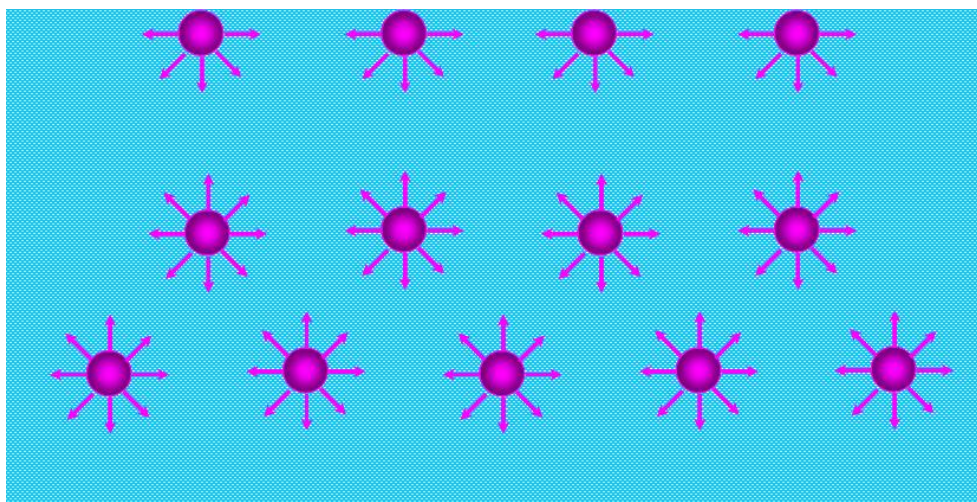


# 溶液表面张力的测定

物理化学实验室

# 表面自由能及表面张力

在体相中，一个分子与其周围的分子相互作用，平均起来看是均衡的。然而，表面分子却受到体相内部分子与表面层外介质分子的不平衡力的作用，因而受到一个垂直于表面而指向体相的净合力，如图所示。



分子在体相内部及表面所受的力



我们定义单位长度上沿着表面的切线方向垂直作用于表面的收缩力为表面张力 $\sigma$ ，单位N/m。

由于在体相中相互作用可使粒子最终具有一个低的自由能，而界面的形成则消除了这些相互作用，从而使得在界面或近界面上粒子自由能增加。这个增加的能量就是“表面自由能”或更准确地称为“表面过剩自由能”。

表面张力是单位长度上的力，也可认为是单位面积的表面自由能。此二者是等价的。



# 表面张力的测量

测量液体的表面或界面张力有许多方法，但是方法的选取通常由精度、操作的难易程度及用于数据校正的实用性等方面共同决定的。此外，方法的选取还依赖于液体的性质。纯液体的表面达到平衡的速率较快，一般在零点几秒就能完成。对于二元或表面活性物质的稀溶液要达到平衡有时需要几分钟，甚至更长。下面就分别比较几种表面张力的测定方法。

## 表面张力的测量方法及评价

表面张力的测定方法	评价	
	纯液体	溶液
静滴法	适合	适用于具有时间效应的表面/界面
悬滴法	适合但会受实验条件的限制	
毛细管上升法	适合	接触角不为零则不适合
吊片法	快速、易于操作但容易与空气接触而受影响	准确度高；适用于具有时间效应的表面/界面
吊环法	适合	不适合
滴重法	如果有空气污染时恰当	有时间效应时，效果不佳
最大泡压法	不易于操作	有时间效应时，效果不佳

