

课程编号\_\_\_\_\_

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（2）\_\_\_\_\_

实验名称：\_\_\_\_\_表面张力系数的测量\_\_\_\_\_

学 院：\_\_\_\_\_电子与信息工程学院\_\_\_\_\_

组号：\_\_\_\_\_12\_\_\_\_\_指导教师：\_\_\_\_\_王凡\_\_\_\_\_

报告人：\_\_\_\_\_龚浩文\_\_\_\_\_学号：\_\_\_\_\_2019284042\_\_\_\_\_

实验地点：\_\_\_\_\_致原楼 208\_\_\_\_\_

实验时间：\_\_\_\_\_2020\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_12\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_14\_\_\_\_\_日 星期\_\_\_\_\_一\_\_\_\_\_

提交时间：\_\_\_\_\_2020\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_12\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_21\_\_\_\_\_日

## 一、实验目的

- 1、学习力敏传感器的定标方法。
- 2、用拉脱法测量室温下水的表面张力系数。

## 二、实验原理

表面张力（系数）：液体的表面，由于表面层内分子的作用，存在着一定的张力，称为表面张力。

表面张力  $f$  存在于表面层，方向恒与直线垂直，大小与直线的长度  $L$  成正比。

$$f = \alpha L$$

$\alpha$  称为表面张力系数，单位为  $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，与液体的成分、纯度、浓度以及温度有关

使用吊环，在液膜拉破前瞬间：

$$F_1 = mg + f_1 + f_2$$

考虑一级近似，液体的表面张力为：

$$f = f_1 + f_2 = \alpha \pi (D_1 + D_2)$$

液膜拉破后有： $F_2 = mg$

液膜拉破前后拉力差值：

$$F_1 - F_2 = f_1 + f_2 = \alpha \pi (D_1 + D_2)$$

力敏传感器拉力  $F$  和电压  $U$  成正比：

$$U_1 = BF_1$$

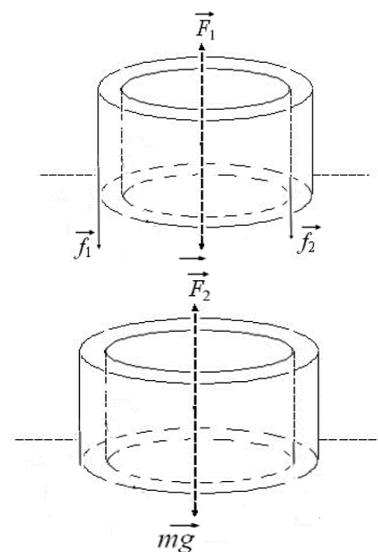
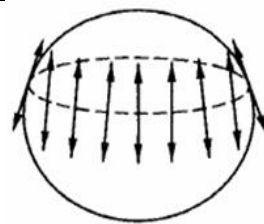
$$U_2 = BF_2$$

( $B$  为力敏传感器灵敏度，单位  $\text{V/}$ )

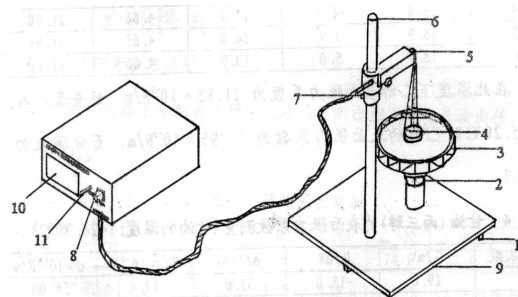
液膜拉破前后的拉力用电压表示：

$$F_1 - F_2 = (U_1 - U_2) / B = \alpha \pi (D_1 + D_2)$$

$$\alpha = \frac{U_1 - U_2}{B \pi (D_1 + D_2)} = \frac{\Delta U}{B \pi (D_1 + D_2)}$$



## 三、实验仪器：



FD-NST-1 型液体表面张力系数测定仪

1. 调节螺丝.
2. 升降螺丝.
3. 玻璃器皿.
4. 吊环.
5. 力敏传感器
6. 支架.
7. 固定螺丝.
8. 航空插头.
9. 底座.
10. 数字电压表.
11. 调零旋钮

