



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

# 普通化学 (乙)

## 第1章 物质的聚集状态

主讲老师：厉刚

# 目 录



浙江大學  
ZHEJIANG UNIVERSITY

第1节 分散系

第2节 理想气体状态方程及分压定律

第3节 溶液浓度的表示方法

第4节 稀溶液的通性

第5节 胶体溶液

第6节 高分子溶液（自学）

第7节 乳状液 — 粗分散系

} 溶液

} 胶体分散系

# 第1节 分散系 (dispersion system)



**分散系**：物质A（**分散相**）分散在物质B（**分散介质**）中所形成的体系。

**分散相/分散介质、分散质/分散剂**

分散系必然是一个混合物，至少由一种分散相和一种分散介质组成。对于一个给定的分散系，可以有多个分散相，但只有一个分散介质。

分散系可以是一个相（即均相）也可以是多个相，可以是均匀的也可以是不均匀的。

**如何确定一个分散系中的分散相和分散介质？**

**分散相** (dispersed phase) : 被分散的物质，非连续相，相当于溶液中的溶质。

**分散介质** (dispersion medium) : 连续相，相当于溶液中的溶剂。



分散系种类很多，有两种分类方法：

- (1) 根据分散介质和分散相的聚集状态；
- (2) 根据分散相粒子的大小。

# (1) 根据分散介质和分散相的聚集状态进行分类



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

分散介质	分散相	实例
气	气	空气
	液	云、雾
	固	烟、霾
液	气	泡沫、汽水
	液	牛奶、豆浆
	固	油漆、墨水
固	气	泡沫塑料、气凝胶
	液	豆腐
	固	合金、红宝石（含氧化铬的刚玉）

# 思考题



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

1. 下列分散系中，分散介质为固体，分散相为液体的分散系是\_\_\_\_\_。  
A. 红宝石      B. 合金      C. 牛奶      D. 豆腐
  
2. 下列分散系中，分散介质和分散相均为固相的是\_\_\_\_\_。  
A. 红宝石      B. 凝胶      C. 豆腐      D. 珍珠

## (2) 根据分散相粒子的大小进行分类



分散系（分散介质为液体）	分散相粒子尺寸	备注
溶液	< 1 nm	乙醇水溶液、葡萄糖溶液、氯化钠溶液等。均相，透明，光散射很弱，扩散速度快，热力学稳定。
胶体分散系	1 ~ 100 nm	<p><b>第1类：胶体溶液</b>，又称溶胶或憎液溶胶，是固体小颗粒分散在液体中，如<math>\text{Fe(OH)}_3</math>胶体，通常是不透明的。</p> <p><b>第2类：高分子溶液</b>，又称亲液溶胶，如蛋白质溶液，聚乙烯醇溶液等，通常是透明的，与溶液表观上没有区别，但微观上有区别，高分子溶液中分散相的尺寸较大，介于1-100 nm之间，可发生<b>光散射</b>，胶体粒子扩散速率慢，不能透过半透膜。</p>
粗分散系	> 100 nm	如黄河水，不稳定，但有些粗分散系如乳状液，比较稳定，原因是表面活性剂分子起到了分散和稳定的作用，乳状液的性质与胶体相似。

## 第2节 理想气体状态方程及分压定律



### 2.1 理想气体状态方程 (state equation of ideal or perfect gas )

$$pV = nRT$$

$p$ : 气体的压力或压强, SI单位: Pa;

$V$ : 气体的体积, SI单位: m<sup>3</sup>;

$n$ : 物质的量, SI单位: mol;

$T$ : 气体的热力学温度, SI单位: K;

$R$ : 摩尔气体常数, =8.314 J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>

# 理想气体的定义



现实生活中不存在的，是一种假想的气体。

- (1) 分子本身没有体积（或分子的大小可以忽略不计）
- (2) 分子间没有相互作用力

现实生活中存在的气体，称为**真实气体**，通常情况下为**非理想气体**。

真实气体特别是非极性气体，在**低压高温**条件下可近似看成是理想气体，其 $pVT$ 关系满足理想气体状态方程。**为什么呢？**



例1-1 假设一个氢气钢瓶的容积为50.0 L, 25.0°C 时压力表显示压力为0.4 MPa, 则钢瓶内氢气的质量为多少?

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{(0.4 + 0.1) \times 10^6 \text{ Pa} \times 50.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298.15 \text{ K}} = 10.1 \text{ mol}$$

钢瓶中氢气的质量为:  $10.1 \text{ mol} \times 2.01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20.3 \text{ g}$



## 2.2 分压定律

**分压力：**理想气体混合物中任意一种气体在混合物的温度和体积下具有的压力。

$$p_B = \frac{n_B RT}{V}$$

**分压定律：**理想气体混合物中每一种气体的分压力之和等于系统的总压。该定律是道尔顿于1801年提出。

$$\begin{aligned} p &= \frac{nRT}{V} = \frac{(n_A + n_B + n_C)RT}{V} = \frac{n_A RT}{V} + \frac{n_B RT}{V} + \frac{n_C RT}{V} \\ &= p_A + p_B + p_C \end{aligned}$$

**注意：**分压定律只适用于理想气体混合物，非理想气体混合物不成立。



**推论：**理想气体混合物中任一组分B的分压等于该组分的摩尔分数乘以混合气体的总压。

$$p_B = n_B \frac{RT}{V}$$

$$\frac{p_B}{p} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

$$p = n \frac{RT}{V}$$

$$\therefore p_B = y_B p$$



## 2.3 分体积定律

**分体积：**理想气体混合物中任意一种气体在混合物的温度和压强下所具有的体积。

$$V_B = \frac{n_B RT}{p}$$

**分体积定律：**理想气体混合物中每一种气体的分体积之和等于系统的总体积。

**推论：**理想气体混合物中任一组分B的分体积等于该组分的摩尔分数乘以混合气体的总体积。

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{(n_A + n_B + n_C)RT}{p}$$

$$\therefore \frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

$$= \frac{n_A RT}{p} + \frac{n_B RT}{p} + \frac{n_C RT}{p}$$

$$\therefore V_B = y_B V$$

$$= V_A + V_B + V_C$$



**例1-2** 冬季草原上的空气主要含氮气( $N_2$ )、氧气 ( $O_2$ ) 和氩气 (Ar)。在压力为 $9.7 \times 10^4$  Pa及温度为-22°C 时的一份空气试样经测定其中氮气、氧气和氩气的体积分数依次为0.780、0.210、0.010。计算收集试样中各气体的分压。

$$p(N_2) = 0.78 p = 0.78 \times 9.7 \times 10^4 \text{ Pa} = 7.6 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p(O_2) = 0.21 p = 0.21 \times 9.7 \times 10^4 \text{ Pa} = 2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$p(Ar) = 0.01 p = 0.01 \times 9.7 \times 10^4 \text{ Pa} = 0.97 \times 10^4 \text{ Pa}$$

