物理学家首次将μ子“驯服”为高度受控光束

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/30081.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！

物理学家首次将μ子“驯服”为高度受控光束
。一项新研究称，研究人员通过使用激光照射μ子流减速粒子并施加电场，首次将μ子加速成一个紧密控制的束流，实现接近光速4%的速度。相关研究成果近日公布于预印本平台arXiv。

μ子是一种与电子非常相似的基本粒子，但其质量是电子的200多倍。在过去十年里，人们越来越倾向于建造一台紧凑型μ子对撞机，以达到或超越大型质子和电子对撞机的能量水平，例如欧洲核子研究中心(CERN)27公里长的大型强子对撞机。

由于μ子是基本粒子，能将全部能量投入到每次碰撞中，因此一台10公里的μ子对撞机可以产生与90公里质子机能量相当的粒子。相比之下，质子碰撞发生在其内部夸克之间。

但是加速μ子极其困难，因为它的寿命很短，在衰变为一个电子和两种中微子之前仅存在约2微秒。此外，μ子还以不同速度和方向四处移动，难以形成一束狭窄、高强度的粒子束。

研究作者、日本国家高能物理研究所粒子物理学家Shusei Kamioka表示，尽管此前已有研究人员加速过μ子，但这些粒子束“高度发散”。因此，这些粒子束无法用于灵敏测量。

为解决这一问题，Kamioka及同事将一束带正电的μ子（即μ子的反物质对应物，称为反μ子）射入二氧化硅气凝胶，后者是一种海绵状材料，常用作热绝缘体。当反μ子撞击气凝胶中的电子时，会形成“μ子素”中性原子。研究人员通过激光照射这些原子，以剥离它们的电子，使其重新变回几乎静止的反μ子。

这一冷却过程使得粒子的速度和方向变得一致。紧接着，研究人员利用电场将减速的μ子加速到100千电子伏能量，从而实现接近光速4%的速度。

田纳西大学诺克斯维尔分校粒子物理学家Tova Holmes表示，这一壮举是建造μ子对撞机所需方法的“巨大进步”。该对撞机可用于进行敏锐灵敏测量，以揭示新物理现象，同时相较于其他粒子对撞机更小，建造成本可能更低。

尽管结果令人鼓舞，但μ子对撞机的实现之路仍然漫长。Holmes指出，该方法需要进一步扩大，以产生更加紧密和高强度的粒子束。

Kamioka表示，他和同事正在开发将μ子加速到光速94%所需的技术，并希望在2028年实现这一目标，“这是我们的下一个里程碑”。

除了构建未来对撞机，Kamioka指出，高能μ子束还可以用于一些可能超越粒子物理标准模型的实验，比如精确测量μ子的神秘磁力。已有研究显示，μ子的磁力比理论预测的更强。

相关论文信息：

https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.11367

作者：杜珊妮 来源：中国科学报

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转发