

表面张力系数的测定

版权所有© 2020 南方科技大学 禁止转载

1. 实验目的

通过本实验学习用提拉法测量液体表面张力系数的原理和方法。

2. 实验原理

提拉法产生液膜的过程如下：首先将一根金属细丝悬挂在挂钩上，然后将其浸没在液体中，如图 1A 所示；接着，液面开始缓慢下降，由于液体表面张力的作用，金属细丝下方出现液膜，如图 1B 所示；当液面下降到一定程度后，液膜破裂，如图 1C 所示。

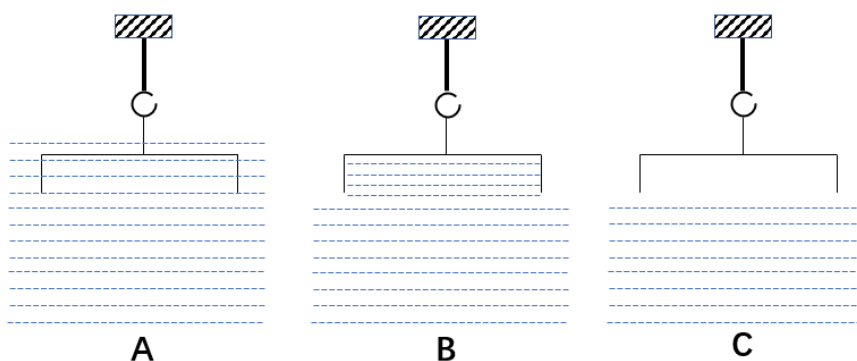


图 1 金属细丝提拉液膜示意图

现对提拉液膜过程进行受力分析，推导液体表面张力系数的计算公式。对于浸没在液体中的金属细丝，挂钩拉力 F_1 、浮力 F_B 和重力 G 三者维持平衡，即

$$F_1 + F_B = G \quad (1)$$

液膜形成后，其开始对金属丝施加竖直向下的合力，挂钩拉力增加。当液膜临界破裂时，挂钩拉力 F_2 、重力 G 和表面张力 F_s 三者维持平衡（如图 2 所示），即

$$F_2 = G + 2F_s \quad (2)$$

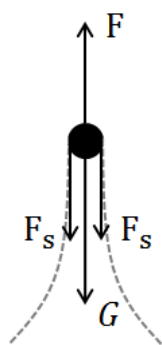


图 2 液膜临界破裂时金属细丝受力示意图

液膜破裂后，挂钩拉力 F_3 和重力 G 维持平衡，即

$$F_3 = G \quad (3)$$

用式（2）减式（3）可得

$$F_2 - F_3 = 2F_s \quad (4)$$

因此，可以通过在提拉液膜过程中挂钩拉力的变化来测量液体表面张力。另外，大量实验证明，液体表面张力随金属细丝横梁长度的增加近乎线性增加，据此可定义液体表面张力系数

$$\sigma = \frac{F_s}{l} \quad (5)$$

其中， l 是金属细丝横梁的长度。联立式（4）和式（5），可得液体表面张力系数的计算式

$$\sigma = \frac{F_2 - F_3}{2l} \quad (6)$$

3. 实验器材

电子天平、金属细丝、挂钩、液面缓降器和游标卡尺等

4. 实验步骤

- （1）记录室温，用温度计测量室温，实验开始和结束时各测一次，取平均值 T ；
- （2）将金属细丝清洗后悬挂于挂钩上，接着将液面缓降器安放到圆形卡槽内；
- （3）关闭液面缓降器阀门，向液面缓降器内注入待测液体，直至液体浸没金属细丝横梁，然后开启电子天平；
- （4）待电子天平示数稳定后，打开液面缓降器阀门，并调整好阀门大小，使出液口流速约为1滴/秒。观察电子天平示数变化，记录最大示数 m_2 ；
- （5）液膜破裂后，随即关闭液面缓降器阀门，记录电子天平最终示数 m_3 ；
- （6）按以上步骤，重复测量10组 m_2 和 m_3 ；
- （7）关闭电子天平，清理液面缓降器内液体，测量金属细丝横梁长度3次；
- （8）将金属细丝清洗后悬挂于挂钩上，接着将液面缓降器放回圆形卡槽内；

5. 注意事项

- (1) 不得擅自移动电子天平；
- (2) 不得擅自用手触碰金属挂钩；
- (3) 不得擅自使用电子天平除开关以外的按键。

6. 数据表格

T ₁ = _____ T ₂ = _____ T = _____										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m ₂										
m ₃										
Δm										
l										

7. 数据处理

- (1) 使用 $\sigma = \Delta mg / (2l)$ 计算液体表面张力系数 ($g = 9.7883 \text{ m/s}^2$)；
- (2) 各仪器允差及分布类型见下表，计算σ的不确定度 (P = 0.95)。

	电子天平	游标卡尺
允差	0.001 g	0.02 mm
分布类型	三角分布	均匀分布

8. 思考题

- (1) 分析记录室温的目的；
- (2) 分析金属细丝所受浮力对表面张力系数测量结果的影响。
- (3) 分析待测液体在金属细丝上的附着力对表面张力系数测量结果的影响。