## 第3节 溶液浓度的表示方法



假设1 g葡萄糖溶解在100 g纯水中，问葡萄糖在该溶液中的浓度等于多少？

浓度有四种表示方法！

- 1、体积摩尔浓度（物质的量浓度）
- 2、质量摩尔浓度
- 3、摩尔分数（物质的量分数）
- 4、质量分数

## 3.1 体积摩尔浓度



$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

$c_B$ : 溶质B的物质的量浓度，单位:  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

$n_B$ : 溶质B的物质的量，单位: mol。

$V$ : 溶液的体积，单位: L。



## 3.2 质量摩尔浓度

$$b_B = \frac{n_B}{m_A}$$

$b_B$ ：溶质B的质量摩尔浓度，单位： $\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

$n_B$ ：溶质B的物质的量，单位：mol。

$m_A$ ：溶剂的质量，单位：kg。

### 3.3 摩尔分数



浙江大學  
ZHEJIANG UNIVERSITY

$$x_B = \frac{n_B}{n} = \frac{n_B}{n_A + \sum_B n_B}$$

$n_B$ : 溶质B的物质的量, 单位: mol;

$n$ : 溶液总的物质的量, 单位: mol;

$x_B$ : 摩尔分数, 单位: 一。

# 摩尔分数具有归一性



溶质B的摩尔分数:

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

溶剂A的摩尔分数:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$x_A + x_B = 1$$

推广到任何一个组分系统

$$\sum x_i = 1$$



## 3.4 质量分数

$$w_B = \frac{m_B}{m} = \frac{m_B}{m_A + \sum_B m_B}$$

$m_B$ ：溶质B的质量，单位：kg；

$m$ ：溶液的质量，单位：kg；

$w_B$ ：溶质B的质量分数，单位：一。

质量分数也具有归一性，即所有溶质的质量分数与溶剂的质量分数之和等于1.

### 3.5 四种溶液浓度表示方法之间的相互转化



#### 1、体积摩尔浓度 ( $c_B$ ) 与质量分数 ( $w_B$ )

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} = \frac{m_B}{M_B m / \rho} = \frac{\rho m_B}{M_B m} = \frac{w_B \rho}{M_B}$$

$M_B$ : 溶质B的摩尔质量

#### 2、体积摩尔浓度 ( $c_B$ ) 与质量摩尔浓度 ( $b_B$ )

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{n_B}{m / \rho} = \frac{n_B \rho}{m} = \frac{n_B \rho}{m_A + m_B} \approx \frac{n_B \rho}{m_A} = b_B \rho$$

## 第4节 稀溶液的依数性



**实验1：**将两瓶液体放置在25°C的恒温水浴中，经过足够长的时间，请问两瓶液体上方的蒸气压是否相同？如果不一样，哪个蒸气压更大？

**实验2：**打开塞子，在1 atm下加热至沸腾，请问它们的沸点是否相同？如果不一样，哪个沸点更高？

**实验3：**在1 atm下，将两瓶液体同时降温，请问水结成冰时对应的温度（凝固点）是否相同？如果不一样，哪个先结冰？

**实验4：**纯溶剂没有渗透压，但是5%葡萄糖水溶液有渗透压，请问渗透压的大小与溶液中溶质的性质和数量均有关吗？

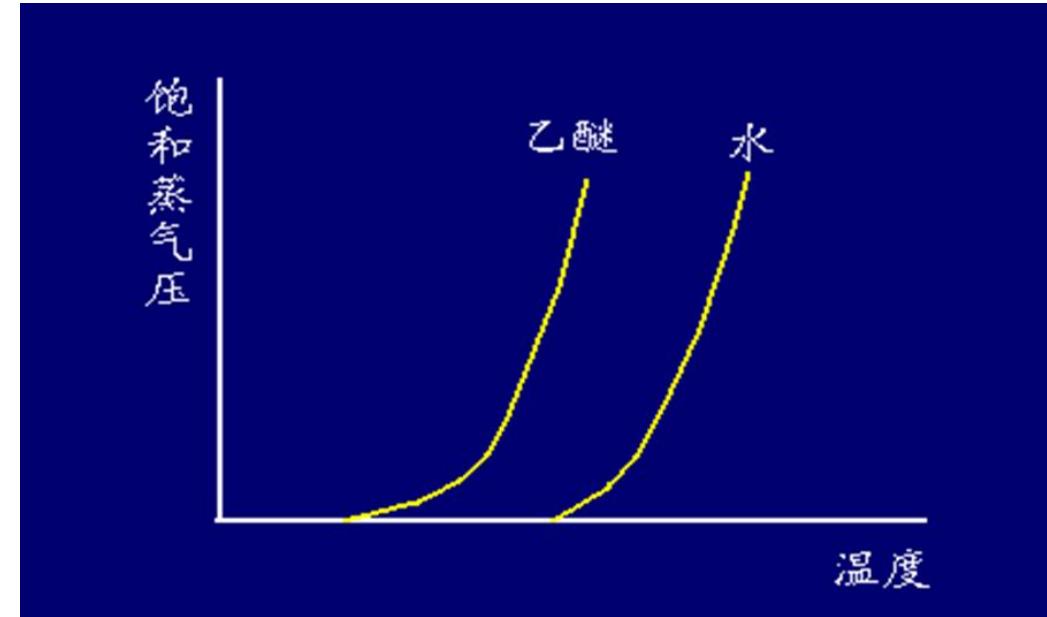
## 4.1 溶液蒸气压下降

纯液体的饱和蒸气压 ( $p^\ominus$ )

(saturated vapor pressure)

将这种纯液体置于一个密闭容器中，容器置于一个温度为 **T** 的恒温箱中，经过足够长的时间，当蒸气的压力不再随时间而改变（即达到气液平衡），此时液体上方蒸气的压力称为该液体在温度 **T** 时的饱和蒸气压。

纯液体的饱和蒸气压是温度的函数。





- ◆ 稀溶液的蒸气压=溶剂的蒸气压+溶质的蒸气压
- ◆ 法国科学家拉乌尔通过大量实验发现，纯溶剂中加入少量溶质（不管溶质是挥发的还是不挥发的），溶剂的蒸气压总是下降的！即 $p_A < p_A^*$ 。
- ◆ 如果稀溶液中溶质是不挥发的，如葡萄糖，则稀溶液的蒸气压=溶剂的蒸气压，而溶剂的蒸气压总是下降的，因此稀溶液的蒸气压低于纯溶剂的蒸气压。
- ◆ 如果稀溶液中溶质是挥发的，且挥发性大于溶剂，如水中加入少量乙醇，则溶剂的蒸气压仍然下降，但稀溶液的蒸气压却是升高的。



