

科学家提出宇宙背景中微子探测的新方法

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38614.html>

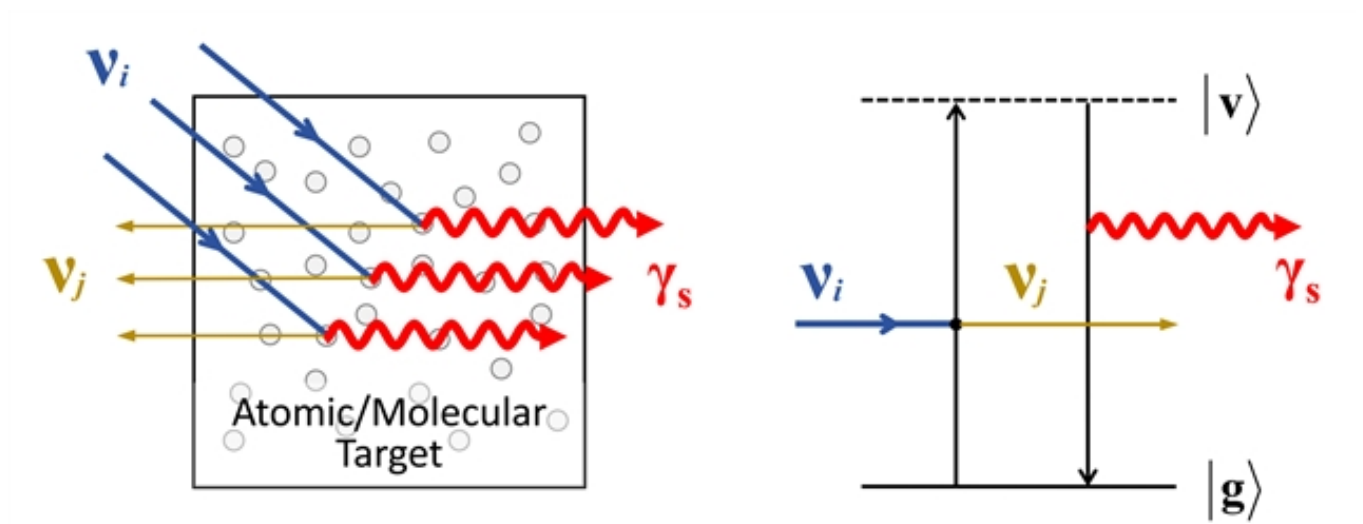
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家提出宇宙背景中微子探测的新方法。近日，中国科学院高能物理研究所周顺研究员与中国地质大学（武汉）黄国远教授合作，提出一种探测宇宙背景中微子（Cosmic Neutrino Background, CνB）的创新技术方案。该方案利用参量荧光效应捕捉宇宙大爆炸遗迹中微子的信号，相关成果于2月24日在线发表于《物理评论快报》[Phys. Rev. Lett. 136 (2026) 081003]。

标准大爆炸宇宙学预言，宇宙诞生约1秒后中微子退耦形成背景，因此它们携带着宇宙早期演化的关键信息。随着宇宙膨胀，今天背景中微子的温度仅为1.95开尔文（约271.2摄氏度），这也导致其与物质的相互作用极其微弱，至今尚未被直接观测到。长期以来，宇宙背景中微子的探测一直是粒子物理与天体物理领域的重大难题之一。该研究另辟蹊径：利用宇宙背景中微子与低温原子或分子系统的相干散射，诱导产生参量荧光效应（ $\nu_i + M \rightarrow \nu_j + \gamma_s + M$ ），通过探测辐射的红外光子 γ_s 间接捕获背景中微子信号。在此过程中，由于背景中微子动量极小，初态中微子 ν_i 与末态中微子 ν_j 之间的能量差主要由其质量差决定，而反应前后原子或分子系统的量子态 M 保持不变。

研究结果显示，当中微子传递的能量与分子能级差匹配时，将产生共振增强效应，信号事例率与系统相干时间的平方成正比。在保守参数条件下（相干时间10纳秒、靶体积5立方米），年事例率可达1次；若采用更优参数（相干时间10微秒、靶体积40立方厘米），年事例率有望提升至8次。此外，利用慢光效应和电磁诱导透明技术，可有效解决光子衰减与能量弥散问题，进一步提升探测可行性。

该方案不依赖于中微子的电磁性质，仅通过弱相互作用即可实现信号放大，为宇宙背景中微子探测开辟了全新途径。宇宙背景中微子的成功探测，不仅将验证大爆炸宇宙学并揭示宇宙早期演化规律，还将为测定中微子质量及探究其马约拉纳属性提供新窗口。（来源：中国科学院高能物理研究所）



图：宇宙背景中微子与原子或分子系统的相干散射诱导后者产生参量荧光效应，其中 $|v\rangle$ 和 $|g\rangle$ 分别表示分子激发和基态能级。

相关论文信息：<https://link.aps.org/doi/10.1103/f4zt-bbzb>

作者：周顺等 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