



武汉大学  
Wuhan University

# 实验五

## 拉脱法测液体表面张力系数

刘大鹏编

[dpliu@whu.edu.cn](mailto:dpliu@whu.edu.cn)



# 一、实验目的

1. 掌握焦利秤测微小力的方法
2. 了解液体的表面张力系数
3. 测定液体的表面张力系数

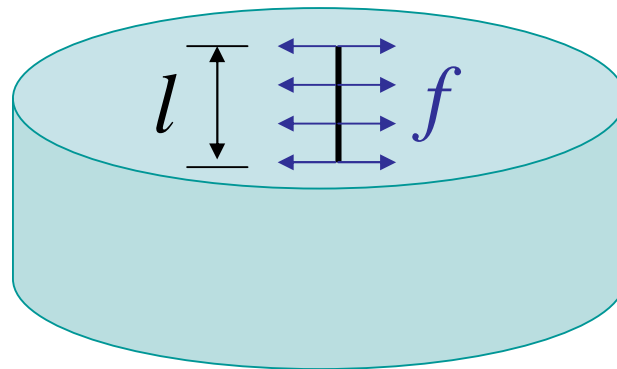


## 二、实验原理

### 1. 液体表面张力系数 $\sigma$ 的定义

由于分子引力,液体表面具有缩小的趋势.在液体表面内任意取一长为  $l$  的直线,线的两侧液面的相互拉力  $f$  称为表面张力.表面张力  $f$  的方向在液体表面内垂直于直线,大小与直线长度  $l$  成正比,比例系数  $\sigma$  称为表面张力系数.

$$\sigma = \frac{f}{l}$$





## 2. $\sigma$ 的物理意义及特点

物理意义:液体表面单位长度上的张力.

$\sigma$  是液体表面性质的一个特征参量;

$\sigma$  的大小由液体本身性质决定;

$\sigma$  受温度、杂质浓度及液面气压的影响.



### 3. 液体表面张力系数的测量原理

用□型金属框(质量 $m$ )浸入液体后提起,  
在框内形成液体薄膜。

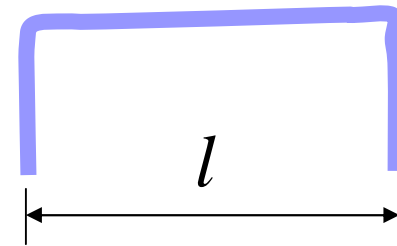
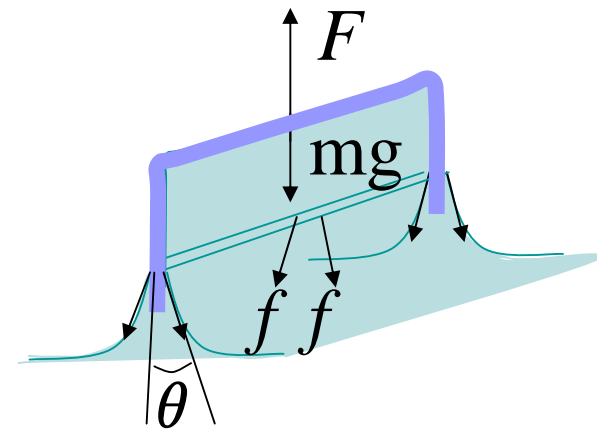
液膜有正反两个表面,  
都存在表面张力 $f$ 。