稀溶液中溶剂蒸气压下降值 ( $\Delta p$ ) 与溶液中溶质B的摩尔分数 ( $x_B$ ) 有关:

$$\Delta p = p_A^* - p_A = x_B p_A^*$$

假设稀溶液由溶剂A和溶质B组成,  $x_A + x_B = 1$ , 即  $x_B = 1 - x_A$

$$p_A^* - p_A = p_A^*(1 - x_A)$$

$$p_A = x_A \cdot p_A^*$$

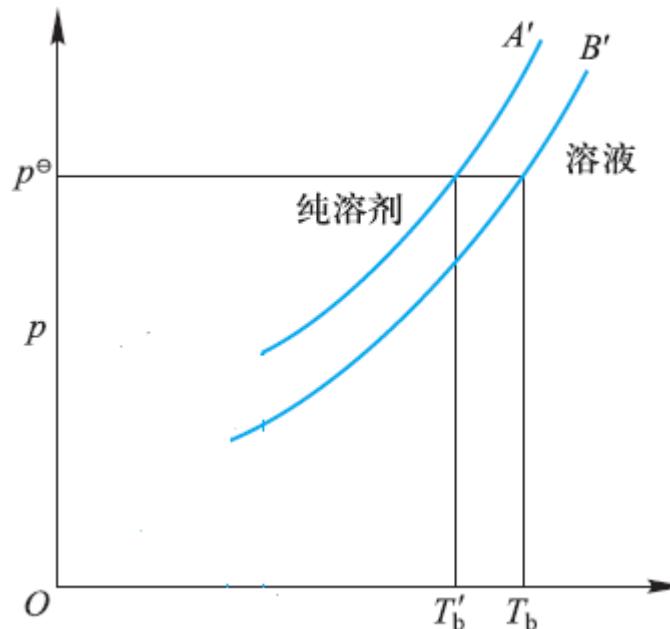
拉乌尔定律

拉乌尔定律的适用对象: 稀溶液或理想溶液。

理想溶液: 结构相近、分子间作用力相似的分子构成的溶液, 如苯和氯代苯构成的溶液。

## 4.2 溶液沸点升高

**沸点：**当液体饱和蒸气压与外界压力相等时的温度。



$$T_b > T_b'$$

$$\Delta T_b = T_b - T_b' = K_b \cdot b_B$$

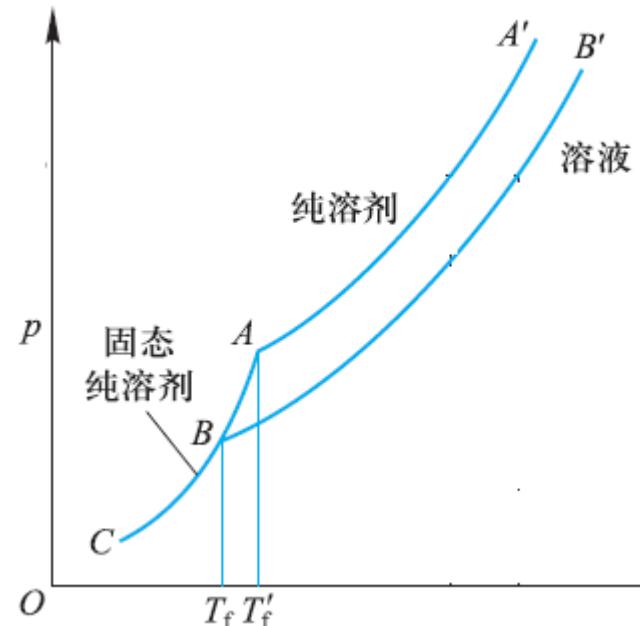
$K_b$ : 称为溶剂的沸点升高常数,  $\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

## 4.3 溶液凝固点降低



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

凝固点：液体降温至刚好有固体析出时的温度。此时，液体和固体的饱和蒸气压相等。



$$T_f < T_f'$$

$$\Delta T_f = T_f' - T_f = K_f \cdot b_B$$

$K_f$ : 称为溶剂的凝固点降低常数,  $\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

# 常见溶剂的 $K_b$ 和 $K_f$



溶 剂	$T_b / K$	$K_b$ $/ K \cdot kg \cdot mol^{-1}$	$T_f / K$	$K_f$ $/ K \cdot kg \cdot mol^{-1}$
水	373.15	0.52	273.15	1.86
苯	353.35	2.53	278.66	5.12
萘	491.15	5.80	353.45	6.94
乙酸	391.45	3.07	289.75	3.90
四氯化碳	351.65	4.88	—	—



例1-3 有一个质量分数为1.00%的非电解质水溶液，测得其凝固点为273.05 K。  
计算溶质的相对分子质量。

解：根据公式： $\Delta T_f = K_f b_B$ ，则有

$$\Delta T_f = K_f b_B = K_f \frac{m_B}{M_B m_A} \quad \Delta T_f = 273.15 - 273.05 = 0.1 K$$

假设溶液的质量为100 kg，则溶质的质量为1 kg，溶剂的质量为99 kg。

$$M_B = K_f \frac{m_B}{\Delta T_f m_A} = 1.86 \times \frac{1000}{0.1 \times 99} = 188 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

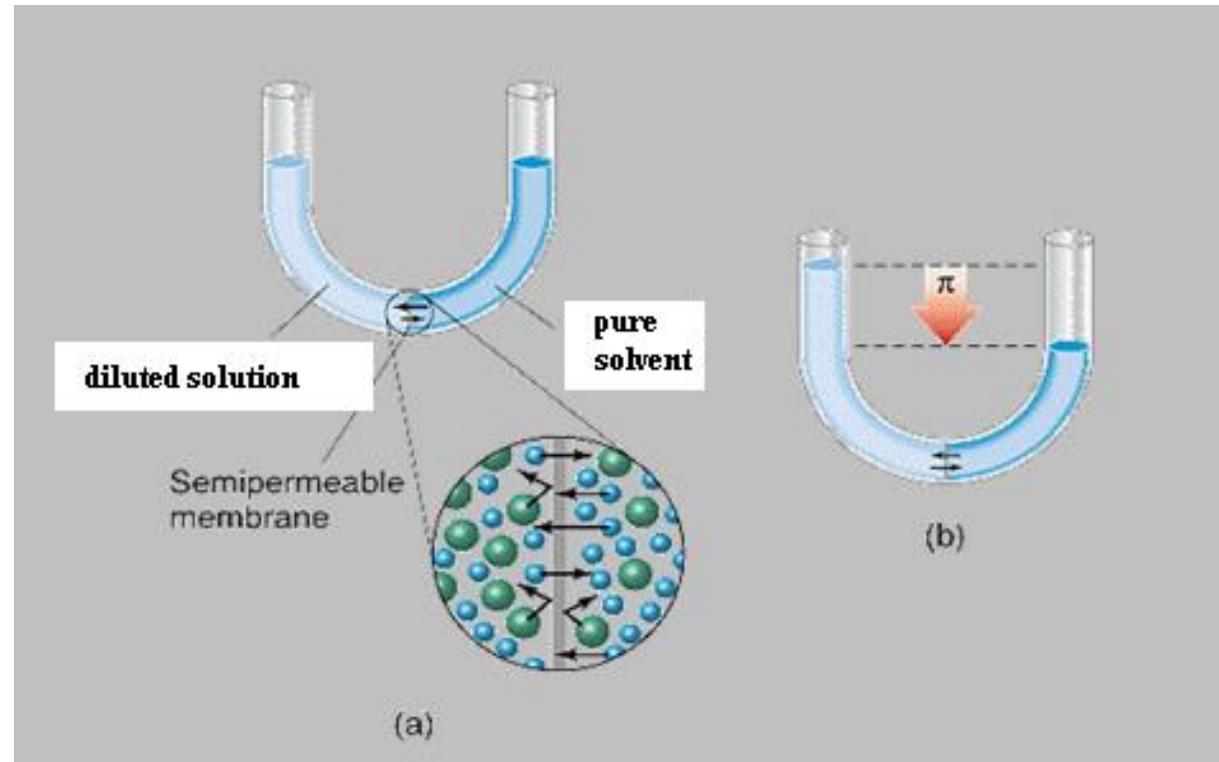
## 4.4 溶液的渗透压



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

溶剂分子通过半透膜扩散的现象称为渗透（osmosis）。

渗透压：阻止溶剂渗透而在溶液一侧施加的最小压强。



# van't Hoff 渗透压定律



$$\pi = c_B RT$$

$$pV = nRT \rightarrow p = \frac{n}{V} RT \rightarrow p = cRT$$

稀溶液的渗透压只与溶质的数量有关，与溶质的性质无关。

$\pi$ : 溶液的渗透压, kPa;

