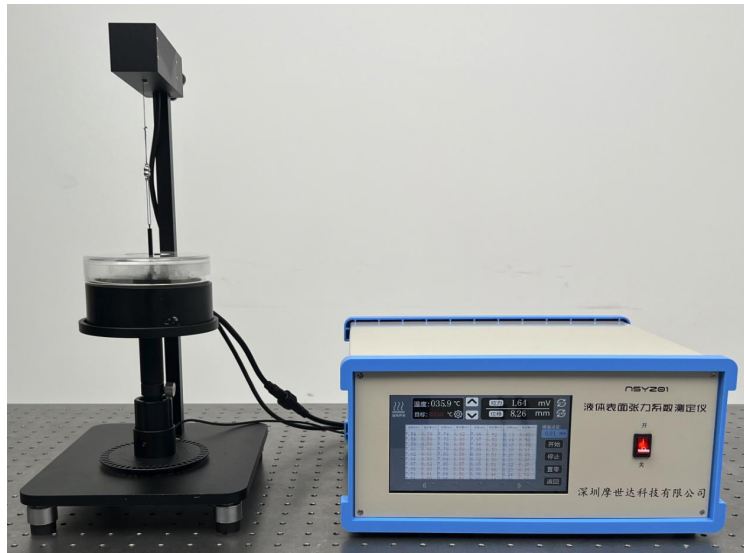


NSYZ01

液体表面张力系数测定仪



【产品概述】

本仪器测量液体的表面张力系数误差小，重复性好；有利于学生学习和掌握电子秤压力传感器的原理和方法。本仪器是各类高校、中等专科学校物理实验和物理化学实验的理想优质仪器。

【实验目的】

- 1、用砝码对压力传感器进行定标，计算该传感器的灵敏度,学习传感器的定标方法。
- 2、观察拉脱法测液体表面张力的物理过程和物理现象，并用物理学基本概念和定律进行分析和研究，加深对物理规律的认识。
- 3、测量纯水和其它液体的表面张力系数。
- 4、测量不同温度下纯水的表面张力系数。
- 5、测量液体的浓度与表面张力系数的关系（如酒精不同浓度时的表面张力系数）。

【实验原理】

测量一个已知周长的金属片从待测液体表面脱离时需要的力，求得该液体表面张力系数的实验方法称为拉脱法。若金属片为环状吊片时，考虑一级近似，可以认为脱离力为表面张力系数乘上脱离表面的周长，即

$$F = \alpha \cdot \pi(D_1 + D_2) \quad (1)$$

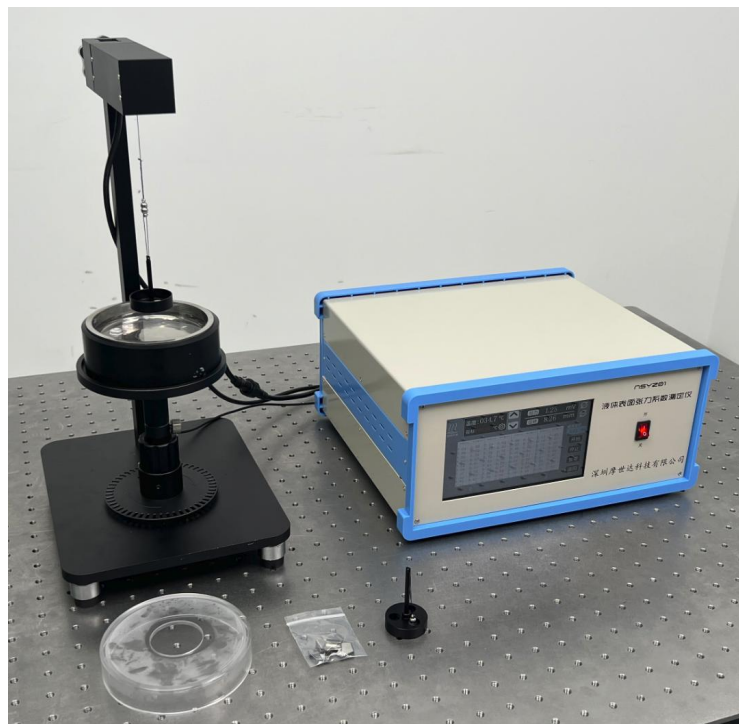
式中，F 为脱离力， D_1 、 D_2 分别为圆环的外径和内径， α 为液体的表面张力系数。

