

说明：(1)进入实验室后，未经老师允许，不能动仪器。

(2) 该文档在实验室没有纸质版；“实验内容和要求”以该文档为准，具体的仪器操作方法可以参考有关教材等；

(3)注意：每个实验台上的仪器、元件、连接线等等不能混用，各用各的，用完后，需要收拾规整整齐，放到自己的实验台上。凳子要放到实验台底下。不能把垃圾丢在实验室的任何位置。不动与实验无关的任何其他仪器等。

## 液体表面张力系数的测量

### 【预习要求】

仔细阅读有关教材和其它相关资料，然后按照下面要求完成预习报告，上课时务必将预习报告带到实验室交给上课老师检查。

预习报告内容除了常规的预习报告内容外，还要在预习报告中完成下列预习思考题。

### 预习思考题：

1. 液体表面为什么存在表面张力作用？
2. 液体表面张力系数是怎样定义的？

### 【实验目的】

1. 通过测定液体表面张力系数,学习和了解液体的表面性质；
2. 了解硅压阻力敏传感器或金属铂片式电阻应变传感器测量液体表面张力大小的原理与方法；
3. 掌握用拉脱法测液体表面张力系数的原理和方法。

### 【实验仪器】

实验仪器主要由液体表面张力系数测量实验仪主机以及实验调节装置以及镊子、砝码组成。



图1 液体表面张力系数测定仪装置

## 【实验原理】

(也可参考“普通物理实验(上)作者陈晓莉,王培吉著,出版日期2011.10  
出版社重庆:西南师范大学出版社。在北师大“超星电子图书”里面有该书。  
也可参考其他文献)

一个金属环固定在传感器上,将该环浸没于液体中,并渐渐拉起圆环,当它从液面拉脱瞬间传感器受到的拉力差值  $f$  为

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

式中:  $D_1$ 、 $D_2$  分别为圆环外径和内径,  $\alpha$  为液体表面张力系数,  $g$  为重力加速度,所以液体表面张力系数为:

$$\alpha = f / [\pi(D_1 + D_2)] \quad (2)$$

实验中,液体表面张力可以由下式得到:

$$f = (U_1 - U_2) / B \quad (3)$$

$B$  为力敏传感器灵敏度,单位V/N。 $U_1$ ,  $U_2$  分别为即将拉断水柱时数字电压表读数以及拉断时数字电压表的读数。

## 【实验注意事项】

1. 实验前,吊环须严格处理干净:可用 NaOH 溶液洗净油污或杂质后,用纯水冲洗干净,并用热吹风烘干;
2. 仪器开机需预热 15 分钟;
3. 特别注意手指不要接触被测液体;
4. 力敏传感器使用时用力不宜大于 0.098N,以免损坏传感器;
5. 用砝码进行定标时,可以旋转张力传感器至水容器外面,这样取放砝码比较方便;
6. 打气速度不可过快,使液面缓慢上升,否则液面容易接触测试环支撑面,支撑面沾上液体容易产生测量误差;
7. 实验后,须将吊环用清洁纸擦干,用清洁纸包好,放入干燥缸内,吊环需要合理安放,不可被重物挤压,防止变形。吊环上的细线不可以用强力拉扯,防止拉断;
8. 实验后,应将实验水箱中的水全部挤入上层倒出、晾干。
9. **特别注意:** 把吊环挂在张力传感器的挂钩上时,一定要小心,不要用力过

猛，否则会损坏挂钩，另外，定标结束后，把带有砝码的吊环一起取离挂钩，然后将砝码从吊环中取出，目的还是保护挂钩。

10. “实验操作附加说明”和“不同温度下纯水的表面张力系数”分别见该文档的附录1和附录2。

### 【实验内容和要求】

1. 插上硅压阻力敏传感器，并开机预热 15~20 分钟。同时，可以清洗培养皿和吊环；
2. 将待测液体倒入培养皿后，将器皿放入实验圆筒内；
3. 将砝码盘挂在力敏传感器的钩上。整机预热 15 分钟以上。
4. 力敏传感器定标（定标时可以将力敏传感器转至水容器外部，这样取放砝码比较方便，在加砝码前应首先对仪器调零，安放砝码时应尽量轻）：力敏传感器上分别加各种质量砝码，从 0.5g 到 3.5g，测出相应的电压输出值，用最小二乘法拟合得传感器的灵敏度  $B$ 。
4. 测定吊环的内外直径，然后挂上吊环，在测定液体表面张力系数过程中，可观察到液体产生的浮力与张力的情况与现象，反复挤压橡皮球使外部液体液面升高，当环下沿部分均浸入待测液体中时，松开橡皮球的阀门，这时液面下降，观察环浸入液体中及从液体中拉起时的物理过程和现象。特别应注意吊环即将拉断液柱前一瞬间数字电压表读数值为  $U_1$ ，拉断时瞬间数字电压表读数为  $U_2$ 。记下这两个数值。
5. 分别测量纯水及肥皂水的表面张力，每种液体至少测量 6 次。