$c_B$ : 溶质的体积摩尔浓度, mol·L<sup>-1</sup>;

$R$ : 摩尔气体常数,  $R=8.314\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;

$T$ : 温度, K。

请注意教材第13页上R的数值及其单位!

van't Hoff 渗透压公式, 只适用于稀溶液。



例1-4 有一个蛋白质的饱和水溶液，每升溶液中含蛋白质5.18 g，实验测得298.15 K时该溶液的渗透压为413 Pa，求此蛋白质的相对分子质量。

$$\pi = c_B RT = \frac{m_B}{M_B V} RT$$

$$M_B = \frac{m_B}{\pi V} RT = \frac{5.18}{413 \times 10^{-3} \times 1} \times 8.314 \times 298.15 = 3.11 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 1、蒸气压下降 (The lowering of the vapor pressure)
- 2、沸点上升 (The elevation of the boiling point)
- 3、凝固点降低 (The depression of the freezing point)
- 4、渗透压 (The phenomenon of osmotic pressure)

稀溶液的蒸气压下降值、沸点升高值、凝固点降低值及渗透压的大小，只与溶液中溶质的数量有关，而与溶质的性质无关，因此将这些性质称为稀溶液的依数性，或称为稀溶液的通性。大家需要注意的是，这些结论是有前提条件的！



## 第5节 胶体溶液

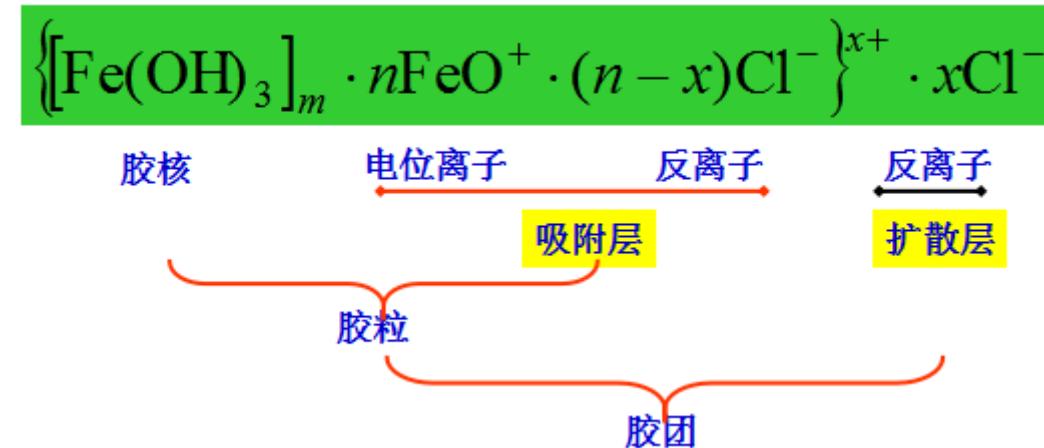
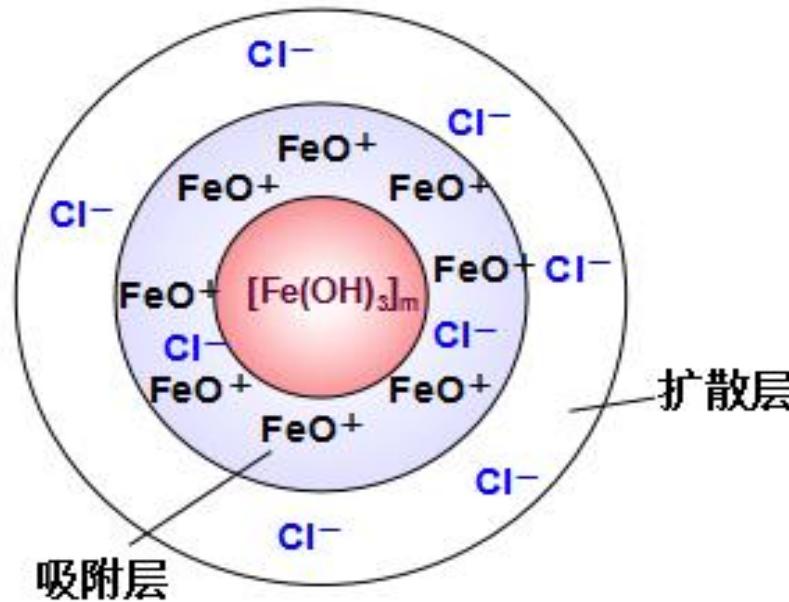
- ◆ 胶体分散系是指分散相尺寸为1-100 nm 的分散系。
- ◆ 以液体为分散介质的胶体分散系分为两大类：胶体溶液和高分子溶液。

胶体分散系	分散相	系统	稳定性	举例
胶体溶液/溶胶/憎液溶胶	胶团	多相系统	热力学不稳定	Fe(OH) <sub>3</sub> 胶体
高分子溶液/亲液溶胶	大分子	均相系统	热力学稳定	淀粉溶液、蛋白质溶液等

