



## Weekly Seminar

# 过冷水结冰成核研究进展

周 昕

中国科学院大学物理科学学院



**Time: 3:00pm, Dec. 29, 2021 (Wednesday)**

**时间: 2021年12月29日 (周三) 下午3:00**

**Venue: Room W563, Physics building, Peking University**

**地点: 北京大学物理楼, 西563会议室**

### 摘要

过冷水（低于 $0^{\circ}\text{C}$ ）发生结冰这一常见现象仍有很多未解之谜。水结冰通常被认为分成成核和生长两个过程：随机涨落形成小冰核，随机涨落小冰核偶然达到临界尺寸，形成临界冰核；然后临界冰核自发快速生长致全部水结冰。临界冰核形成是水结冰的关键，但因其尺寸小（纳米）、寿命短（纳秒）而缺乏直接试验观测。水结冰成核通常需要基底或杂质表面辅助，使得水能在较低过冷度（较接近 $0^{\circ}\text{C}$ ）即可结冰，但这些表面的特征与其促进水结冰成核能力间关系目前仍不很清楚，缺乏预期表面结冰能力的理论。纯水结冰关系到过冷水本身的特征，一般认为在 $-40^{\circ}\text{C}$ 附近发生，更低温度下液态水因为很快自发结冰而难以被探测，被称为水研究的“无人区”。近一二十年来一些工作暗示发生在 $-40^{\circ}\text{C}$ 附近的水自发结冰可能仍是由水中残存的杂质或水滴表面诱导导致，但实验数据精度不足，至今无明确结论。这里简要介绍我们课题组和合作者最近在水结冰成核方面的工作：试验探测临界冰核；理论与模拟研究表面分子相互作用与促进结冰成核能力关系；系统实验及发展高精度数据处理方法澄清纯水结冰机制；以及基于冰重结晶动力学的精确控制纳米自组装等应用。

参考文献：

G Bai, X Zhou\*, J Wang\*, et al., Probing critical nucleus size of ice formation with oxide graphene nanosheets, *Nature*, 576, 437-441 (2019).

H Xue, J Wang\*, X Zhou\*, et al., Spontaneous Freezing of Water Between 233 K and 235 K Is Not Due To Homogeneous Nucleation, *J Amer. Chem. Soc.*, 143, 13548-13556 (2021).

Q Fan, X Zhou\*, J Wang\*, et al., Precise control over kinetics of molecular assembly for producing particles with tunable sizes and crystalline forms, *Angew. Chem. Int. Ed.* 59, 15141-15146 (2020)

### 报告人简介

周昕，中国科学院大学物理科学学院教授。2001年，中国科学院理论物理研究所博士；2002-2011年先后在日本东京工业大学（JSPS Fellow）、德国马普高分子研究所（Humboldt Fellow）、美国洛斯阿拉莫斯国家实验室（研究助理），以及韩国亚太理论物理中心（研究组负责人）工作。2011年起加入中国科学院大学，入选中科院“百人计划”。主要从事水的性质与相变，低维、纳米系统的平衡和非平衡统计物理，软物质与生物高分子等的多尺度建模和模拟等方面的研究。在*Nature*, *JACS*, *Angew Chem*, *Adv. Mat.* 等发表80多篇研究论文。