

课程编号 1800450001

得分	教师签名	批改日期

深 圳 大 学 实 验 报 告

课程名称: 大学物理实验(二)

实验名称: 表面张力系数的测定

学 院: 计算机与软件学院

指导教师: 高阳

报告人: 吴艇 组号: 19

学号 2020281061 实验地点 208

实验时间: 2021 年 11 月 17 日

提交时间: _____

一、实验目的

液体表面张力系数是表征液体性质的一个重要参数，该参数在工业、医学和科学研究中有着重要应用。本实验目的是学习液体表面张力系数的测定方法并测定张力系数，学习和掌握硅单晶电阻应变传感器的原理和方法。

二、实验原理

（一）表面张力的基本概念

液体表面上任何一条分界线两侧间的液体存在的使液面绷紧的相互吸引力，叫做表面张力。表面张力的产生原因是由于界面的原子或分子之间的距离比内部的原子或分子之间的距离大，原子或分子的密度比较小，相对于物态内部而言其原子或分子的能量比较高，而这个能量的增高就是产生表面张力的原因。表面张力促使液体缩小其表面面积，来减少未满足的化学价。由于球面是同样体积下面积最小的，因此在没有外力的情况下（比如在失重状态下），液体在平衡状态下总是呈球状。

表面张力 f 的方向沿液体表面，且恒与分界线垂直，大小与分界线的长度 L 成正比，即

$$f = \alpha L \quad (3-6-1)$$

式中 α 称为液体表面张力系数，单位为 $N \cdot M^{-1}$ ，在数值上等于单位长度上的表面张力。热力学对表面张力系数的定义为：表面张力系数 α 是在温度 T 和压力 P 不变的情况下吉布斯自由能 G 对面积 S 的偏导数，即 $\alpha = (\partial G / \partial S)_{TP}$ 。

实验证明，表面张力系数的大小与液体的温度、纯度、种类和它上方的气体成分有关。

（二）吊环拉脱法测表面张力系数

表面张力的测量方法有很多种，如毛细法、滴重法、表面波法等，本实验采用的则是吊环拉脱法。

如图 3-6-1 所示，一个内、外半径分别为 D_1 、 D_2 的金属环悬挂在硅压阻力敏传感器上，然后把它浸入液体中。当缓慢地向上提金属环时，金属环就会拉起一个与液体相连的水柱。由于表面张力的作用，力传感器的拉力逐渐达到最大值 F （超过此值，水即破裂），则 F 应当是金属环重力与水柱拉引金属环的表面张力之和，即

$$F = G + f \quad (3-6-2)$$

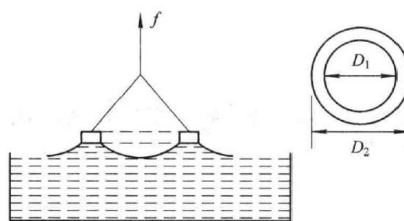


图 3-6-1 吊环拉脱法测量原理

由于液面的直径与金属环的内外径相同，则有

$$f = \alpha \pi (D_1 + D_2) \quad (3-6-3)$$

则表面张力系数为

$$\alpha = \frac{f}{\pi (D_1 + D_2)} \quad (3-6-4)$$

本实验用的测力计是硅压阻力敏传感器，该传感器以数字式电压表输出显示。若力敏传感器所受拉力为 F ，数字式电压表的示数为 U ，则有

$$F = \frac{U}{B} \quad (3-6-5)$$

式中 B 表示力敏传感器的灵敏度，单位为 $V \cdot N^{-1}$ 。

设吊环拉断液柱的前一瞬间环受到的拉力 $F_1 = G + f$ ，数字电压表的读数值为 U_1 ，拉断时瞬间吊环受力 $F_2 = G$ ，数字电压表的读数值为 U_2 ，则有

$$f = F_1 - F_2 = \frac{U_1 - U_2}{B} \quad (3-6-6)$$

故表面张力系数为

$$\alpha = \frac{f}{\pi(D_1 + D_2)} = \frac{U_1 - U_2}{B\pi(D_1 + D_2)} \quad (3-6-7)$$