# 5.1 胶体溶液中分散相的结构——胶团结构



胶团具有扩散双电层结构

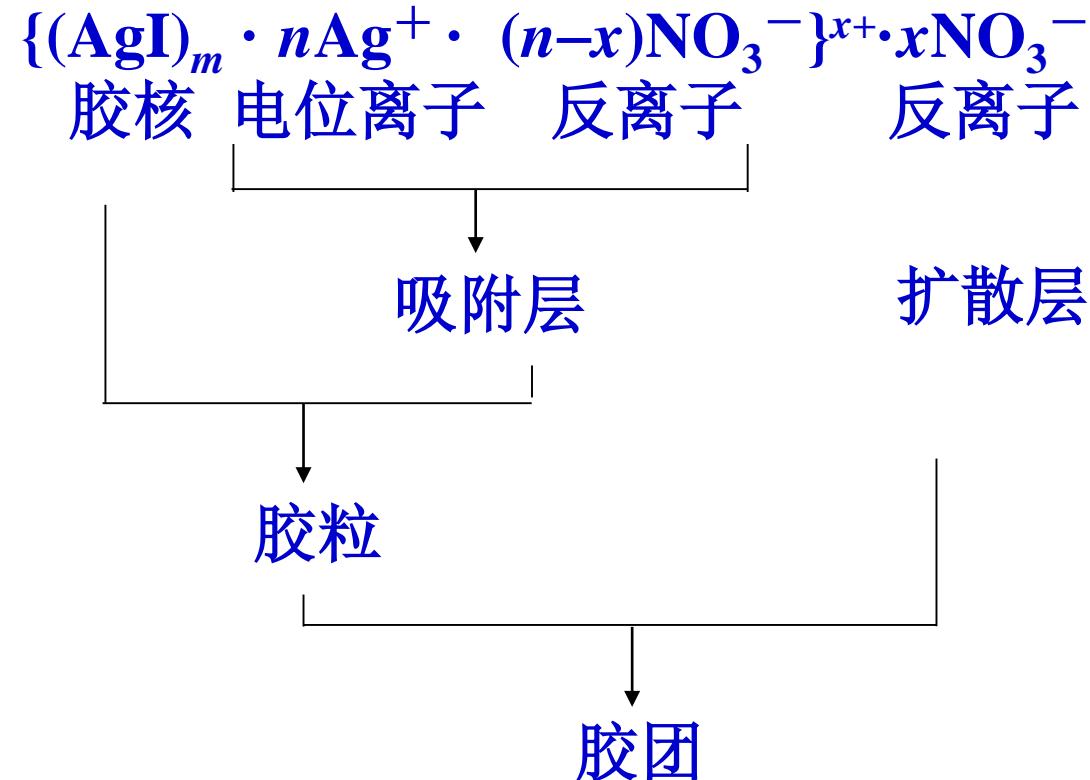


# 过量的稀AgNO<sub>3</sub>与稀KI溶液反应制备AgI溶胶



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

AgI胶团结构简式：

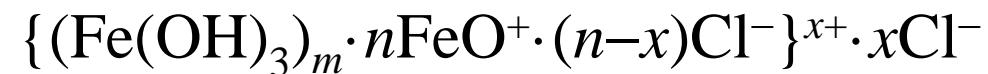


# 胶团结构式

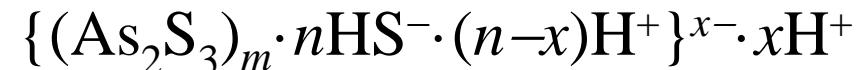


浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

氢氧化铁溶胶



三硫化二砷溶胶



二氧化硅溶胶





## 5.2 胶体溶液的性质

胶体溶液的性质

- 光学性质
- 溶胶的动力学性质
- 溶胶的电学性质

# 1、溶胶的光学性质



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

丁达尔（Tyndall）效应：当一束波长大于溶胶分散相直径的入射光照射到溶胶时，会发生光的散射现象，即丁达尔效应。



森林中的丁达尔现象

# 丁达尔现象产生的原因



光线照射到物体表面时，可能产生如下情况：

- (1) 当分散相直径远大于入射光的波长时，入射光被完全反射；
- (2) 当分散相直径小于入射光波长，则发生光的散射作用而出现丁达尔现象。
- (3) 当分散相直径远小于入射光波长时，由于散射强度变弱，因此也观察不到丁达尔现象。

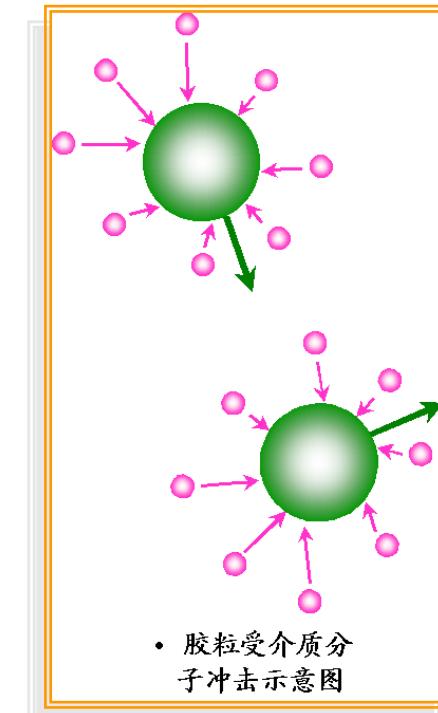
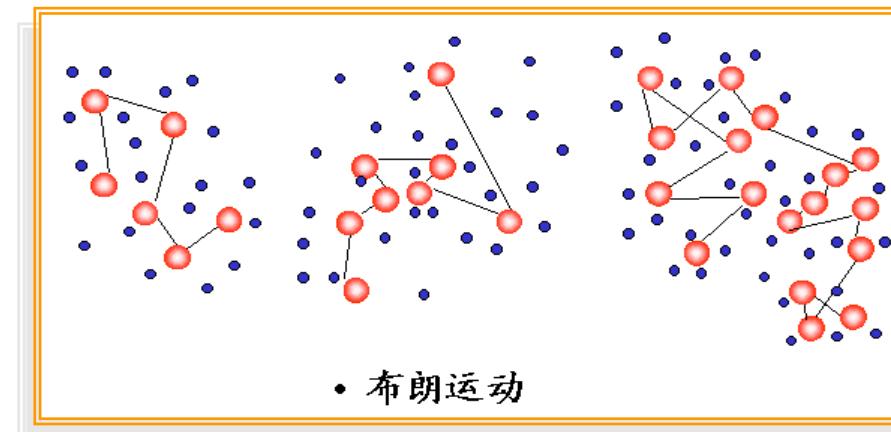
溶胶的分散相直径：1 ~ 100 nm

可见光的波长范围：400 ~ 760 nm

## 2、溶胶的动力学性质

**布朗(Brown)运动：**植物学家Brown先生在1827年，用超显微镜观察到水中悬浮的花粉一直在进行不停息、无规则的运动，我们把这种运动称为布朗运动。

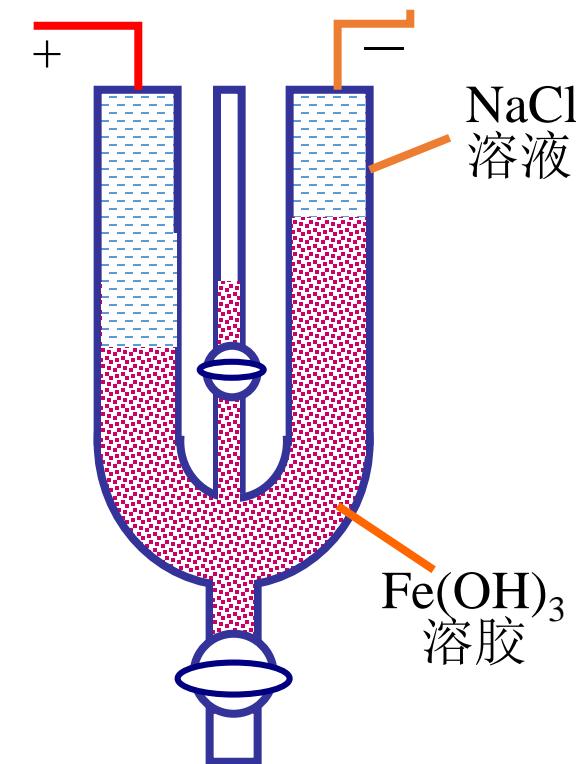
与花粉一样，溶胶中的分散相粒子也会发生布朗运动。布朗运动的本质是什么？是溶剂分子一直在做无规则的热运动，溶剂分子从各个方向不断撞击分散相粒子，从而观察到分散相粒子的无规则运动。