压力传感器为四个力敏电阻组成的电桥，当外界压力作用于金属梁时，在压力作用下，电桥失去平衡，此时将有电压信号输出，输出电压大小与所加外力成正比，即

$$\Delta U = kF \quad (2)$$

式中，F 为外力的大小，k 为压力传感器的灵敏度， ΔU 为传感器在外力 F 作用下输出电压的变化值。

【实验仪器】



【实验步骤】

一、必做部分

1、压力传感器的定标

每个压力传感器的灵敏度都有所不同，在实验前，应先将其定标，定标步骤如下：

- (1) 打开仪器的电源开关，将仪器预热；进入“传感器灵敏度测量实验界面”。
- (2) 在传感器梁端头小钩中，挂上砝码盘，将拉力值置零。
- (3) 通过水平泡将测试架调节水平。
- (4) 在砝码盘上加载如0g、0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g、3.0g等质量的砝码，录入对应砝码重力 F 作用下的电压值 U 。（注意待电压值显示稳定（砝码盘静止）后再录入数据）
- (5) 按下“灵敏度”按钮，得到压力传感器灵敏度 k （ k 为线性拟合直线斜率）。

2、环的测量与清洁

- (1) 用游标卡尺测量金属圆环的外径 D_1 和内径 D_2 ；
- (2) 环的表面状况与测量结果有很大的关系，实验前应将吊环在NaOH溶液中浸泡20~30秒，然后用净水洗净；
- (3) 将加热器皿清洗干净，注入待测液体。

3、液体的表面张力系数

- (1) 进入“液体表面张力系数测量实验界面”，将金属吊环挂在传感器的小钩上，将拉力值置零；设置合适的阈值电压（设置阈值越小，记录的数据越多）。
- (2) 调节加热器皿下的升降台，使其渐渐上升到最高处；调节压力传感器高度，使吊环的下沿部分全部浸没于待测液体。将位移置零，并按下“开始”按钮，然后反向调节升降台，使液面缓慢下降，这时，吊环和液面间形成一环形液膜；继续下降液面，表格数据记录拉力和位移变化全过程，直到液膜破裂点击停止实验。

从实验数据中找到环形液膜即将拉断前一瞬间电压表读数值 U_1 和液膜拉断后一瞬间数字电压表读数值 U_2 。

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

(3) 根据公式 (2) 和 (1)，求出液体的表面张力系数 $a = \frac{\Delta U}{k \cdot \pi(D_1 + D_2)}$ (其中k为压力传感器灵敏度)，并与标准值进行比较。

(4) 研究不同温度条件下液体的表面张力系数：通过温控表设定待测液体温度值，待液体温度稳定后，重复上述步骤 (1) - (3)，测定不同温度条件下液体的表面张力系数。

(5) 研究测量过程中拉力和位移的变化关系（探索性实验）。

二、选做部分

测定其他待测液体，如酒精、乙醚、丙酮等在不同浓度下的表面张力系数。

【数据记录与处理】

1、压力传感器灵敏度的测量

表1

砝码 / g	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
电压 / mV						

对表1数据作一元线性拟合，得到线性拟合直线斜率即为压力传感器灵敏度k：

压力传感器灵敏度k= ____ mV/N。

2、水的表面张力系数的测量

金属环外径 D_1 =____ m，内径 D_2 =____ m， 水的温度：t=____℃；

表 2

编号	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	F/N	$\alpha/\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$
1					
2					
3					

平均值: $\bar{\alpha} = \underline{\hspace{2cm}} \text{N/m}$

3、观察不同温度下液体表面张力系数的变化

表3 不同温度下液体表面张力系数测量 (水)

温度 $^{\circ}\text{C}$	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	F/N	$\alpha/\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$
30					
40					
50					
60					

4、观察液体表面张力变化和位移的关系

表4 液体表面张力变化和位移的关系

位移	U/mV	位移	U/mV

附录1：纯水的表面张力系数标准值

水温 $t/^{\circ}\text{C}$	10	15	20	25	30
$\alpha/\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$	0.07422	0.07349	0.07275	0.07197	0.07118
水温 $t/^{\circ}\text{C}$	35	40	45		
$\alpha/\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$	0.07038	0.06956	0.06874		

【注意事项】

1. 开机预热要求：正式测试前主机必须预热至少 30 分钟，待测量系统稳定后再开始操作，避免传感器漂移带来误差。
2. 环境条件控制：实验室温度需稳定在 20-25 $^{\circ}\text{C}$ ，湿度控制在 40%-60%，需隔绝气流、震动干扰，禁止将仪器放置在空调出风口或门窗附近，也不要再在测试过程中触碰实验台面。
3. 仪器校准要求：首次使用或连续使用一段时间后，必须完成校准，确认偏差在允许范围内再测试。