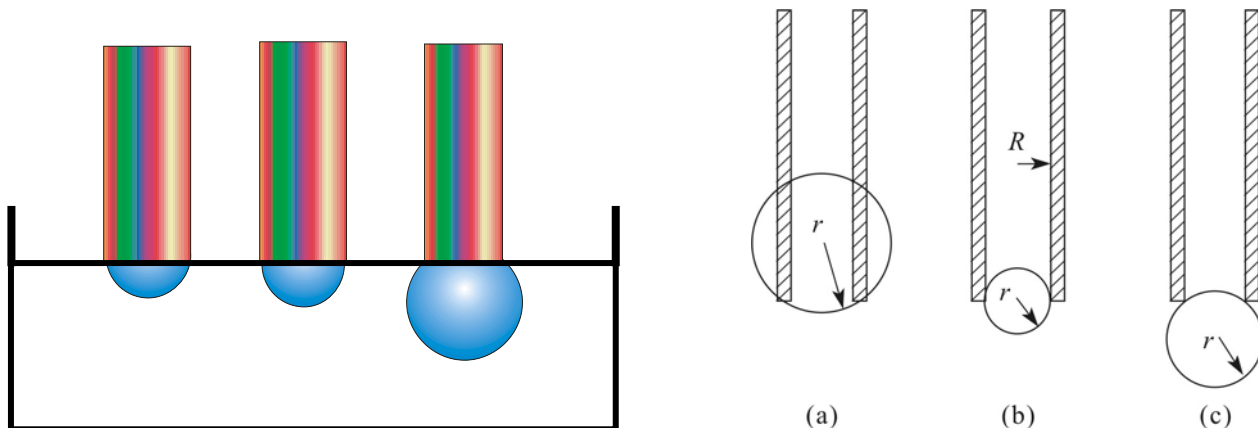


# 最大泡压法

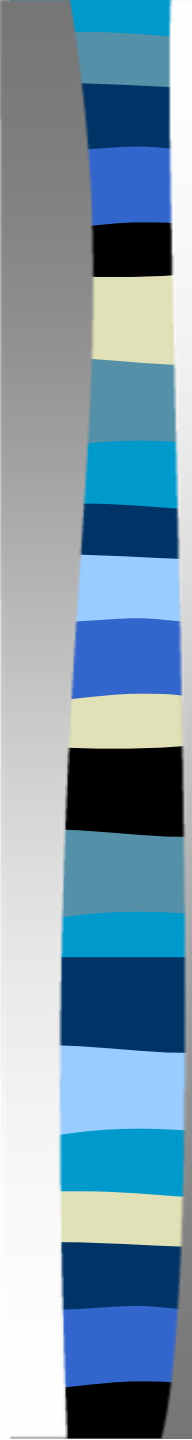
## 一、实验目的

1. 掌握气泡的最大压力法（最大泡压法）测定溶液表面张力的原理和技术；
2. 测定不同浓度乙醇溶液的表面张力，计算表面吸附量；
3. 了解超级恒温槽的构造及使用方法。

## 二、实验原理



当玻璃毛细管一端与液体接触，并往毛细管内加压时，可以在液面的毛细管口处形成气泡。图中给出了气泡形状随气体注入的变化情况。对于毛细管，理想情况下气泡在变化过程中总是呈球形。当气泡半径最小且等于毛细管的半径 $R$ 时，气泡内外的压力差 $\Delta p$ （即施加于气泡的附加压力）最大，根据**Laplace**公式有：

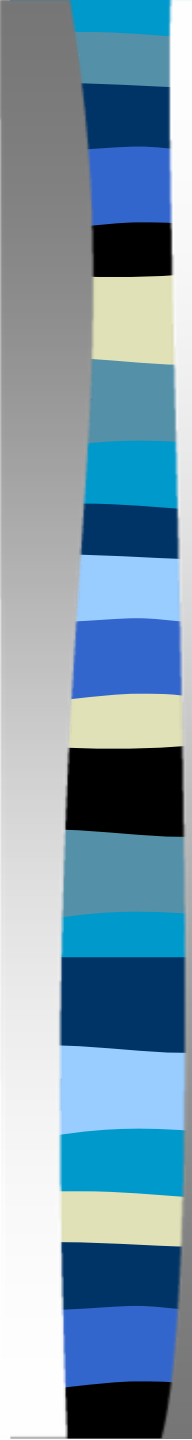

$$\Delta p_{\max} = \frac{2\sigma}{R}$$

由此可见，通过测定 $R$ 和  $\Delta p$ ，即可求得液体的表面张力。

由于直接测量毛细管的半径较为困难，因此可以采用相对法来测量。用已知表面张力（ $\sigma_0$ ）的溶液作为参考液体，在相同条件下测得相应最大压差，则被测液体的表面张力：

