

# 液体表面张力系数测定

## 一、实验简介

液体具有尽量缩小其表面的趋势，好象液体表面是一张拉紧了橡皮膜一样。把这种沿着表面的、收缩液面的力称为表面张力。表面张力的存在能说明物质处于液态时所特有的许多现象，比如泡沫的形成、润湿和毛细现象等等。

测定液体表面张力的方法很多，常用的有焦利氏秤法（拉脱法）、毛细管法、平板法、滴重法、最大泡压法等。

本实验采用焦利氏秤法（拉脱法）。该方法的特点是，用秤量仪器直接测量液体的表面张力，测量方法直观，概念清楚。

## 二、实验原理

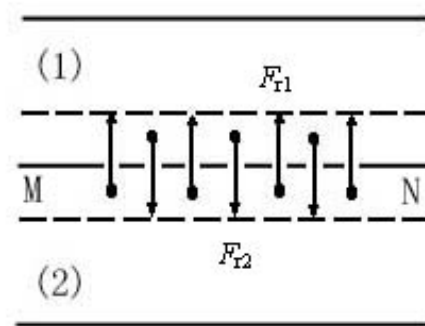
液体表面层（其厚度等于分子的作用半径）内的分子所处的环境跟液体内部的分子是不同的。

表面层内的分子合力垂直于液面并指向液体内部，所以分子有从液面挤入液体内部的倾向，并使液体表面自然收缩

想象在液面上划一条直线，表面张力就表现为直线两旁的液膜以一定的拉力相互作用。拉力  $F$  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，

$$\text{即 } F = \sigma l$$

式中  $\sigma$  称为表面张力系数，它的大小与液体的成分、纯度、浓度以及温度有关。



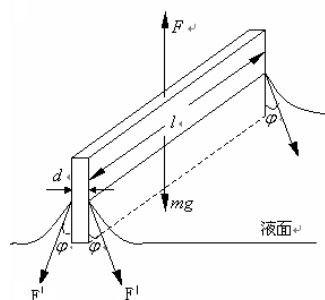
## 三、实验方法

金属丝框缓慢拉出水面的过程中，金属丝框下面将带起一水膜，当水膜刚被拉断时，诸力的平衡条件是

$$F = mg + 2F'$$

$$\text{而 } F' = \sigma l$$

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

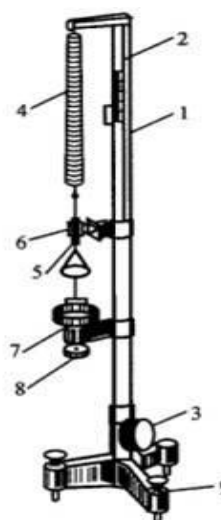


焦利秤的构造如图所示，它实际上是一种用于测微小力的精细弹簧秤。一般的弹簧秤都是弹簧秤上端固定，在下端加负载后向下伸长，而焦利秤与之相反，它是控制弹簧下端的位置保持一定，加负载后向上拉动弹簧确定伸长值。

### 三线对齐

为了保证弹簧下端的位置是固定的，必须三线对齐，即玻璃圆筒 E 上的刻线、小平面镜上的刻线、E 上的刻线在小平面镜中的像，三者始终重合。

在力  $F$  作用下弹簧伸长  $\Delta l$ ，根据虎克定律可知，在弹性限度内  $F = k \Delta l$ ，将已知重量的砝码加在砝码盘中，测出弹簧的伸长量，由上式即可计算该弹簧的  $k$  值，由  $k$  值就可测外力  $F$ 。



焦利氏秤装置图

1—秤框；2—升降金属杆；3—升降钮；4—锥形弹簧；5—带小镜子的挂钩；6—平衡指示玻璃管；7—平台；8—平台调节螺丝；9—底脚螺丝

## 四、实验内容

### 1、确定焦利氏秤上锥形弹簧的劲度系数（基础）

(1) 把锥形弹簧，带小镜子的挂钩和小砝码盘依次安装到秤框内的金属杆上。调节支架底座的底脚螺丝，使秤框竖直，小镜子应正好位于玻璃管中间，挂钩上下运动时不致与管摩擦。

(2) 逐次在砝码盘内放入砝码，每次增量 0.5g 的砝码，从 0.5g~5g 范围内增加。每次操作都要调节升降钮，做到三线对齐。记录升降杆的位置读数。用最小二乘法和作图法计算出弹簧的劲度系数。

### 2、用金属圈测量自来水的表面张力系数：（基础）

(1) 用游标卡尺测量金属圈的直径  $d$ ；

(2) 取下砝码，在砝码盘下挂上金属圈，仍保持三线对齐，记下此时升降杆读数  $l_0$ ；

(3) 把盛有自来水的烧杯放在焦利氏秤台上，调节平台的微调螺丝和升降钮，使金属圈浸入水面以下；

(4) 缓慢地旋转平台微调螺丝和升降钮，注意烧杯下降和金属杆上升时，始终保持三线对齐。当液膜刚要破裂时，记下金属杆的读数。测量 5 次，取平均，计算自来水的表面张力系数和不确定度。

### 3、用金属丝测量肥皂水的表面张力系数：（基础）

(1) 用游标卡尺测量金属丝两脚之间的距离  $s$ ；

(2) 取下砝码，在砝码盘下挂上金属丝，仍保持三线对齐，记下此时升降杆读数  $l_0$ ，然

后重复上述 2 中的步骤(3)和(4)步骤即可。

- 4、运用金属丝测量不同浓度的洗洁精的表面张力系数（至少 3 个不同浓度），得出浓度与表面张力的关系曲线。（提升）

## 五、其他实验

1. 测量其它单一液体如酒精等的表面张力系数。（进阶）
2. 测定混合液体表面张力系数（1、药液，2、饮料，3、水中加金属，4、日常生活用品如盐水、糖水、酱油、醋等）。（高阶）

## 六、实验注意事项

1. 始终保持三线对齐。
2. 焦利氏秤的锥型弹簧注意保护。
3. 小镜子不要和玻璃管摩擦。
4. 金属丝缓慢拉出液面直至破裂。
5. 配件较多，保持配件的完好。
6. 实验室玻璃器皿注意保护，容易损坏。
7. 注意做完实验要整理仪器。

## 七、思考题

- 1、焦利氏秤法测定液体的表面张力有什么优点？
- 2、焦利氏秤的弹簧为什么做成锥形？
- 3、实验中应注意哪些地方，才能减小误差？