### 3、溶胶的电学性质

如前讨论，溶胶中的胶粒是带电荷的。在外电场作用下，胶粒在分散介质中会发生定向移动，这种现象称为电泳 (electrophoresis)。电泳现象本身也证明胶粒是带电的。

图中 $\text{Fe(OH)}_3$ 溶胶在电场作用下向阴极方向移动，证明 $\text{Fe(OH)}_3$ 溶胶的胶粒是带正电荷的。



电泳示意图

## 5.3 溶胶的稳定性和聚沉



### 1、溶胶的稳定性

溶胶是热力学不稳定系统，但有些溶胶却能在相当长时间里稳定存在，例如法拉第制备的金溶胶静置数十年才聚沉于管壁上，为此人们提出了多种理论进行解释。

- a. 动力学稳定性：分散相粒子一直在做布朗运动，使其不会因重力作用而从分散介质中分离出来。
- b. 聚结稳定性：分散相粒子具有胶团结构，而胶粒是带电荷的，同种电荷之间的静电排斥作用使胶团不会相互聚结而产生沉淀。

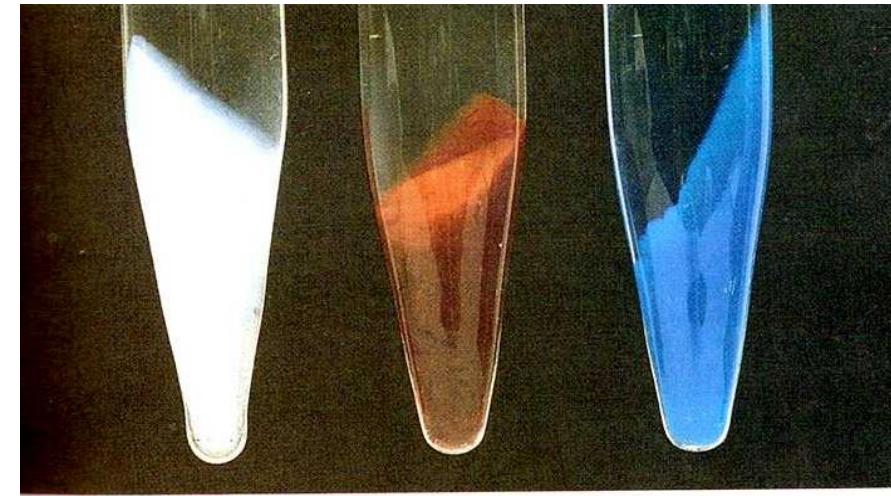


## 2、溶胶的聚沉

聚沉 (coagulation) : 溶胶中的分散相从分散介质中分离出来的过程。

影响溶胶聚沉的因素:

- (1) 加热
- (2) 加电解质
- (3) 加相反电荷的溶胶 = 溶胶互聚



三种溶胶聚沉

(左) $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; (中) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ; (右) $\text{Cu}(\text{OH})_2$

# 电解质对溶胶的聚沉作用



反离子起作用

电解质的聚沉能力，用聚沉值的大小来表示。

聚沉值：一定时间内，使一定量的溶胶完全聚沉所需要的电解质的最低浓度。

电解质的聚沉值愈大，聚沉能力愈小。

电解质的聚沉值愈小，聚沉能力愈大。

例如带正电荷的 $\text{Fe(OH)}_3$ 溶胶：

聚沉能力： $\text{KCl} < \text{K}_2\text{SO}_4 < \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

聚沉值大小之比约为： $(\frac{1}{1})^6 : (\frac{1}{2})^6 : (\frac{1}{3})^6$  **Schulze-Hardy rule**

崇明岛的成因



对于带负电荷的 $\text{As}_2\text{S}_3$ 溶胶，聚沉能力：

- (1)  $\text{AlCl}_3 > \text{MgCl}_2 > \text{KCl}$
- (2)  $\text{Rb}^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+$

结论：

- (1) 与胶粒所带电荷相反的离子电荷越高，对溶胶的聚沉作用就越大。
- (2) 随着离子半径的减小，离子的聚沉能力减弱。为什么？

原因：

离子半径越小，电荷密度越大，其溶剂化半径也越大，因此其聚沉能力就越小。

两种带相反电荷的溶胶按适当比例相互混合，溶胶同样会发生聚沉。

例如：明矾的净水作用

天然水中胶态的悬浮物大多带负电，明矾（ $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ）在水中水解产生的 $Al(OH)_3$ 溶胶带正电，它们相互聚沉而使水净化。

铝对人体有害，长期饮用明矾净化的水，据说容易得老年性痴呆症，因此已不提倡用明矾净水。另外，食品加工（油条、馒头、膨化食品等）中也禁止使用含铝的食品添加剂（膨松剂）。

## 第6节 高分子溶液



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

高分子（聚合物）：相对分子量大于 $10^4$ ，如淀粉、蛋白质、核酸、纤维素、树脂、橡胶、塑料等。

### 1、高分子溶液的特性（兼有溶胶和溶液的性质）

- (1) 高分子溶液是一种热力学稳定体系。
- (2) 分散相尺寸较大，不能透过半透膜，扩散速度慢。
- (3) 高分子既可以溶解在溶剂中，也可以从溶剂中析出，具有溶解的可逆性。
- (4) 高分子溶液具有一定的抗电解质聚沉能力。



## 2、高分子溶液的盐析

在高分子溶液中加入少量电解质不会聚沉，但加入大量电解质后，高分子溶液也会发生聚沉，这种现象称为盐析。

加入电解质，除中和聚合物分子所带的电荷外，重要的是破坏其水化膜。

实验表明，盐析能力与电解质离子的种类有关。

离子的盐析能力顺序（也称感胶离子序）：

(阴离子) 柠檬酸根 > 酒石酸根 >  $\text{SO}_4^{2-}$  > 醋酸根 >  $\text{Cl}^-$  >  $\text{NO}_3^-$  >  $\text{ClO}_3^-$  >  $\text{I}^-$

(阳离子)  $\text{Li}^+$  >  $\text{Na}^+$  >  $\text{K}^+$  >  $\text{NH}_4^+$  >  $\text{Mg}^{2+}$