液膜充分拉伸脱出水面时,  
接触角 $\theta = 0$ ,得

$$F - mg = 2\sigma l$$

所以得

$$\sigma = \frac{F - mg}{2l}$$





## 4. 焦利秤的测力原理及使用方法

- 1) 焦利秤的结构
- 2) 弹簧形变的测量方法
- 3) 微小力的测量方法



# 1) 焦利秤的结构

弹簧

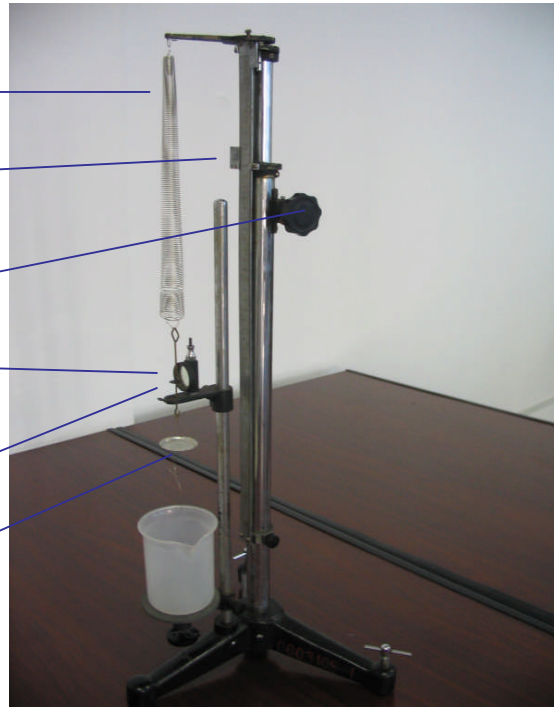
游标尺

升降旋钮

指示杆

圆型小镜

法码盘



三线对齐

调“三线对齐”：调节升降旋钮使弹簧上端上升或下降，带动指示杆上下运动，达到从水平方向看，小圆盘、小圆盘在小镜中的像与圆型小镜中间的刻划横线“三线对齐”见图)。

三线对齐时，指示杆上的小圆盘与圆型小镜中间的刻划横线等高。



## 2) 弹簧形变的测量方法

- 没加法码时，调节升降旋钮使指示杆上的小圆盘与圆型小镜中间的刻划横线等高(即“三线对齐”)，游标尺读数为 $L_0$
- 加法码后，指示杆下降，再调节升降旋钮使“三线对齐”，游标尺读数为 $L$
- 则弹簧的伸长量为 $L-L_0$

焦利称与普通弹簧称不同的是：弹簧下端位置固定，上端位置变动。







### 3) 微小力的测量方法

根据虎克定律

$$f = kx$$

若用一根倔强系数很小的弹簧安装到焦利称上，测得 $x$ 后，则可由上式计算微小力。



## 三、实验仪器

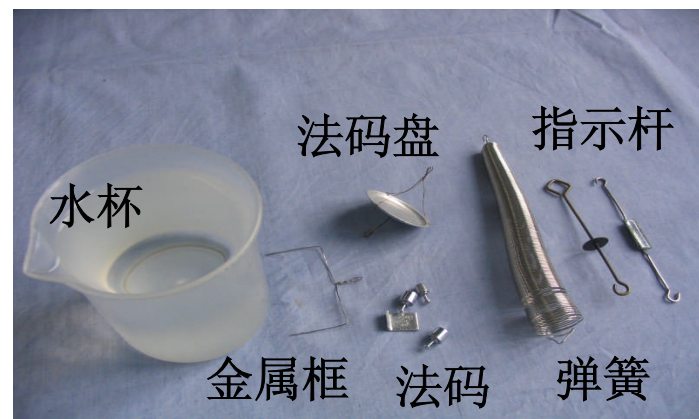
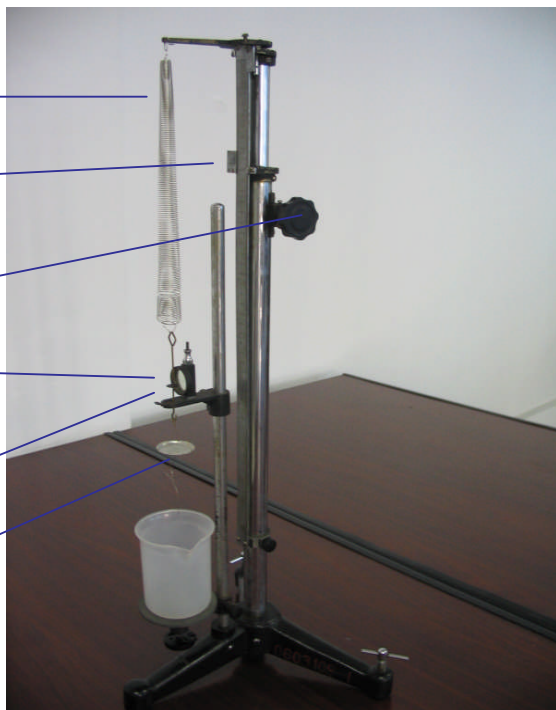
焦利称一台、法码若干、弹簧一根、  
指示杆一根、法码盘一个；