$$\sigma = \frac{\Delta p_{\max}}{\Delta p_{0,\max}} \sigma_0$$





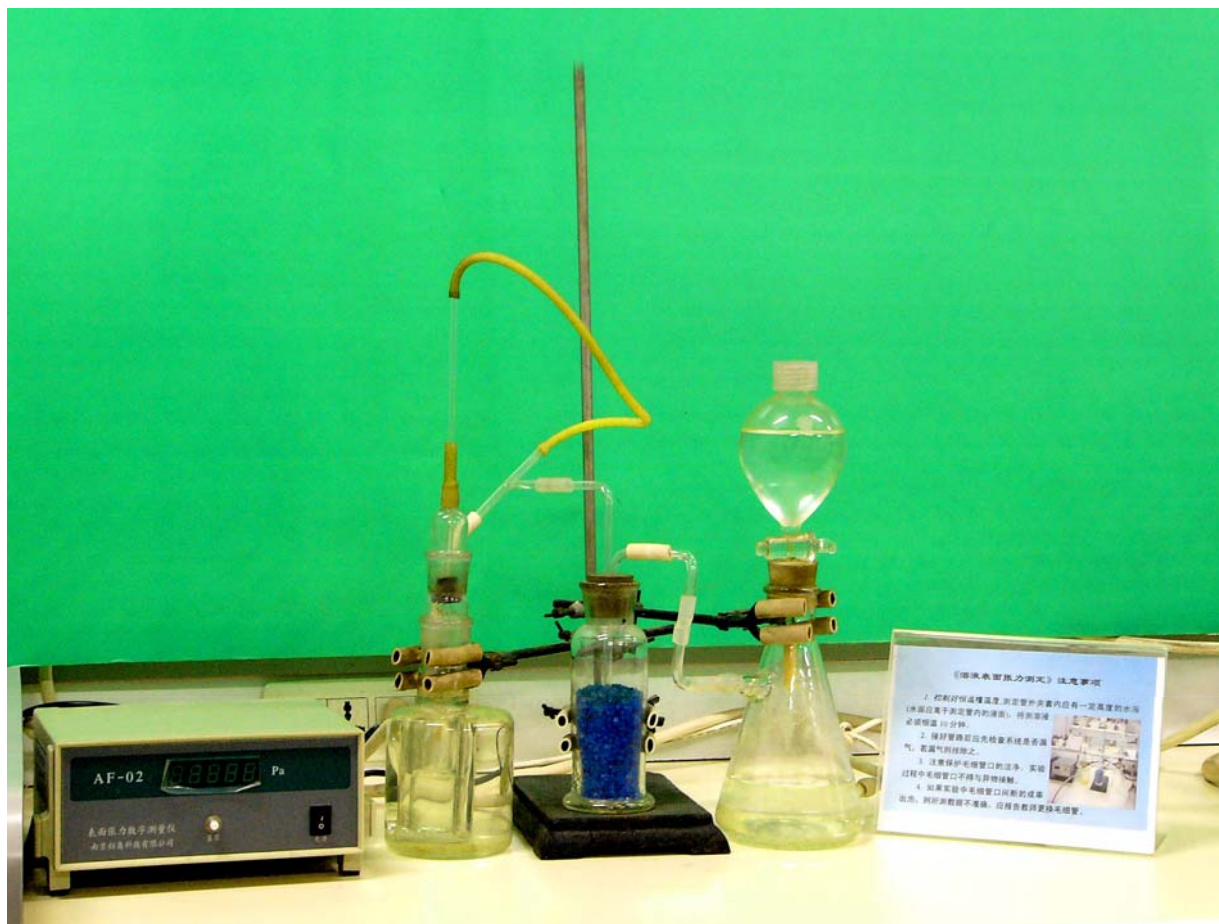
在同一温度下，若测得了不同浓度 $c$ 的溶液表面张力，则可按**Gibbs**吸附等温式计算溶质在单位界面过剩量，即吸附量：