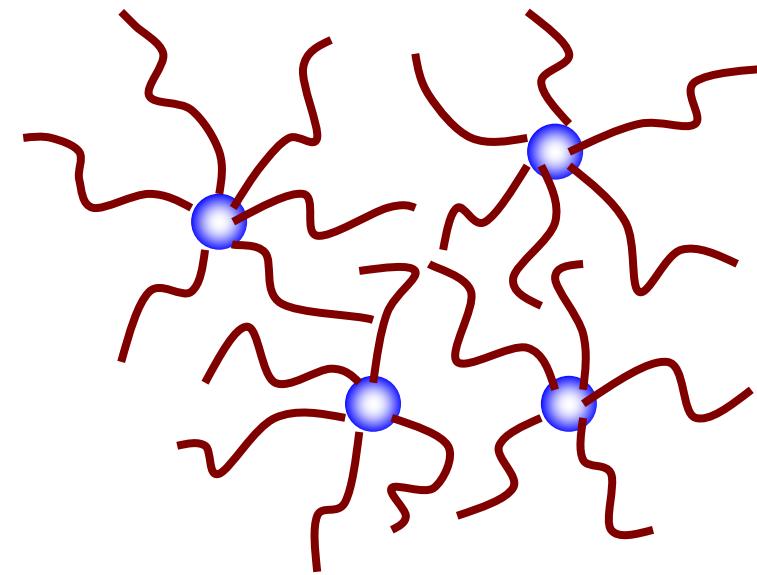
离子的盐析能力大小与离子的水化能力是一致的。

### 3、高分子对溶胶的保护和聚沉作用



#### (a) 保护作用

溶胶中加入大量的聚合物分子，许多个聚合物分子的一端吸附在同一个分散相粒子的表面上，或者许多个聚合物分子环绕在胶体粒子周围，可以防止溶胶聚沉。



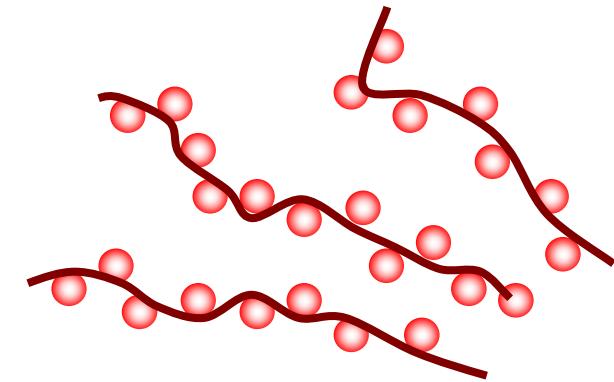
## (b) 聚沉作用

在溶胶中加入少量聚合物分子，特别是相对分子量很大的线型聚合物，则会减弱溶胶的稳定性，使溶胶发生聚沉。

**搭桥效应：**许多分散相粒子吸附在同一个长碳链的聚合物分子上，通过“搭桥”把胶粒联结在一起，引起聚沉。

**脱水效应：**聚合物分子的强亲水作用，破坏了胶粒表面的水化层，引起聚沉。

**电中和效应：**离子型聚合物分子吸附在带电的胶粒上，中和胶粒的表面电荷，使胶粒间的排斥势能降低，引起聚沉。





## 第7节 乳状液

**乳状液：**两种不互溶或部分互溶的液体，加入少量表面活性剂（又称乳化剂）之后，形成的相对稳定的粗分散系，如牛奶、豆浆等。

### 乳状液的类型：

- 1、**水包油型（oil in water, O/W）：**油滴分散在水中。油（非极性的有机分子如正辛烷）是分散相，水是分散介质，如牛奶、豆浆、农药等。
- 2、**油包水型（water in oil, W/O）：**水滴分散在油中。水是分散相，油是分散介质，如石油等。

# 表面活性剂



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

定义：加入少量后能显著降低溶液表面张力的物质。

从结构上分析，表面活性剂分子一端亲水，另一端亲油或疏水，因此又称两亲分子。

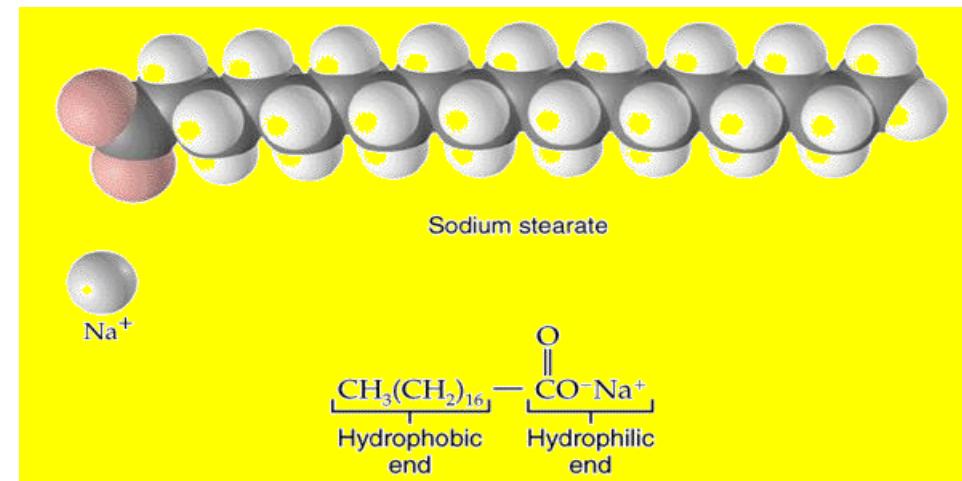
亲水端通常是极性基团，如—OH、—COOH、—NH<sub>2</sub>，=NH、—NH<sub>3</sub><sup>+</sup>等；

亲油端或疏水端则通常是非极性基团，如长碳链或芳香基团。



亲水端

亲油端或疏水端



# 表面活性剂的分类

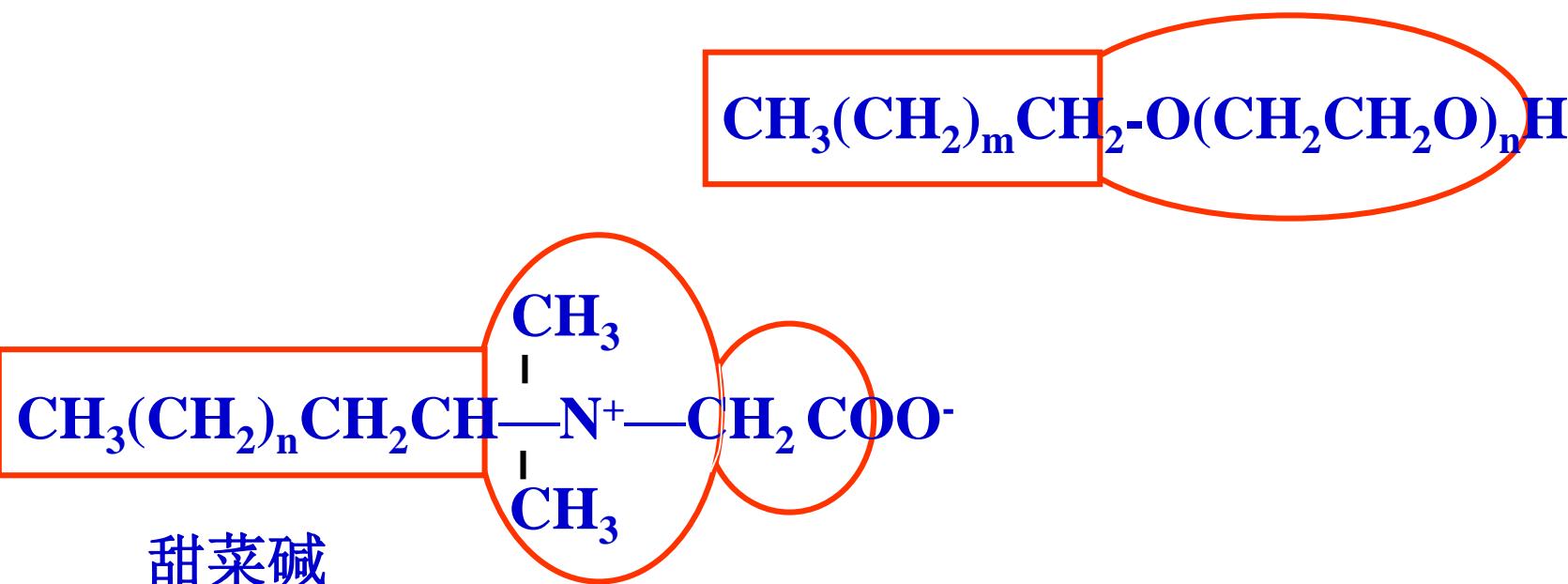


浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

表面活性剂

离子型      高级脂肪醇聚氧乙烯醚

阴离子~: 如 $C_{17}H_{35}COONa$ (硬脂酸钠)  
阳离子~: 如 $C_{18}H_{37}NH_3^+Cl^-$ (铵盐)  
两性~: 如甜菜碱