金属框一个、杯一个、酒精灯一盏、  
镊子一只、火柴一盒、温度计一只。



## 部分实验仪器实物图

弹簧  
游标尺  
升降旋钮  
指示杆  
圆型小镜  
法码盘





## 四、实验内容

### 1. 测量弹簧的倔强系数 $k$

- 1) 安装焦利称,调三线对齐,读游标尺.
- 2) 依次加法码,调三线对齐,读游标尺.

数据表格见教材P72

- 3) 用逐差法处理测量数据,求  $k$ .

$$\overline{\Delta L} = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^3 (L_{i+4} - L_i) \quad k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{4mg}{\Delta L}$$



## 2. 测量表面张力系数 $\sigma$

- 1) 测  $L_0'$ ，用酒精灯烘干金属框，挂在法码盘的钩子上，调三线对齐，读游标尺得  $L_0'$ 。
- 2) 测  $L$ ，将金属框挂在法码盘的钩子上，放入水中，调升降旋钮上提金属框，同时上升载物台保持三线对齐，直到金属框脱出水面为止，读游标尺得  $L'$ 。测五次。数据表格见教材 P73。

$$F - mg = \overline{k(L - L_0')}$$

- 3) 用米尺测量金属框边长  $l$  三次。
- 4) 测量水温。
- 5) 计算表面张力系数  $\sigma$

$$\sigma = \frac{F - mg}{2l}$$



6) 参考数据:

$$20^{\circ}\text{C} \text{ 时, } \sigma = 72.75 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$

$$25^{\circ}\text{C} \text{ 时, } \sigma = 71.96 \times 10^{-3} \text{Nm}^{-1}$$



## 五、注意事项

- 1.保持金属框横梁水平，以保证两臂同时脱出液面。
- 2.排除外界干扰，例如震动，防止液膜过早破裂。
- 3.在金属框脱出水面的瞬间要保持三线对齐。
- 4.重复实验测 $L_0$ 时，要用酒精灯加热烘干金属框。
- 5.酒精灯使用完毕要用玻璃盖盖灭。



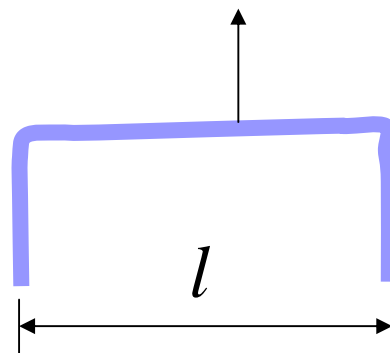
## 六、思考题

### 思考题2参考解答

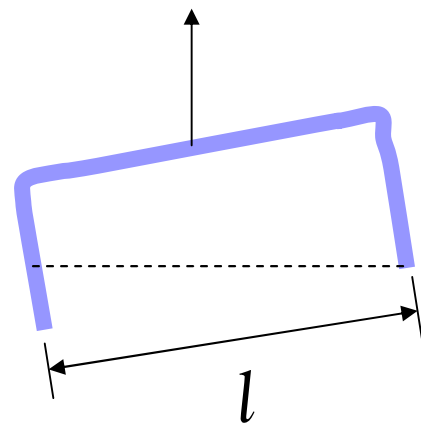
若两臂不等长，两侧不等重，所受表面张力不对称而造成液膜不能充分拉伸至接触角 $\theta = 0$ ，并过早破灭，所测 $\sigma$ 值比实际值偏小。

若两臂不水平，液膜受力不均而提前破灭，（未达到 $\theta = 0$ ），使测量值比实际值小。

另一方面横梁长度比液膜实际宽度小，用它（横梁长度）作分母计算 $\sigma$ 会使计算值偏大。



两臂不等长



两臂不水平





武汉大学  
Wuhan University

欢迎提宝贵意见!



2006.6.28