$$\Gamma_2^{(1)} = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$$

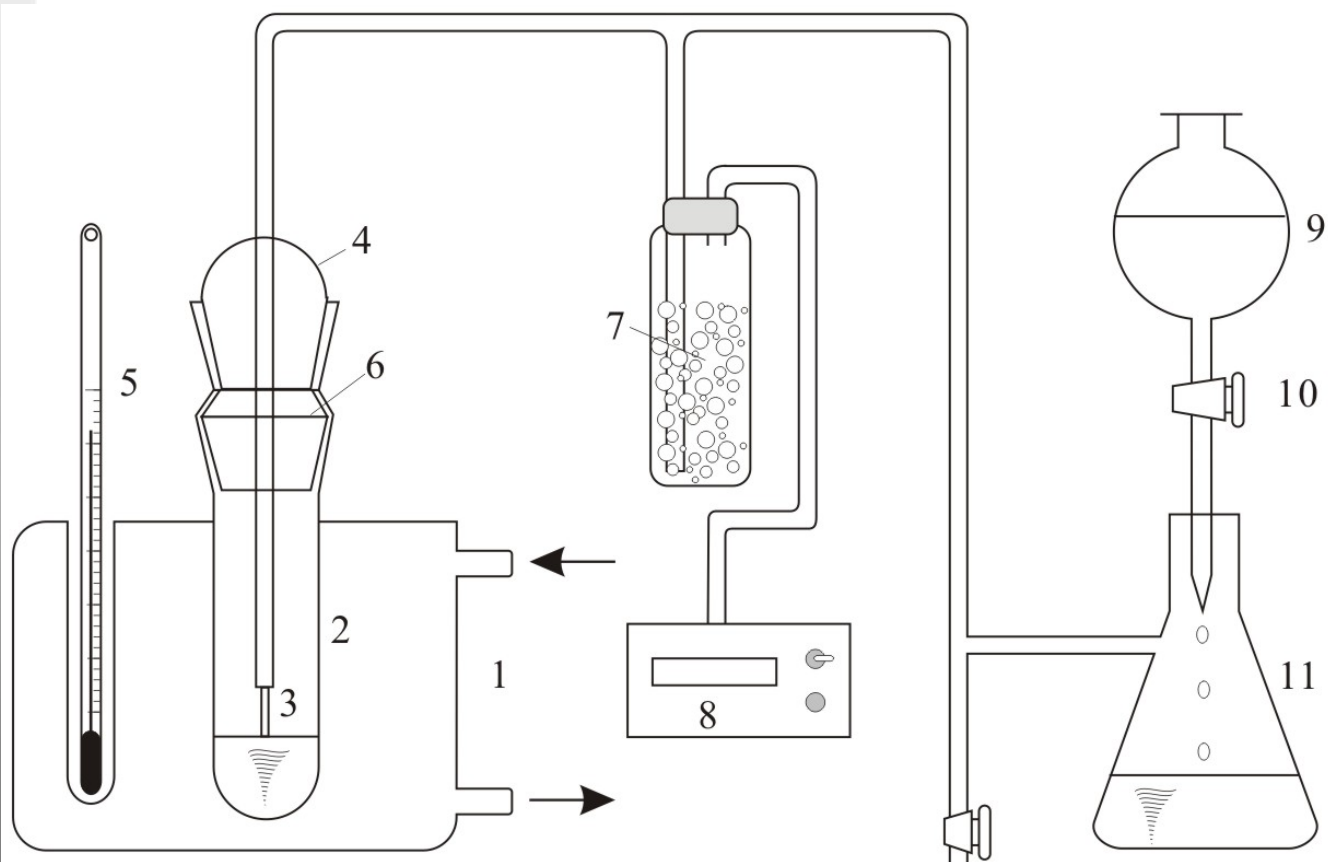
本实验中用数字式微压差测量计测量压力差  $\Delta p$ ，用超级恒温槽控制温度。

### 三、仪器与试剂

仪器：超级恒温槽，表面张力测定装置，数字式微压差测量计  
试剂：不同浓度乙醇溶液



使毛细管**3**接触液体表面，通过储水瓶**9**的水压让气体通入毛细管内，使毛细管内外压差增大，让气泡从管口脱离，并通过数字式微压差测量计**8**测出此过程的最大压差。



最大泡压法的装置示意图

## 四、实验步骤

- 1、调节超级恒温槽温度至设定温度。
- 2、在测量管中装入一定量的参考液体（去离子水），调节毛细管的高度，使其管口刚好与液面接触。
- 3、恒温**10**分钟后，通过活塞**10**调节储水瓶**9**中水滴滴入增压瓶**11**的速度，使气泡从毛细管口逸出，速度控制在**5~15**个/分钟。记录数字式微压差计最大读数，至少测定三次取平均值。
- 4、同上测定不同浓度的乙醇溶液的最大压差读数。

注意：每次更换溶液时，测量管和毛细管均应用待测液淋洗；毛细管口应保持干净。



## 五、数据记录与处理

1. 计算不同浓度的乙醇溶液的表面张力；
2. 绘出表面张力-浓度曲线，求各点的斜率；
3. 计算溶液各浓度所对应的单位表面吸附量。