# 表面活性剂的乳化作用



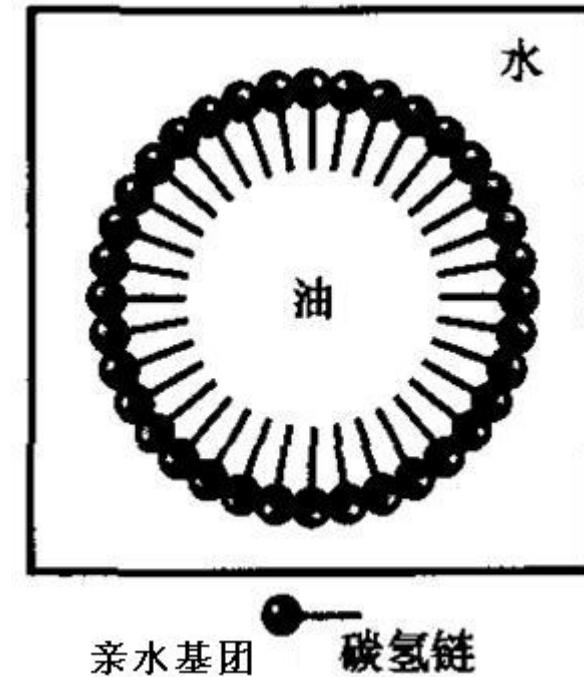
浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

在两种不互溶的液体中加入表面活性剂（即乳化剂），可得到相对稳定的乳状液。

原因：表面活性剂会在油-水两相界面作定向排列：亲水端指向水相，疏水端指向油相，从而使油水两相的表面张力大大降低，得到稳定的乳状液。

根据亲和能力的差别，乳化剂分成两类：

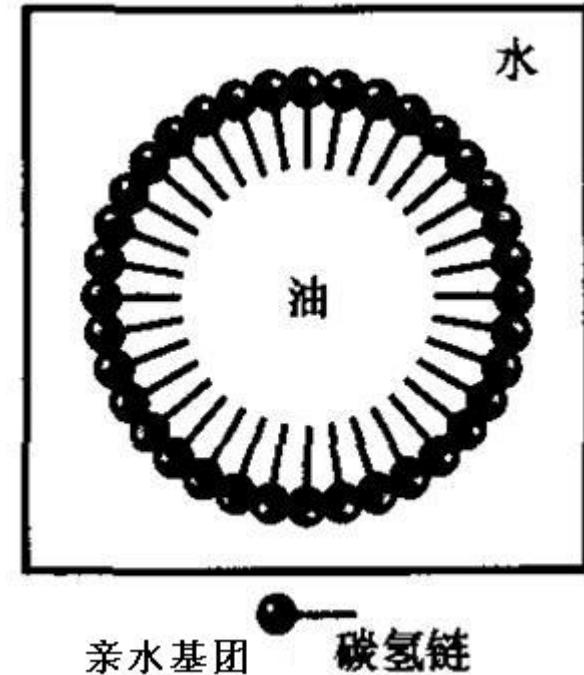
亲水性乳化剂、亲油性乳化剂。



# 亲水性乳化剂

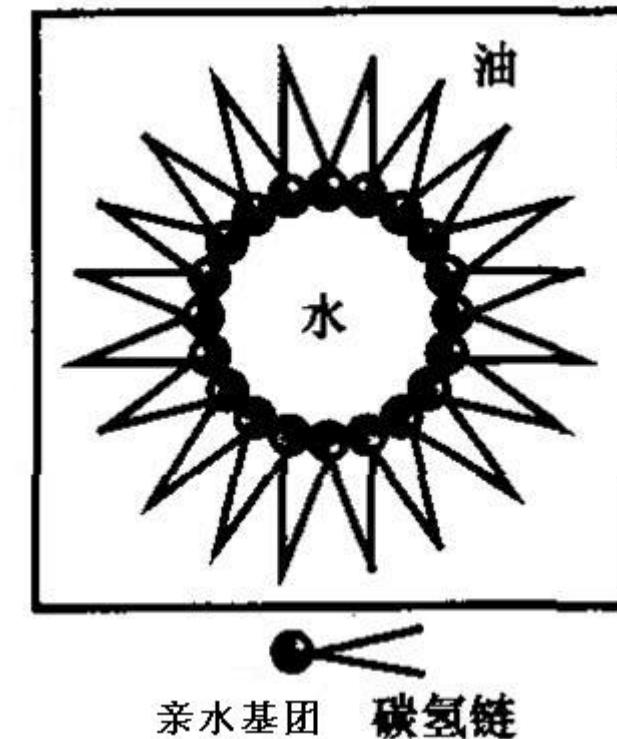


- ◆ 亲水性乳化剂适合于制备O/W型乳状液，即水是分散介质。
- ◆ 亲水性乳化剂分子主要分布在油滴表面。在油滴表面形成一较厚的保护膜，防止油滴之间相互碰撞而聚结，起到乳化作用。



# 亲油性乳化剂

- ◆ 亲油性乳化剂适合于制备W/O型乳状液，即油为分散介质。
- ◆ 亲油性乳化剂分子主要分布在水滴表面。在水滴表面形成一较厚的保护膜，防止水滴之间相互碰撞而聚结，起到乳化作用。



# 如何区分O/W型或W/O型乳状液？



加水稀释后，乳状液不出现分层，说明水是分散介质，为O/W型乳状液。

加水稀释后，乳状液出现分层，说明分散介质是油，为W/O型乳状液。



# 如何区分亲水性乳化剂和亲油性乳化剂？

可以利用HLB值的大小来判别。

**HLB: Hydrophile-Lipophile Balance, 亲水亲油平衡值。**

每一种表面活性剂的HLB值可查阅有关数据手册。

**HLB值越大表示亲水性越强； HLB值越小表示亲油性越强。**

**亲水性乳化剂： HLB=12~18**

**亲油性乳化剂： HLB=2~6**

# 第一章知识点与学习要求



序号	知识点	学习要求		
1	分散系		理解	
2	理想气体状态方程			掌握
3	分压定律, 分体积定律		理解	
4	溶液浓度的表示方法			掌握
5	稀溶液的依数性（蒸汽压、沸点、凝固点、渗透压）			掌握
6	胶体分散系：溶胶和高分子溶液	了解		
7	乳状液	了解		

# 第一章作业



P23~25

1、4、6、7、9、14、18、21



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

# THANKS

---