

肥皂水超疏水特性研究*

冯舰锐 张梓钦 吴秀文 董爱国 郝会颖

[中国地质大学(北京)数理学院 北京 100083]

(收稿日期:2017-07-31)

摘要:对肥皂水在振动状态下超疏水性能进行了实验研究. 主要研究了振动频率和肥皂水浓度对肥皂水超疏水性能的影响.

研究表明肥皂水在振动条件下,具有超疏水特性. 当肥皂水浓度介于 $0.025 \sim 0.25 \text{ mol/L}$ 时,形成稳定水珠所需的最小振动频率约在 $30.7 \sim 31.6 \text{ Hz}$ 范围内变化;当振动频率为 85 Hz 时,在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间达到 84 s . 对肥皂水振动状态下超疏水特性的实验研究工作在国内外鲜见研究报道.

关键词:超疏水 振动 肥皂水

1 引言

超疏水材料的基础原理莲花效应是 20 世纪 70 年代由波恩大学的植物学家巴特洛特在研究植物叶子表面时发现的,即莲花表面因具有粗糙的微纳米结构而产生的超疏水性,滴落在莲叶表面的水滴与莲叶形成的接触角大于 150° ,于是液滴会因为表面张力的作用形成类似于球体的水珠. 自超疏水材料的诞生以来,人们已经将其应用到电子产业,医疗卫生,建筑业等各种领域. 近年来,超疏水材料在防污、防腐和防冻等方面的应用使该类材料的研究成为国内外研究的热点问题之一^[1].

常见的超疏水材料通常都是固体材料^[1,2],但是在特殊条件下,某些液体也可以具有超疏水特点. 例如,粘稠的液体在竖直振动时,其表面表现出超疏水特点,使其同成分液滴能够在液体表面停留很长时间^[3]. 目前,基于该方面的超疏水机理的研究已有几十年,但基于液体表面在振动条件下的超疏水性能的实验研究并不多^[4].

本研究以肥皂水为例,以扬声器为振源,从实验角度对肥皂水表面在振动状态下的超疏水性能进行了较为详细的研究,并对实验现象进行了分析.

2 实验部分

本实验装置包括 SG1646A 信号发生器,扬声器(振源),培养皿,肥皂水.

具体实验过程为:配置不同浓度的肥皂水,并取 20 ml 移入培养皿中. 调节信号发生器,记录所示频率,测量并记录肥皂水的表面张力. 而后,用针管汲取同浓度肥皂水并滴入至培养皿中的肥皂水表面,观察并记录液滴在液面上所形成的稳定水珠最大停留时间. 本研究对处于振动状态的肥皂水超疏水性质是通过其上所形成的稳定水珠最大停留时间来评价.

表面张力系数的测量采用扭秤测量法^[5],如图 1 所示.

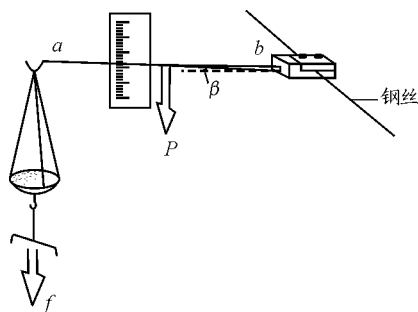


图 1 扭秤

* 系中国地质大学(北京)教学研究与教学改革项目,编号:JGYB201528;中国地质大学(北京)2017年大学生创新创业训练计划项目,编号:2017B71;北京高等学校教育教学改革立项项目,编号:2014-ms132

通讯作者:吴秀文(1964-),女,博士,教授,主要从事物理学与材料学的教学与研究工作,研究方向为材料物理与化学.

用游标卡尺测量 Π 型丝的长度 L , 升高托盘, 将 Π 型丝浸入水中, 转动旋钮将水膜拉起, 在水膜即将被拉断的瞬间记下 h 和 β , 重复该过程 8 ~ 10 次, 取平均值. 通过对数据的拟合, 得到表面张力与 β 的关系

$$F(\beta) = 0.617\beta - 27.76 \quad (1)$$

3 结果与讨论

3.1 肥皂水浓度对其临界超疏水振动频率的影响

图 2 给出在肥皂水表面能够形成稳定水珠所需的最小振动频率与肥皂水浓度关系曲线. 由图 2 (a) 可见, 当肥皂水浓度由 0.025 mol/L 增加到 0.25 mol/L 时, 形成稳定水珠所需的最小振动频率约在 30.7 ~ 31.6 Hz 范围内变化, 但未发现明显的变化规律; 而当肥皂水浓度由 0.0 增加到 0.025 mol/L 时, 形成稳定水珠所需的最小振动频率由 38.0 Hz 下降至 30.8 Hz, 并且在低浓度 (0.0 ~ 0.005 mol/L) 情况下随肥皂水浓度增加, 在其表面形成稳定水珠所需最小振动频率急剧下降, 而当肥皂水浓度高于 0.005 mol/L 后, 在其表面形成稳定水珠所需最小振动频率变化趋于平缓.