### 【实验报告要求】

实验报告应规范，应有必要的误差分析。另外，在实验报告中完成下列课后思考题。

#### 课后思考题：

1. 实验时若采用金属丝框来代替薄金属圆环，计算表面张力系数公式又如何？
2. 液体表面张力系数与哪些因素有关？

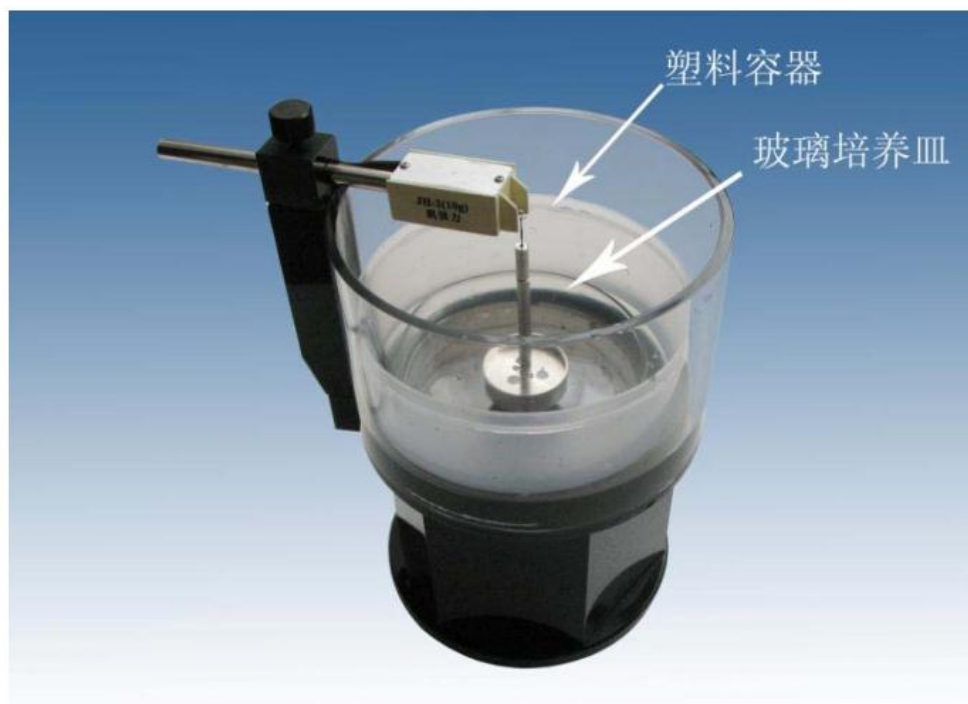
## 附录1:

**实验操作附加说明:**

考虑到玻璃培养皿自身重量，放在水里面会倾斜，所以在水面上先放一个塑料容器，再在容器内放置玻璃培养皿，培养皿在冲洗干净的情况下装待测液体（水或者酒精）。

另外，待测液体成分对最后的表面张力系数测量值有直接的影响，所以实验中第一是选择纯的待测液体，如纯净水和无水酒精；第二玻璃容器需要清洗干净（我们曾经将酒精直接放入有机玻璃容器中测量表面张力系数，发现误差很大，推测原因是待测酒精成分发生了变化）；第三实验时最好罩上盖子，一方面防止灰尘进入，另一方面减小环的晃动。

实验操作装置见下图（实验时将盖子加上）。



## 附录2:

不同温度下纯水的表面张力系数对照表

温度 T /°C	张力系数 $\sigma$ / $\times 10^{-3}\text{N/m}$	温度 T /°C	张力系数 $\sigma$ / $\times 10^{-3}\text{N/m}$	温度 T /°C	张力系数 $\sigma$ / $\times 10^{-3}\text{N/m}$
0	75.62	16	73.34	30	71.15
5	74.90	17	73.20	40	69.55
6	74.76	18	73.05	50	67.90
8	74.48	19	72.89	60	66.17
10	74.20	20	72.75	70	64.41
11	74.07	21	72.60	80	62.60
12	73.92	22	72.44	90	60.74
13	73.78	23	72.28	100	58.84
14	73.64	24	72.12		
15	73.48	25	71.96		

## 参考文献

1. 贾玉润等. 大学物理实验[M]. 复旦大学出版社, 1987.
2. A. W. 亚当林. 表面的物理化学[M]. 科学出版社, 1984.
3. 顾惕人等. 表面化学[M]. 科学出版社, 1994.
4. 沈元华、陆申龙. 基础物理实验[M]. 北京: 高等教育出版社. 2003.
5. 焦丽凤、陆申龙. 用力敏传感器测量液体表面张力系数. 物理实验[M]. 第22卷第7期. 2002. 7: 40-42.
6. 沈易、陆申龙、曹正东. 新型半导体应变计液体表面张力系数测定仪的研制. 实验技术与管理[M]. 第20卷第1期. 2003. 2: 39-42.