## 四、实验内容：

- 1、接通数字电压表及直流电源，预热 15 分钟。保证测力方向和传感器弹簧片的平面垂直。
- 2、传感器定标：

(1) 调零：将砝码盘挂在传感器梁端头小钩上，调节补偿电压旋钮，使数字电压表显示为零。

(2) 在砝码盘上分别加上 0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g、3.0g、3.5g 等质量的砝

码，记录这些砝码力  $F$  作用下，数字电压表相应的读数值  $U$ 。

(3) 作  $U-F$  图，直线拟合，求出传感器灵敏度  $B$ 。

3. 用游标卡尺测量吊环的内外直径(已给出，直接记录)。

4. 液体表面张力系数的测定

(1) 取下砝码盘，将数字电压表调零。

(2) 将吊环挂在传感器的小钩上，调节升降台，将液体升至靠近环片的下沿，观察吊环下沿与待测液面是否平行，如果不平行，将吊环取下后，调节吊环上的细丝，使其与待测液面平行。

(3) 调节容器下的升降台，使其渐渐上升，将吊环的下沿部分全部浸没于待测液体，然后反向调节升降台，使液面逐渐下降，这时，金属环片和液面间形成环形液膜，继续下降液面，测出环形液膜拉断前一瞬间数字电压表读数值  $U_1$  和液膜拉断后数字电压表读数值  $U_2$ 。

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

## 五、数据记录：

姓名、组号： 龚浩文 12

1、基本测量：记录吊环外径  $D_1$  和内径  $D_2$ ，以及  $20^\circ\text{C}$  下水的表面张力系数参考值  $\alpha_{\text{参}}$ 。

吊环外径  $D_1 = 3.496\text{cm}$

吊环内径  $D_2 = 3.310\text{cm}$

$\alpha_{\text{参}@20^\circ\text{C}} = 0.007275\text{N/m}$

2、测量力敏传感器的灵敏度  $B$ ：

砝码质量 $m(\text{g})$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
电压表读数	0	17.6	34.9	52	69.3	86.9	104	121.4
$U(\text{mV})$	-1.2	16.2	34.3	51.8	69.9	86	104.9	121.5

3、测量液膜拉断前后瞬间电压表读数  $U_1$  和  $U_2$ ：

No.	$U_1(\text{mV})$	$U_2(\text{mV})$
1	174.3	118.3
2	174.5	118.3
3	174.5	118.3
4	173.8	118.1

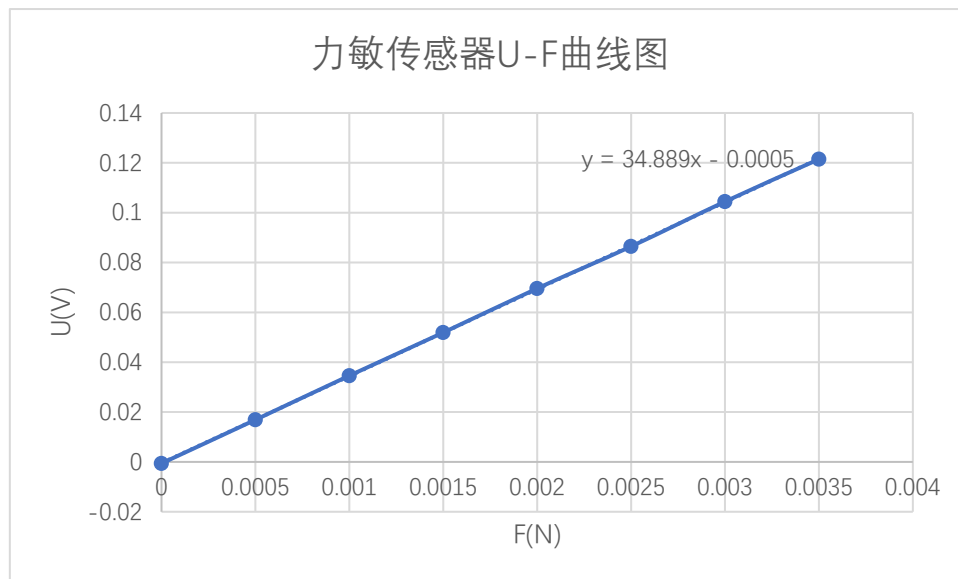
	5	174.4	118.3	
--	---	-------	-------	--

