中科大制备高相空间密度的超冷三原子分子系综

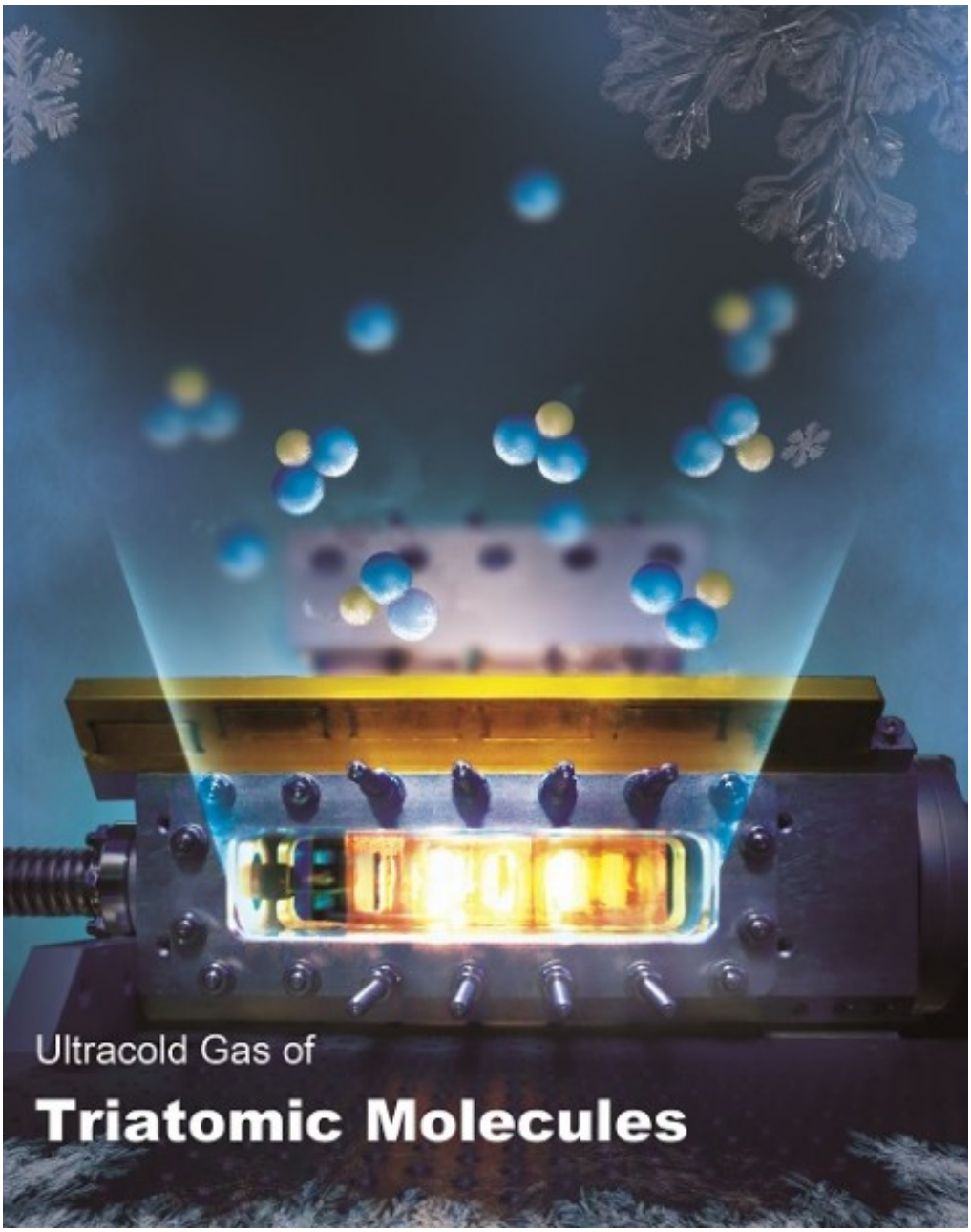
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21091.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！

中科大制备高相空间密度的超冷三原子分子系综
。中国科学技术大学(以下简称中国科大)潘建伟、赵博等，利用相干合成方法在国际上首次制备了高相空间密度的超冷三原子分子系综。在该研究中，他们在基态双原子分子和原子Feshbach共振附近利用磁缔合技术从简并的钠钾分子-钾原子混合气中制备了超冷三原子分子系综，向基于超冷分子的超冷量子化学和量子模拟研究迈出了重要一步。12月2日，这一研究成果发表在国际权威学术期刊《科学》杂志上。

审稿人一致认为这一工作是超冷分子研究领域的一个里程碑，为超冷化学和量子模拟的研究开辟了新的方向。



磁缔合制备超冷三原子分子系综的示意图 中国科大供图

利用高度可控的超冷分子来模拟复杂的难于计算的化学反应过程，可以对复杂系统进行精确的全方位的研究，因而在超冷化学和新型材料设计中具有广泛的应用前景。但由于分子内部的振转能级非常复杂，缺少激光冷却所需要的循环跃迁，导致通过直接冷却的方法来制备超冷分子非常困难。随着冷原子技术的发展，从超冷原子出发相干合成超冷分子为制备超冷分子系综提供了一条全新的途径。

1998年，麻省理工学院Wolfgang Ketterle研究组观测到原子中的Feshbach共振。2003年，科罗拉多大学的Deborah Jin研究组利用原子的Feshbach共振发展了磁缔合技术来制备钾双原子分子。从超冷原子中制备的双原子分子具有相空间密度高、温度低等优点，并且可以用激光将其相干地转移到振转基态。近年来多种碱金属原子的双原子分子先后在其他实验室中被制备出来，并被广泛地应用于超冷化学和量子模拟的研

究中。

随着双原子分子研究取得的巨大成功，人们开始研究如何制备超冷三原子分子。但由于三原子分子极为复杂，无法进行理论计算，是否能够利用相干合成的方法制备三原子分子系综一直是一个开放问题。中国科大研究团队在2019年观测到超低温下钠钾分子和钾原子间的Feshbach共振，为合成三原子分子奠定了基础。在此基础上，中国科大、中科院化学所联合研究组在2022年初采用射频合成技术，在钠钾基态分子和钾原子的Feshbach共振附近，实现了超冷三原子分子的射频合成。但由于三原子分子寿命短、合成效率低，只能通过双原子分子或原子的损失来获得合成三原子分子的间接证据，直接探测三原子分子并制备超冷三原子分子系综仍然是一个实验上的巨大挑战。

在该项研究中，团队从量子简并的钠钾分子和钾原子混合气出发，在钠钾分子和钾原子的Feshbach共振附近，通过缓慢地扫描磁场，将钠钾分子－钾原子散射态绝热地转移到三原子分子束缚态，从而首次成功利用磁缔合技术相干地制备了高相空间密度的超冷三原子分子系综。研究团队利用射频解离技术将三原子分子解离成自由的钠钾分子和原子，获得了三原子分子的解离谱，从而实现了三原子分子的直接探测。

实验结果显示，所获得的三原子分子气的相空间密度比其他方法提高了约10个量级。超冷三原子分子系综的制备为模拟量子力学下三体问题铺平了道路，所获得的高相空间密度也使得制备三原子分子的玻色－爱因斯坦凝聚成为可能。(来源：中国科学报 王敏)

相关论文信息：https://doi.org/10.1126/science.ade6307

作者：潘建伟等 来源：《科学》

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