



实验室新闻

实验室动态

公告通知



实验室动态

首页 > 实验室新闻 > 实验室动态

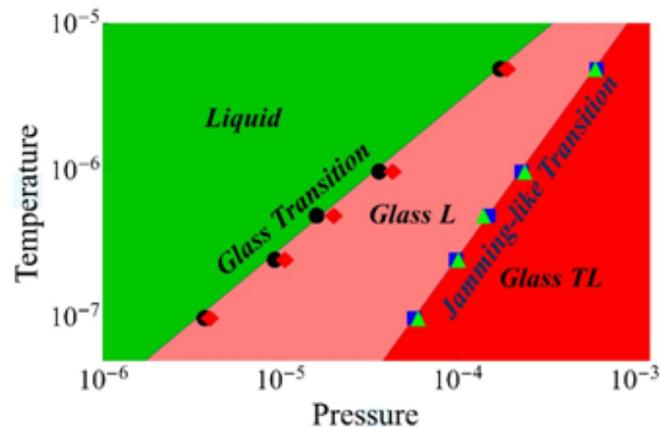
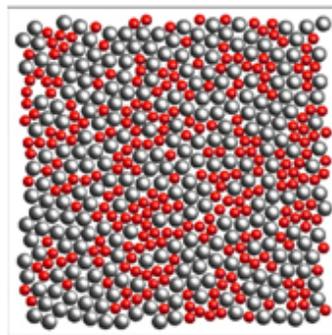
软凝聚态物理研究取得重要进展：揭示硬球胶体玻璃的本质

发布日期：2015-01-16

液体在快速降温避免结晶的情况下会形成典型的非晶固体-玻璃，玻璃化转变的机理和玻璃的本质是困扰凝聚态物理学界多年的难题。胶体体系在密度快速增大时也可以形成胶体玻璃，相比于原子分子体系，胶体体系由于空间和时间尺度的观测优势，成为目前实验研究玻璃化转变机理的理想模型体系，而硬球胶体由于作用势简单成为研究胶体玻璃化转变的典型体系。

硬球胶体玻璃中的颗粒长时间在平衡位置附近振动而无法逃逸。然而，如果降至零温，使得颗粒的运动速度为零，该体系将由于颗粒不相接触而丧失刚性，这也就转化为硬球体系静态堆积的问题。静态堆积的硬球只有当堆积密度达到无规密堆积密度、发生Jamming转变的时候才会形成有刚性的非晶固体。近期的研究表明Jamming转变密度高于硬球胶体的玻璃化转变密度，因此，处于这两个密度之间的硬球胶体玻璃表现出奇异性：零温的时候体系没

有刚性，而一旦有热运动的介入，体系马上形成有刚性的固体。是什么原因导致了硬球胶体玻璃的特殊性？硬球胶体玻璃是否会挑战我们对固体的认知？



硬球胶体玻璃瞬时位形图 (左) 和相图 (右)。

中科院强耦合量子材料物理重点实验室、中科院软物质化学重点实验室、合肥微尺度物质科学国家实验室和物理系的徐宁教授课题组延续之前对胶体玻璃化转变和Jamming转变关联性的系列研究[Nature 459, 230 (2009); Soft Matter 9, 2475 (2013)], 揭示了硬球胶体玻璃的本质: 与以往我们对固体的认识不同, 硬球胶体玻璃是不能承载可严格定义的横向成分声子的固体。该研究成果发表于1月23日的《物理评论快报》[Phys. Rev. Lett. 114, 035502 (2015)]。

该课题组的博士生王锡朋等人通过计算具有纯排斥相互作用的软球胶体玻璃的动力学结构因子, 获得了声音传播的色散关系和衰减因子, 进而获得了声子的波长和平均自由程信息。由于结构无序, 声子受到强烈散射, 当声子的波长与其平均自由程相当的时候, 即达到Ioffe-Regel极限的时候, 声子的定义将出现问题。高于Ioffe-Regel极限频率的本征振动模式由于波长大于平均自由程而缺乏粒子性将不能被严格定义为声子。该课题组前期的工作表明, 软球胶体体系在温度恒定的条件下, 随着密度的增大先后经历玻璃化转变和类Jamming转变; 在零温极限下即演化成上述的硬球胶体的玻璃化转变和Jamming转变。在这项工作中, 他们发现当密度高于类Jamming转变密度时, 软球胶体玻璃的横向和纵向Ioffe-Regel极限频率都大于零, 因此该密度范围内的胶体玻璃(被称为Glass TL)同时具备可严格定义的横向和纵向成分的声子, 属于我们预期的正常的固体。然而, 横向和纵向Ioffe-Regel极限频率分别在类Jamming转变和玻璃化转变处降为零, 因此, 处于两个转变之间的软球胶体玻璃(被称为Glass L)只能承载有效的纵向成分的声子, 在零温极限下该区域恰好对应的是硬球玻璃存在的区域。

由于本征振动模式是决定固体系列特性的基础, 横向成分的振动不能被严格定义为声子应该是决定以上所述硬球胶体玻璃奇异性的根源。该课题组继而计算了硬球胶体玻璃的弹性模量, 发现剪切模量和体积模量之比随着密度的

的增大而减小, 在Jamming转变处降为零。这种密度依赖性与Jamming转变之上的软球胶体玻璃截然相反, 而这应该是硬球胶体玻璃特殊本质的体现。

固体中横向成分的振动都不能被严格定义为声子是个令人惊奇的发现，但同时也暗示了用硬球胶体体系来理解原子分子体系的玻璃化转变可能存在着问题。审稿人评价说：“这是一个新的、非常重要的结果。它将导致我们对Jamming和玻璃化转变更加深刻的认识，因此是该领域的一项重要进展”、“该工作新奇、有趣而且激励了在这个方向的进一步研究”。

这项工作得到了基金委、科技部和中科院的支持。

文章链接：<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.114.035502>

下一篇：电子相分离基态及其调控在原子链体系取得概念上的新突破

上一篇：我室通过碳原子的协同“四重奏”在石墨烯分子条带中实现自旋量子通道转换

Copyright(c)2014 Department of Physics, University of Science and Technology of China All rights reserved.

版权所有：中科院强耦合量子材料物理重点实验室 技术支持：安徽朝华科技

地址：安徽省合肥市金寨路96号-中国科学技术大学物理系

站长统计 | 昨日IP[22] | 昨日PV[32]