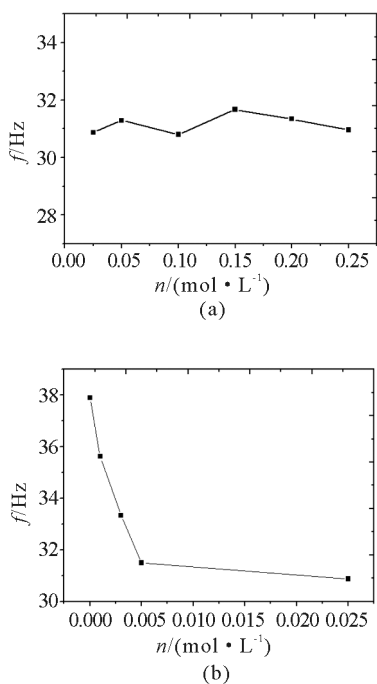


图 2 产生稳定水珠的最小振动频率与肥皂水浓度关系曲线

3.2 振动频率对肥皂水表面超疏水规律的影响

图 3 是在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间对振动频率关系曲线. 该过程肥皂水浓度为 0.03

mol/L. 在振动频率 $f \leq 60$ Hz 时, 在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间很短, 且随着振动频率的增大没有明显变化; 但当振动频率由 60 Hz 增加至 85 Hz 时, 在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间由 5 s 激增至 84 s.

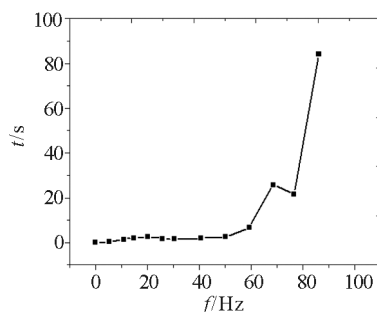


图 3 稳定水珠最大停留时间对振动频率关系曲线

为了进一步研究产生该现象的原因, 测量了肥皂水表面张力系数随振动频率的变化规律 (图 4). 当振动频率从零增加到 50 Hz 时, 表面张力系数从 147.6 N/m 增加到 227.2 N/m. 这表明随着振动频率增加, 水珠在液面上最大停留时间变长是因为振动频率增加使得液面张力增大所致. 对肥皂水表面张力系数随振动频率变化的实验数据进行二次方拟合得到如下关系方程

$$\alpha = 152.95 + 0.036f^2 \quad (2)$$

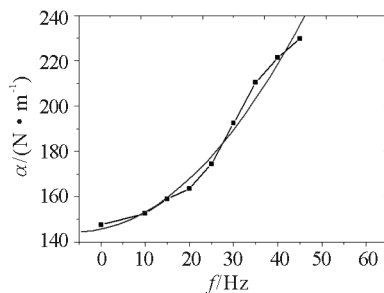


图 4 肥皂水表面张力系数随振动频率的变化曲线

4 结论

肥皂水在振动条件下, 具有超疏水特性. 当肥皂水浓度由 0.025 mol/L 增加到 0.25 mol/L 时, 形成稳定水珠所需的最小振动频率约在 30.7 Hz ~ 31.6 Hz 范围内变化, 但未发现明显的变化规律. 在振动频率 $f \leq 60$ Hz 时, 在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间很短, 且随着振动频率的增大没有明显变化; 但当振动频率由 60 Hz 增加至 85 Hz 时, 在肥皂水表面稳定水珠最大停留时间由 5 s 激增至 84 s.

慕课背景下大学物理实验教学的 现实反思与改革策略

崔 磊 王 帆

(宿迁学院信息工程学院 江苏 宿迁 223800)

(收稿日期:2017-07-24)

摘 要:传统的大学物理实验教学存在课时和设备有限、难以满足专业针对性和研究性需求等问题,教学方式亟待改革.慕课成为大学物理教育新的改革方向.但是慕课教学仍不能代替现场教学,通过合理整合慕课资源,通过O2O慕课教学模式,满足学生多元化需求,才能实现教学改革的预期效果.

关键词:大学物理实验 慕课 教学改革

大学物理实验是理工科学生学习的第一门实验课程,它作为高等学校基础实践学科,有丰富的实验思想、方法和手段,在培养学生的动手能力、观察能力、思考能力和科学创新能力方面,是其他课程不具备的.但当前高校在物理实验教学中常存在资源配比不足、教学方式陈旧、被动学习等问题,随着新媒体和网络开放式教学的兴起,慕课成为高校教育

改革的新方向.在大学物理实验教学中适当融入慕课,通过开放式的主动学习模式,实现大学物理实验课程资源的优化利用,是物理实验教学改革的方向之一.

1 大学物理实验教学的现实反思

1.1 课时压缩与实验设备有限

参 考 文 献

- 1 Zhang M, Feng S, Wang L, et al. Lotus effect in wetting and self cleaning. *Biotribology*, 2016(5):31 ~ 43
- 2 范细秋,赵晓栋,张鸿海.具有“荷叶效应”的硅基仿生表面的制备及微摩擦性能. *纳米技术与精密工程*, 2010, 8(4):300 ~ 306
- 3 Couder Y, Fort E, Gautier C-H, et al. From bouncing to

- floating; noncoalescence of drops on a fluid bath. *Physical Review Letters*, 2005, 94(17):0031 ~ 9007
- 4 Gilet T, Bush J W M. The fluid trampoline: droplets bouncing on a soap film. *Journal of Fluid Mechanics*, 2009, 625:167 ~ 203
- 5 周惟公,等. *大学物理实验(第二版)*. 北京:高等教育出版社, 2014

Study on Characteristics of the Super Hydrophobicity of Soapy Water

Feng Jianrui Zhan Ziqin Wu Xiuwen Dong Aiguo Hai Huiying

(School of Sciences, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: The superhydrophobicity of the soap water under vibration condition was studied. The influences of the vibrating frequency and the soap water concentration to the soap water superhydrophobicity was considered. The results showed that the soap water has the superhydrophobicity under vibration. The lowest frequencies to form a stable water drop are 30.7 ~ 31.6 Hz when the soap water concentrations are in the area of 0.025 ~ 0.25 mol/L. The time of the water drop on the soap water surface was 84 s when the vibration frequency was 85 Hz. The experimental study on a soap water superhydrophobicity was less reported worldwide.

Key words: superhydrophobicity; vibration; soap water