

# 溶液表面张力的测定

## 一、实验目的

1. 悬滴法测定溶液表面张力随生物表面活性剂浓度的变化规律；
2. 确定生物表面活性剂的临界胶束浓度。

## 二、实验原理

1882 年, Bashforth 和 Adams 在 Young-Laplace 公式的基础上, 推导出了描述一个处于静力(界面张力对重力)平衡时的悬滴轮廓的方程式, 见方程(1)和图 1。为用悬滴法(Pendant Drop method)测量液体的表面和界面张力奠定基础。

$$2 - \beta \left( \frac{z}{b} \right) = \frac{1}{R/b} + \frac{\sin \phi}{x/b} \quad (\text{Eq. 1})$$

上式中  $b$  为悬滴底端的曲率半径,  $R$  为悬滴轮廓上一点  $p(x, z)$  在纸平面上的主曲率半径,  $\phi$  为轮廓线上  $p(x, z)$  点处的切线与  $x$  轴的夹角。 $\beta$  是体系的 Bond number, 在这里往往被称为液滴的形状因子, 因为它的值直接决定了液滴的形状(注意: 是指形状, 不涉及其大小):

$$\beta = \frac{b^2 \cdot \Delta\rho \cdot g}{\gamma} = \frac{b^2}{\alpha^2}$$
$$\alpha = \sqrt{\frac{\gamma}{\Delta\rho \cdot g}}$$

$\Delta\rho$  为液滴相与周围相之间的密度差;  $g$  为重力加速度;  $\gamma$  为表面/界面张力;  $\alpha$  为体系的毛细管常数。从上面的方程式可以看出: 一个悬滴在达到静力(界面张力对重力)平衡时, 其轮廓可通过悬滴底端的曲率半径  $b$  和液滴的形状因子  $\beta$  来确定。反之亦然: 若能够确定  $b$  和  $\beta$ , 也就确定了悬滴的轮廓。

悬滴法通常是通过液滴拍照, 然后通过对照片上液滴几处选择平面上尺寸的测量, 再通过查表, 就可获得表/界面张力的值(当界面两相的密度差已知时)。

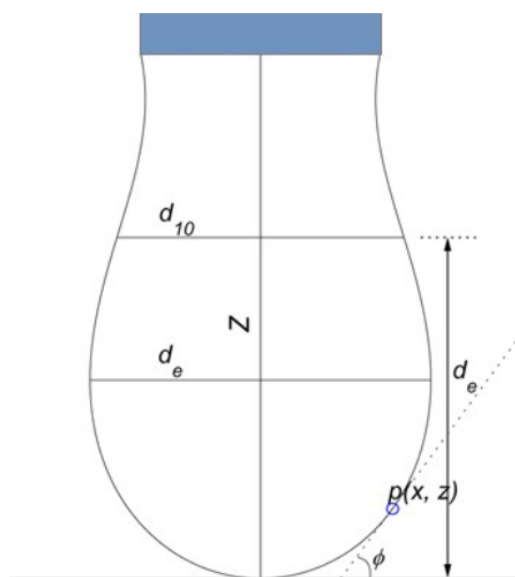


图 1 悬滴示意图

本实验使用 JC2000C1 或 JC2000C2 测量仪，用悬滴法测量表面张力。基本操作如下：在程序主界面单击悬滴法按钮，进入悬滴法程序主界面，如图 2 所示。

