Nature：新原子钟计时更精确

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/12119.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！

Nature：新原子钟计时更精确。



时钟和抽象背景 图片来源：stock image

原子钟是世界上最精确的计时仪器，可使用激光测量以恒定频率振动的原子，就像许多微小的同步摆动的钟摆一样。世界上最好的原子钟可以非常精确地计时，如果它们从宇宙诞生之初就开始运行，到今天误差只会约半秒。

尽管如此，它们可以更加精确。若如此，科学家就能足够灵敏地探测到暗物质和引力波等现象，也可以开始回答一些令人费解的问题，比如引力对时间流逝可能有什么影响，以及时间本身是否会随着宇宙年龄的增长而变化。

最近，美国麻省理工学院物理学家设计的一种新型原子钟可使科学家探索这些问题，并可能揭示新的物理学。研究人员在12月16日发表于《自然》的一项报告中说，他们已经建造了一个原子钟，其测量的不是现在最先进的设计测量的随机振动的原子云，而是被量子纠缠的原子。原子以一种不可能根据经典物理定律的方式相互关联，这使得科学家能够更精确地测量原子的振动。

这种新装置在没有纠缠的情况下，能以比时钟快4倍的速度达到同样的精度。

纠缠增强光学原子钟有可能在1秒内达到比目前最先进的光学钟更高的精度。该研究主要作者、麻省理工学院电子研究实验室的博士后Edwin Pedrozo-Penafiel说。

如果最先进的原子钟能像麻省理工学院团队的装置那样用于测量纠缠原子，它们的计时将会改进，这样，在整个宇宙的年龄中，时钟的误差将不到100毫秒。

从人类开始追踪时间流逝起就一直使用周期性现象，例如太阳在天空中的运动。今天，原子的振动是科学家所能观察到的最稳定的周期性事件。此外，一个铯原子会以与另一个铯原子完全相同的频率振荡。

为了精确计时，理想情况下原子钟会追踪单个原子的振荡。但原子是如此之小，其行为取决于量子力学的神秘规则：在测量时，其行为就像抛硬币，只有在多次抛掷平均后才能给出正确的概率。这个极限就是物理学家所说的标准量子极限。当增加原子的数量时，所有原子给出的平均值都趋向于给出正确的值。该文章共同作者 Simone Colombo说。

这就是为什么今天的原子钟被用来测量由数千种相同类型的原子组成的气体，以得到它们的平均振荡的估计数。典型的原子钟是这样做的：首先使用一套激光系统将一团超高密度原子的气体困住在一个由激光形成的陷阱里。第二束非常稳定的激光，频率接近于原子的振动频率，用来探测原子的振动，从而记录时间。

然而，标准量子极限仍在发挥作用，这意味着，即使在成千上万个原子中，关于它们的确切的单个频率，仍然存在一些不确定性。这就是Vuletic和团队证明量子纠缠可能有帮助的地方。一般来说，量子纠缠描述的是一种非经典物理状态，在这种状态下，一组原子显示出相关的测量结果，尽管每个原子的行为就像随机抛硬币一样。

研究小组推断，如果原子被纠缠，它们各自的振荡将在一个共同频率附近收紧，与没有纠缠的情况相比，偏差更小。因此，原子钟测量的平均振荡，其精度将超过标准量子极限。

在新原子钟中，Vuletic和合作者让350个镱原子缠绕，这些镱原子以可见光的高频率振动，这意味着任何一个原子在一秒内振动的频率都比铯高10万倍。如果镱的振荡可以被精确地追踪，科学家就可以用原子区分更小的时间间隔。

该小组使用标准技术来冷却原子，并将它们困在由两个镜子组成的光学腔中。然后，他们通过光学腔发射一束激光，激光在反射镜之间来回碰撞，与原子发生了数千次的相互作用。

这就像是光充当了原子之间的通讯纽带。共同作者Chi Shu解释说。第一个看到这束光的原子会轻微地改变这束光，这束光也会改变第二个原子，第三个原子，经过许多个周期，原子集体地认识彼此，并开始有相似的行为。

通过这种方式，研究人员将原子进行量子缠绕，然后使用另一种类似于现有原子钟的激光来测量它们的平均频率。当研究小组在没有原子纠缠的情况下进行类似的实验时，他们发现有纠缠原子的原子钟达到预期精度的速度要快4倍。

你可以通过测量更长的时间来让时钟更精确。Vuletic说，问题是，你需要多长时间才能达到某个精度。许多现象需要用快速的时间尺度来衡量。他说，如果当今最先进的原子钟能够被用于测量量子纠缠的原子，它们不仅能准确计时，还能帮助破译宇宙中的信号，如暗物质和引力波，并开始回答一些古老的问题。

随着宇宙年龄的增长，光速会发生变化吗？电子的电荷会改变吗?Vuletic问道，这就是你可以用更精确的原子钟来探测的事物。（来源：中国科学报 冯丽妃）

相关论文链接：https://doi.org/10.1038/s41586-020-3006-1

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：Edwin Pedrozo-Penafiel 来源：《自然》

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转发