## 六、数据处理

1、分别计算加载不同质量砝码时对应的电压表读数平均值 $\bar{U}$ 和砝码重量。

砝码质量 m(g)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
电压表读数	0	17.6	34.9	52	69.3	86.9	104	121.4
U(mv)	-1.2	16.2	34.3	51.8	69.9	86	104.9	121.5
$\bar{U}$ (V)	- 0.0006	0.0169	0.0346	0.0519	0.0696	0.08645	0.10445	0.12145
砝码重量		0.0005	0.001	0.0015	0.002	0.0025	0.003	0.0035
F=mg(N)	0	5	0.001	0.0015	0.002	5	0.003	0.0035

2、绘出 $U-F$ 曲线图，并进行线性拟合，得出拟合后的直线方程。



由拟合后的直线方程斜率得出力敏传感器灵敏度  $B=34.889\text{V/N}$ 。

3、根据测得的  $U_1$ 、 $U_2$  和灵敏度  $B$ ，按公式分别计算每组表面张力系数  $\alpha$ ，并求平均值。

$$\alpha = \frac{U_1 - U_2}{B\pi(D_1 + D_2)} = \frac{\Delta U}{B\pi(D_1 + D_2)}$$

No.	$U_1(\text{mV})$	$U_2(\text{mV})$	$\alpha(\text{N/m})$	$\bar{\alpha}(\text{N/m})$
1	174.3	118.3	0.007511	0.007516
2	174.5	118.3	0.007537	
3	174.5	118.3	0.007537	
4	173.8	118.1	0.00747	
5	174.4	118.3	0.007524	

4、将  $\alpha$  平均值与  $20^\circ\text{C}$  下水的表面张力系数参考值进行对比，计算相对误差。

$$\alpha_{20^\circ\text{C}} = 0.007275\text{N/m}$$

$$\bar{\alpha} = 0.007516\text{N/m}$$

$$\delta = \frac{\bar{\alpha} - \alpha_{20^\circ\text{C}}}{\bar{\alpha}} \times 100\% = 3.2\%$$

## 七、结果陈述：

经过实验测量数据得力敏传感器的灵敏度  $B=34.889\text{V/N}$ ，测得  $20^\circ\text{C}$  下水的表面张力为  $\bar{\alpha} = 0.007516\text{N/m}$ ，与标准值比较得相对误差为  $\delta = 3.2\%$ ，误差由气温、仪器等因素造成，相对误差在可接受范围内，实验得到的结论可靠。

## 八、实验总结与思考题

1、如何才能使液膜不过早地破裂？

- ①实验过程中实验室不宜通风，空气流动要小。
- ②吊环须严格处理干净。
- ③下降载物台要保持慢速、匀速。

2、在本实验中，误差来源可能在哪些方面？

实验误差可能来自水温、水的纯度、吊环是否干净、液膜被拉破后吊环上附着着的液珠的质量不同

指导教师批阅意见：					
成绩评定：					
预习 (20分)	操作及记录 (40分)	数据处理与结果陈述 30 分	思考题 10 分	报告整体 印象	总分

数据记录：

姓名、组号： 龚浩文 12

- 1、基本测量：记录吊环外径 D1 和内径 D2，以及 20℃下水的表面张力系数参考值  $\alpha_{\text{参}}$ 。

吊环外径 D1 = \_\_\_\_\_

吊环内径 D2 = \_\_\_\_\_

$\alpha_{\text{参}@20^\circ\text{C}}$  = \_\_\_\_\_

- 2、测量力敏传感器的灵敏度 B：

砝码质量 m(g)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
电压表读数  U(mv)								

- 3、测量液膜拉断前后瞬间电压表读数  $U_1$  和  $U_2$ ：

No.	$U_1(\text{mV})$	$U_2(\text{mV})$
1		
2		
3		
4		
5		