



表面结构和离子- π 作用导致的意外疏水和亲水特性 带有极性基团的表面也有疏水特性；碳基表面在离子辅助下的亲水特性

方海平

中科院上海应用物理研究所水科学与技术研究室

Time: 4:00pm, Nov. 27, 2013 (Wednesday)

时间: 2013年11月27日 (周三) 下午4:00

Venue: Room 607, Conference Room A, Science Building 5

地点: 理科五号楼607会议室

Abstract

亲水和疏水性质是表面的一个重要特性，涉及物理、化学和生命的许多重要过程，例如表面阻尼、催化反应、蛋白质折叠及分子自组装行为等。一般认为，表面亲疏水性质已经理解清楚了。但事实上，对这一性质的微观理解仍然远远不够。通过分子尺度上的一些思考，我们发现一些表面会表现出与常规想法不同的亲疏水特性。具体包括： $\langle 1 \rangle$ 强亲水表面表现出“表观”疏水现象。通过理论模型，预言在一些特殊表面上，会出现水滴附着在一层水分子膜上的现象，即表面上的第一层水表现出不完全亲水特性。这是由于第一层水的氢键出现饱和，从而失去与其他水分子成氢键的机会，导致这层水分子在常温下不亲水[1]。预言工作得到德国、澳大利亚学者的实验验证[2]，美国学者更在Talc（滑石）表面，羟基化 Al_2O_3 ，羟基化 SiO_2 表面和金属铂的100面看到我们预言水滴在水层上的现象[3]，说明这个现象可能在自然界普遍存在。 $\langle 2 \rangle$ 带有极性基团一直被认为是亲水的，我们从理论上说明它也可能疏水。这是由于当这些极性基团的偶极长度小于一个临界长度值，由于水分子本身有一定大小，不能很好地与表面极性基团相匹配（拥挤效应），导致水分子无法“感受”到这些极性基团的存在，从而使带有极性基团的表面也有疏水特性[4]，并且这个工作得到了美国实验组的证实[5]。 $\langle 3 \rangle$ 碳基材料广泛存在于各种材料和环境之中，而且其大部分都富含 π 电子，如石墨、石墨烯、碳纳米管等。碳基界面一般认为是疏水的，我们考虑了碳基表面上常有的苯环与离子的相互作用，通过发展相应软件，得到了离子诱导的疏水到亲水的转变[6]。

About the Speaker

方海平，1985、1988山东大学物理系学士、硕士。1994中国科学院理论物理研究所博士。1994-2002复旦大学物理系博士后、讲师、副教授，其中1997—1998香港科技大学访问学者，2000-2001美国John Hopkins大学访问副教授。2002年至今，任中国科学院上海应用物理研究所研究员，中国科学院研究生院教授，博士生导师，复旦大学兼职教授。目前为水科学与技术研究室主任，上海市非线性科学协会常务理事。

长期从事从宏观到微纳米尺度的理论物理和其他领域的交叉学科研究；近年来侧重界面水、纳米生物学和理论物理学的交叉研究，特别是纳米尺度空间中水的特性、其生物效应和其启发的物理机理研究。在国内外学术期刊发表论文100多篇，并多次在国内外国际会议上作大会、主题和邀请报告。研究工作已发表在Nature Nanotechnology、Proc. Natl. Acad. Sci. USA、Phys. Rev. Lett.、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem. Int. Ed.、Energy Environ. Sci.等国际权威杂志上。《自然·纳米技术》的“新闻和评论”栏目刊发标题为“A blueprint for a nanoscale pump（一个纳米泵的蓝图）”的文章做专题报道。英国的《新科学家》（New Scientist）、《化学世界》（Chemical World）、《自然·中国》等国际著名期刊和网站从分子机器、分子棘轮、淡水处理、化学分离和药物传送等方面报道和介绍了这些工作。应邀在J. Phys. D: Applied Physics, Nanoscale、Current Physical Chemistry、物理、科学等国际学术期刊写Review和Feature文章来系统阐述纳米水通道的物理、生物特性和应用前景。最近，通过对纳米尺度下热扰动不再是白噪声的考虑，提出不对称的纳米颗粒/分子在有限时间下的不对称扩散，和热扰动可以驱动不对称纳米颗粒/分子及其物理机理。获中国科学院“百人计划”、国家杰出青年基金，上海市学科带头人。