三、实验仪器：

本实验采用的 FD-NST-I 型液体表面张力系数测定仪如图 3-6-2 所示。

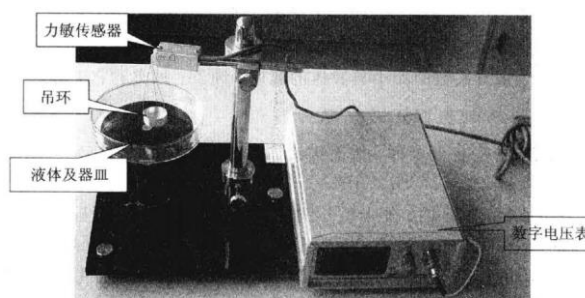


图 3-6-2 FD-NST-I 型液体表面张力系数测定仪

(一) 该仪器主要技术参数

(1) 硅单晶电阻应变传感器。

受力量程：0~0.098g；灵敏度：约 $3V \cdot N^{-1}$ ；供电电压：直流5~12V。

(2) 显示仪器。

读数显示：200mV三位半数字电压表；

调零：手动多圈电位器；

连接：5 芯航空插头。

(3) 吊环。

铝合金吊环，外径 $\varphi = 3.496cm$ ，内径 $\varphi = 3.310cm$ ，高0.85cm。

(4) 玻璃器皿（直径 $\varphi = 12cm$ ）。

(5) 砝码盘及 0.5 g 砝码 7 只。

(二) 仪器使用注意事项

(1) 吊环应严格处理干净，可用 NaOH 溶液洗净油污或杂质后，用清洁水冲洗干净。

(2) 必须使吊环保持竖直，以免测量结果引入较大误差。

(3) 实验之前，仪器须开机预热 15 分钟。

(4) 在旋转升降台时，尽量不要使液体产生波动。

(5) 实验室不宜风力较大，以免吊环摆动使零点波动，所测系数不准确。

(6) 若液体为纯净水, 在使用过程中应防止灰尘和油污以及其他杂质污染, 特别注意手指不要接触被测液体。

(7) 调节升降台拉起水柱时动作必须轻缓, 应注意液膜必须充分地被拉伸开, 不能使其过早地破裂。实验过程中不要使平台摇动而导致测量失败或测量不准。

(8) 使用力敏传感器时用力不大于 $0.098N$, 过大的拉力会使传感器损坏。

(9) 实验结束后须将吊环用清洁纸擦干并包好, 放入干燥缸内。

四、实验内容:

(一) 测定力敏传感器的灵敏度 (必做)

实验要求:

(1) 电压表使用前要清零。

(2) 将 7 个质量均为 $0.5g$ 的片码依次放入吊盘中, 分别记下电压表的读数 $U_0 \sim U_7$; 再依次从吊盘中取走片码, 根据数据计算出力敏传感器的灵敏度 B 。

(3) 实验表格自拟。

(二) 测定水的表面张力系数 (必做)

实验要求:

(1) 逆时针旋转升降台大螺帽, 使玻璃器皿中液面上升, 当环下沿部分均浸入液体中时, 改为顺时针转动该螺帽, 这时液面往下降 (或者说吊环相对往上升)。观察环浸入液体中及从液体中拉起时的物理现象。记录吊环拉断液柱的前一瞬间数字电压表的读数值 U_1 以及拉断时瞬间数字电压表的读数值 U_2 。

(2) 数据表格自拟。

(3) 测量次数不少于 5 次。

(4) 实验表格自拟。

(三) 测量液体浓度和液体表面张力系数的关系 (选做)

实验要求:

(1) 测量方案自拟, 数据表格自拟。

(2) 相同浓度时的测量次数不少于 5 次。

(四) 测量液体温度和液体表面张力系数的关系 (选做)

实验要求:

(1) 测量方案自拟, 数据表格自拟。

(2) 相同浓度的测量次数不少于 5 次。

五、数据记录：

组号： 19 ； 姓名 吴艇

1. 测量硅压阻力敏传感器的灵敏度

砝码质量	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
电压读数								

2. 测定水的表面张力系数

U_1								
U_2								