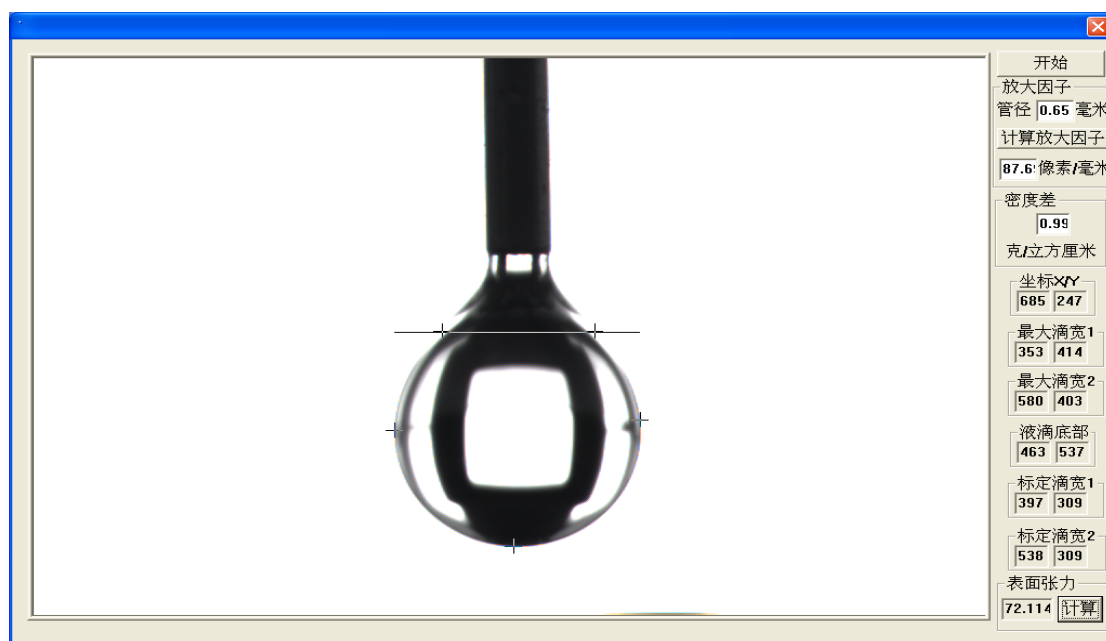


图 2 悬滴法测量表面张力主界面

按开始按钮，打开图像文件，如图 3 所示，根据实验温度条件下重蒸水的表面张力值，计算放大因子。

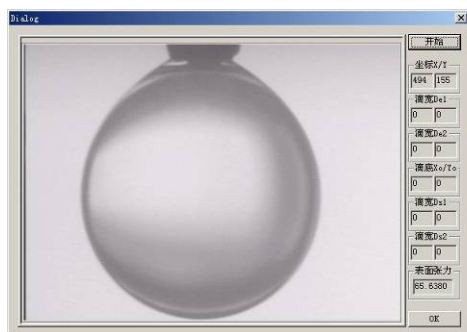


图 3 悬滴法测量表面张力

然后依次打开待测溶液的图像文件，在液泡最左最右两侧和底部用鼠标左键各取一点，随后在液泡顶部会出现一条横线与液泡两侧相交，然后再用鼠标左键在两个相交点处各取一点，即可测出表面张力值，如图 4 所示。

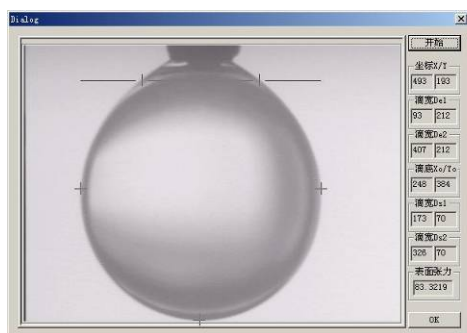


图 4 悬滴法测量表面张力

### 三、 实验仪器和试剂

仪器：JC2000C1 或 JC2000C2，微量进样器；

试剂：双重蒸馏水， $1 \times 10^{-7}$ 、 $5 \times 10^{-7}$ 、 $1 \times 10^{-6}$ 、 $5 \times 10^{-6}$ 、 $1 \times 10^{-5}$ 、 $2.5 \times 10^{-5}$ 、 $5 \times 10^{-5}$ 、 $1 \times 10^{-4}$  mol/L 生物表面活性剂水溶液。

### 四、 实验步骤

1. 运行桌面的 JC2000c2.exe 即可启动接触角测量仪应用程序。屏幕左侧的大正方形区域为图像显示区，点击活动图像显示当前摄像机摄入的图像内容。
2. 微量进样器取样固定在操作臂上，调节使其显示在图像显示区；
3. 用微量进样器制备待测溶液的悬滴液，平衡 60s 后点击“冻结图像”；
4. 点击窗口左上角“File”中“Save as”保存图片，并处理图形，得到待测溶液的表面张力。
5. 重新点击“活动图像”，重复步骤 3、4，直至每个待测溶液测试完毕。注意每个浓度的溶液测试 3 次，测试顺序从低浓度生物表面活性剂到高浓度生物表面活性剂。

## 五、 数据处理

1. 悬滴法测定生物表面活性剂溶液的表面张力；
2. 绘制表面张力~浓度曲线，确定其临界胶束浓度。

## 六、 思考题

1. 在本实验中，悬滴的大小对表面张力测量是否有影响？
2. 与普通的化学表面活性剂十二烷基苯磺酸盐相比，生物表面活性剂的临界胶束浓度低还是高，说明什么问题？