**南昌大学物理实验报告**

**课程名称： 普通物理实验（1）**

**实验名称： 液体表面张力的测定**

**学院： 理学院 专业班级： 物理学151班**

**学生姓名： 黄泽豪 学号： 5502115014**

**实验地点： B608 座位号： 14**

**实验时间： 第十二周星期四上午十点开始**

**【实验目的】**

1. 了解水的表面性质，用拉脱法测定室温下水的表面张力.
2. 学会使用焦利式秤测量微小力的原理和方法.

**【实验原理】**

液体表面层内分子相互作用的结果使得液体表面自然收缩，犹如紧张的弹性薄膜.由于液面收缩而产生的沿着切线方向的力称为表面张力.设想在液面上作长为*L*的线段，线段两侧面便有张力相互作用，其方向与*L*垂直，大小与线段长度*L*成正比.即有：

 （1）

比例系数称为液体表面张力，其单位为.

将一表面洁净的长为*L*、宽为*d*的矩形金属片（或金属丝）竖直浸入水中，然后慢慢提起一张水膜，当金属片将要脱离液面，即拉起的水膜刚好要破裂时，则有

 （2）

式中*F*为把金属片拉出液面时所用的力；*mg*为金属片和带起的水膜的总质量；*f*为张力.此时，与接触面的周围边界，代入式（2）中可得

 （3）

本实验用金属圆环代替金属片则有

 （4）

式中分别为圆环的内外直径.

实验表明，与液体种类、纯度、温度、和液面上方的气体成分有关，液体温度越高，值越小，液体含杂质越多，值越小，只要上述条件保持一定，则是一个常量，所以测量时要记下当时的温度和所用液体的种类及纯度.

**【实验仪器】**

焦利秤、砝码、烧杯、温度计、镊子、水、游标卡尺等.

**【实验内容及步骤】**

1. **安装好仪器，挂好弹簧，调节底板的三个水平调节螺丝，使焦利秤立柱竖直.**在主尺顶部挂入吊钩再安装弹簧和配重圆柱体，使小指针被夹在两个配重圆柱中间，配重圆柱体下端通过吊钩钩住砝码托盘.调整小游标的高度使小游标左侧的基准线大致对准指针，锁紧固定小游标的锁紧螺钉，然后调节微调螺丝式指针与镜子框边的刻线重合，当镜子边上刻线、指针和指针的像重合时（即称为“三线对齐”），读出游标0线对应刻度的数值.
2. **测量弹簧的劲度系数k.**依次增加1.0g砝码，即将质量为1.0g，2.0g，3.0g，…，9.0g的砝码加在下盘内.调整小游标的高度每次测量都重新使三线对齐，分别记下游标0线所指示的读数；再逐次减少1.0g砝码，调整小游标的高度，每次都重新使之三线对齐，分别记下游标0线所指示的读数取两者平均值，用逐差法求出弹簧的劲度系数.即：

 （5）

 （6）

 （7）

1. **测（*F-mg*）值.**将洁净的金属圆环挂在弹簧下端的小钩子上，把装有蒸馏水的烧杯置于焦利平台上，调整平台高度，使金属圆环恰好停在液面为止，调整小游标的高度使三线对齐，记下此时游标0线指示刻度.调节平台位置使金属片浸入水中，转动平台旋钮使平台缓缓下降，下降的过程中金属圆环底部会拉成水膜，在水膜还没有破裂时需调节三线对齐，然后再使平台下降一点，重复刚才的调节，记下此时游标0线所指示的读数*s*，算出的值，即为在表面张力作用下，弹簧的伸长量，重复测量五次，求出平均值，此时有

 （8）

式中k为式（8）中所示弹簧的劲度系数，将式（8）代入式（4）中可得

 （9）

**【注意事项】**

1. 由于杂质和油污可使水的表面张力显著减小，所以务必使蒸馏水、烧杯、金属片保持洁净.实验前要对装蒸馏水的烧杯、金属圆环进行清洁处理，依次用NaOH溶液→酒精→蒸馏水将以上用具清洗干净，烘干后备用.
2. 清洁后的用具，切勿用手触摸，应用镊子取出或存放.
3. 测量s时要避免水膜提前破裂，否则实验误差较大，其中引起水膜提前破裂的因素有：桌面的震动、空气的流动、金属圆环底部不水平等.

