰也不那么敏感。

原则上，核时钟应该比光学时钟（如图）更精确、更稳定。图片来源：Andrew Brookes, National Physical Laboratory/Science Photo Library

据《自然》报道，核时钟还可以让物理学家以新方式研究自然的基本力量。德国莱布尼茨大学理论物理学家Elina Fuchs说：我们借此将能够探测目前方法无法探测到的暗物质和基础物理场景。

奥地利维也纳理工大学和德国国家计量研究所（PTB）合作取得了这项突破，涉及使用紫外线激光促使放射性金属钷-229的原子核在能量状态之间切换，被原子核吸收和发射的光的频率就像时钟的滴答声一样。4月29日，相关成果在《物理评论快报》上发表。

这是许多科学团体近半个世纪努力的结晶。美国得克萨斯农工大学物理学家Olga Kocharovskaya说。

光学时钟计时非常精确，大约每300亿年误差只有1秒。它们的滴答由可见光的频率所控制，该频率是使电子绕着一个原子（比如铯）在不同能态之间移动所需的。

但核时钟可以表现得更好。它使用更高能的跃迁，将原子核的质子和中子提升到更高的能态。这将使用略高频率的辐射，意味着时间可以被分割得更精细以创建更精确的时钟。更重要的是，核时钟将比光学时钟稳定得多，因为原子核中的粒子对外部场或温度的敏感性不如电子。

但事实证明，找到一种具有合适原子核的材料是困难的，大多数原子核的能量跃迁往往是巨大的。20世纪70年代，物理学家发现钷-229是异常的，它的第一个能态非常接近其最低基态。2003年，物理学家提出使用钷-229作为超稳定时钟的基础，但他们需要找到跃迁的精确能量及其相应的激光频率，而这是无法用理论准确预测的。从那时起，实验学家使用了一系列方法来缩小数据范围。

研究人员将放射性钷原子放入几毫米宽的氟化钙晶体中，并用特制的激光扫描预期区域，最终达到了正确频率——大约2拍赫兹（每秒1015次振荡），他们通过观察原子核回到较低能态时发射的光子探测到这一频率。

论文作者之一、奥地利维也纳科技大学原子物理学家Thorsten Schumm回忆说，他清楚地记得，在随即召开的讨论会上，他在自己的实验记录本上用大红字写下了发现了。

Schumm团队精确定位了频率，其分辨率比下一次最佳尝试高出800倍。论文作者之一、PTB物理学家Ekkehard Peik说，美国加利福尼亚大学大学洛杉矶分校的一个研究团队以不同晶体、相同频率重现了这一结果。他认为，这是一个非常好的确认。

Peik说，为了把这个系统变成一个真正的时钟，物理学家需要显著降低激光的分辨率，这样它才能以几乎完全正确的频率刺激原子核，从而可靠地读取。

Kocharovskaya表示，建造这样的激光器仍然是一个巨大的挑战，但毫无疑问，它将在不久的将来实现。

如果一切顺利，研究团队表示，基于钷的核时钟最终可能比最好的光学时钟精确10倍左右。正是对外部扰动的鲁棒性使其成为更好的时钟。Schumm说。将原子核置于固体晶体中也有助于核时钟更紧凑便携。

物理学也可能因此在更深层次上受益。Fuchs说，核时钟对基本常数（如电磁力和强核力）变化的敏感性是光学时钟的1万倍左右。这意味着研究人员可以探测到暗物质的形式。物理学家认为暗物质是一种不可见的物质，占宇宙物质的85%，并且预测它会使这些力的强度产生微小变化。

Fuchs说：可能有非常‘轻’的暗物质在摆动，这可能会使这些基本常数摆动。她说，核时钟可

能够检测到这种摆动，因为它们转变的能量由这些力决定的，而强度的任何变化都会以可测量的方式改变时钟的滴答声。

她补充说，核时钟还可以探测一些粒子的质量是否随时间的推移而变化。Fuchs及其合作者已经在频率测量的基础上撰写了第一篇论文。这让我们非常兴奋。她说。（来源：中国科学报文乐乐）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.182501>

作者：Thorsten Schumm 来源：《物理评论快报》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发