

CSTAM2012-D01-0041

二维椭球溶液的动力学运动和玻璃态转变

郑中玉^{*,1)}, 王育人^{*}, 韩一龙⁺

* (中国科学院力学研究所国家微重力实验室, 北京 100190)

+ (香港科技大学, 香港)

摘要: 粒子在界面上的扩散对涂层、催化、皮克林乳剂和膜蛋白运动等工业及生物过程非常重要。分子液体随浓度等改变具有丰富的动力学和相行为。我们研究了二维胶体椭球溶液的自扩散随浓度的变化及其过冷液体的玻璃态转变, 发现具有一定长径比的椭球的转动和平动的去耦合关系。粒子扩散可分为三个阶段: 水动力相互作用为主的短时间扩散, 由于周围粒子束缚造成的非扩散阶段, 粒子直接碰撞为主的长时间扩散阶段。通过录像跟踪每个椭球的运动轨迹, 得到长时间和短时间平动和转动扩散系数随浓度的衰减规律。发现椭球自扩散的各项异性随浓度非单调变化(图1), 并在亚浓溶液时达到最小值。这是由于在较低浓度的均匀溶液中, 椭球质心及取向的随机分布使沿长轴运动受到更大束缚; 而在高浓度溶液中, 局域液晶结构更利于椭球沿长轴运动(图2)。由此带来附加的运动各向异性实际对应于过冷液体结构弛豫的时空间不均匀性, 而浓度增加造成的取向不均匀分布对椭球长时间转动和平动耦合具有抑制作用, 最终导致转动和平动结构弛豫空间和时间的去耦合现象, 发生转动-平动的两步玻璃态转变(图3)。

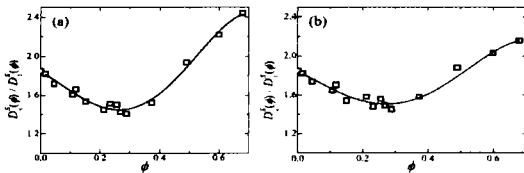


图1 椭球(a)短时间和(b)长时间扩散各向异性随浓度非单调变化



图2 低(高)浓度溶液椭球逃出束缚的不同方式



图3 二维椭球过冷液体结构弛豫空间不均匀性

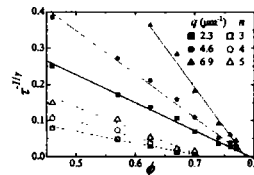


图4 椭球转动、平动结构弛豫时间去耦合

1) Email: zzy@imech.ac.cn