**【数据处理】**

**1.用逐差法计算弹簧的倔强系数（实验温度：180C）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码数 | 增重读数(mm) | 减重读数(mm) | 平均数(mm) | (mm) |
| 0 | 200.00 | 201.06 | 200.53 | 15.81 |
| 1 | 204.10 | 204.80 | 204.45 | 14.98 |
| 2 | 208.06 | 207.08 | 207.57 | 15.48 |
| 3 | 210.10 | 210.10 | 210.10 | 15.45 |
| 4 | 213.36 | 213.00 | 213.18 | 15.45 |
| 5 | 216.30 | 216.38 | 216.34 |  |
| 6 | 219.44 | 219.42 | 219.43 |
| 7 | 222.70 | 223.40 | 223.05 |
| 8 | 225.48 | 225.62 | 225.55 |
| 9 | 228.64 | 228.62 | 228.63 |















**2．计算液体表面张力**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 初始位置*S*0(mm) | 水膜破裂时读数*S*i(mm) | Δ*S=S*i－*S*0(mm) | (mm) |
| 1 | 184.18 | 189.28 | 5.10 | 5.06 |
| 2 | 184.44 | 189.32 | 4.88 |
| 3 | 184.30 | 189.24 | 4.94 |
| 4 | 184.16 | 189.42 | 5.26 |
| 5 | 184.26 | 189.38 | 5.12 |









**3. 金属环外、内直径的测量(本实验直接给学生结果)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | 平均值(mm) |
| d1 | 34.92 |
| d2 | 33.12 |



**4．计算表面张力系数及不确定度**



1. 表面张力系数的理论值：

**【误差分析】**

1. 金属圆环底面无法完全与水平面平行，导致上拉金属圆环时，水膜不是同时破裂，导致测量结果偏小；
2. 实验装置不能做到完全竖直，使测量结果不准确；
3. 读数时，系统存在一定的晃动，使测量结果不准确；
4. 读数时没有三线对齐；
5. 指针不能接触游标；
6. 水中可能含有杂质；

**【思考题】**

**1.用焦利秤称量微小力的依据是什么？**

**答：**胡克定律.在一定范围内，弹簧的形变量与弹簧所受到的外力成正比.弹簧的劲度系数很小，同时游标卡尺最小分度0.02mm，可测得弹簧的微小形变量.

1. **金属圆环浸入水中，然后轻轻提起到底面与水面相平时，试分析金属圆环在竖直方向的受力.**

**答：**金属圆环受到重力、细绳对它的拉力和水膜对它的拉力（包含水面张力）.

1. **分析（2）式成立的条件，实验中应如何保证这些条件实现？**

**答：**保证整个实验装置竖直，金属圆环的底面平行于水平面.

1. **本实验中为何安排测（*F-mg*），而不是分别测F和mg？**

**答：**因为本实验中的*mg*并不是金属圆环的重力，而是金属圆环和水膜的重力之和，假如分别测量F和*mg*，测出的*mg*与实际值将存在偏差.

1. **本实验影响测量的主要因素有哪些？这些因素使****偏大还是偏小？**

**答：**

1. 金属圆环底面无法完全与水平面平行，导致上拉金属圆环时，水膜不是同时破裂，导致测量结果偏小；
2. 水中含有一些杂质，使值减小；
3. 温度的升高，使值减小；

**【实验结果分析与小结】**

1. 本次实验再次采用逐差法减小系统误差.在本学期的实验中，采用了逐差法的实验有：金属丝杨氏模量的测定、线胀系数、声速测量、等厚干涉等.在测量同一物体不同位置的某一物理量时，逐差法能够很好地减小系统误差.
2. 调整液面缓缓下降时，游标卡尺上的读数先增大后减小.这是因为当水膜完整时，随着金属圆环相对液面的升高，越来越大，游标卡尺的读数也越来越大；当张力达到最大值后，水膜的厚度逐渐减小，水膜即将破裂，开始减小，游标卡尺的读数也开始减小.

**【原始数据】（见下页）**

