



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

基础化学 第2
版

第一章 溶液





第一章 溶液

第一节 分散系

第二节 溶液的组成标度

第三节 稀溶液的依数性

第四节 胶体溶液

第五节 表面现象



学习要点

1. 分散系的概念、分类。
2. 溶液组成标度的表示方法、换算、配制及稀释。
3. 渗透压定律、有关计算及应用。
4. 溶胶、高分子溶液的性质及应用。
5. 表面活性物质的基本性质及应用。



学习目标

学习目的

通过学习溶液的基本概念、溶液组成标度表示方法及有关计算、稀溶液的依数性及表面现象等知识，为后续章节如化学平衡、定量分析的学习奠定基础。也为后续课程如药剂学的学习打下基础。

知识要求

掌握分散系分类及各类分散系特征；掌握溶液组成标度表示方法及有关计算；掌握渗透压定律及有关计算、应用；掌握溶胶、高分子溶液的性质及应用。

熟悉熟悉稀溶液的依数性；熟悉溶胶的稳定性和聚沉、凝胶的形成及性质；熟悉表面吸附类型、表面活性物质的基本性质及应用。

了解分散系的基本概念；了解表面张力与表面能的概念



能力要求

熟练掌握各种溶液组成标度表示方法及有关计算；熟练掌握溶液的配制、稀释等基本操作。

学会分散系分类并能说出各类分散系特征；学会分析渗透进行的方向及解释与渗透压相关的医学问题；学会胶体溶液、表面活性物质的性质及应用。



第一节 分散系

一、基本概念

体系：被划分出来作为研究对象的一部分物质或空间。

相：体系中物理性质和化学性质完全相同的均匀部分。

相与相间有明显的界面。

均相体系：只含有一个相的体系。

非均相体系：含有两个或多个相的体系。

例如纯水、食盐水等体系中都只含有一个相，均属单相体系；而冰、水、水蒸气共存的体系属多相体系。



分散系：一种或几种物质分散在另一种物质中所得到的体系。

分散相：被分散的物质。

分散介质：容纳分散相的物质。

例如碘分散在酒精中成为碘酒；泥土分散在水中成为泥浆；碳分散在铁中成为钢等，它们各自成为一个分散系。其中碘、泥土、碳是分散相；酒精、水、铁是分散介质。



二、分类

根据分散相粒子直径不同，可将分散系分为三类：

分散系	分子、 离子分散系	胶体分散系		粗分散系	
	真溶液	溶 胶	高分子溶液	悬浊液	乳浊液
分散相	小分子、小离子	分子、原子、离 子的聚集体	单个 高分子	固体 微粒	液体 微粒
粒子直径	< 1nm	1~100nm		> 100nm	
性质	均相，透明，均 匀，稳定，不聚 沉，粒子能透过 滤纸和半透膜	非均相，不均匀 ，有相对稳定性 ，不易聚沉	均相，均匀， 稳定，不聚沉	非均相，不透明，不 均匀，不稳定，能自 动聚沉，粒子不能透 过滤纸和半透膜	
		粒子能透过滤纸不能透过半透膜			
实例	生理盐水	Fe(OH) ₃ 溶胶	蛋白质溶液	药用硫磺 合剂	药用松节 油搽剂



第二节 溶液的组成标度

溶液的组成标度：指一定量的溶液（或溶剂）中所含溶质的量。习惯上称为溶液的浓度。

一、溶液组成标度的表示方法

1. **质量分数**：溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的质量 (m)。用符号 ω_B 或 $\omega(B)$ 表示。

$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

式中 m_B 和 m 的单位相同，质量分数可用小数或百分数表示，药学上常用符号 % (g/g) 表示。



2. **体积分数**：溶液中溶质 B 的体积 (V_B) 除以溶液的体积 (V)。用符号 φ_B 或 $\varphi(B)$ 表示。

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

式中 V_B 和 V 的单位相同，体积分数可用小数或百分数表示，药学上常用符号 % (ml/ml) 表示。



课堂练习：

表示方法

1. 将 60.0 克蔗糖溶于水，配制成 500 克蔗糖溶液，此溶液中蔗糖的质量分数是多少？

$$\omega_{\text{蔗糖}} = \frac{m_{\text{蔗糖}}}{m} = \frac{60.0}{500} = 0.12$$

2. 配制 500ml 医用消毒酒精需用 375ml 纯乙醇，此酒精溶液中乙醇的体积分数是多少？

$$\varphi_{\text{酒精}} = \frac{V_{\text{酒精}}}{V} = \frac{375}{500} = 0.75$$



3. **质量浓度**：溶质 B 的质量 (m_B) 除以溶液的
体积 (V)。用符号 $\rho(B)$
或 ρ_B 表示。
$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

常用的单位是 g/L、mg/L、 $\mu\text{g/L}$ 。

4. **物质的量浓度**：溶质 B 的物质的量 (n_B) 除以溶
液的体积 (V) (简称浓度)。用符号 c_B
或 $c(B)$ 表示。
$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

常用单位 mol/L、mmol/L。



课堂练习：

表示方法

3. 100ml 静脉滴注用的葡萄糖溶液中含 5.0g $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，此 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液的质量浓度是多少？

$$\rho_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}{V} = \frac{5.0}{0.100} = 50(\text{g/L})$$

4. 将 4.0g NaOH（摩尔质量为 40.00g/mol）溶于水配成 500ml NaOH 溶液，求此溶液的物质的量浓度。

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{4.0}{40.00} = 0.10(\text{mol})$$

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{0.10}{0.500} = 0.20(\text{mol/L})$$



5. **质量摩尔浓度**：溶质 B 的物质的量 (n_B) 除以溶剂 A 的质量 (m_A)。用符号 b_B 或 $b(B)$ 表示。

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

SI 单位是 mol/kg。质量摩尔浓度数值不受温度影响。对于**极稀的溶液** $b_B \approx c_B$ 。

课堂练习：

5. 将 1.38g 甘油溶于 100ml 水中，计算该溶液的质量摩尔浓度。

$$b_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = \frac{n_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1.38}{92.0 \times 0.100} = 0.150(\text{mol/kg})$$



二、溶液组成标度的换算

换算时，要依据各种溶液浓度表示方法的基本定义，找出各种表示方法间的联系。

溶液的质量 $\overset{\text{密度}\rho}{\text{揪揪}}$ 溶液的体积

物质的量浓度 c_B 与质量浓度 ρ_B 之间的换算：

$$c_B = \frac{\rho_B}{M_B} \quad \rho_B = c_B M_B$$

物质的量浓度 c_B 与质量分数 ω_B 之间的换算：

$$c_B = \frac{1000\omega_B\rho}{M_B}$$



课堂练习：

6. 浓硫酸的质量分数为 98%，密度为 1.84 kg/L，
计算浓硫酸的质量浓度和物质的量浓度。

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1.84 \text{ kg/L} \times 98\% \times 1000 = 1800 \text{ (g/L)}$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1.84 \text{ kg/L} \times 98\% \times 1000}{98.07} = 18.4 \text{ (mol/L)}$$



三、溶液的配制与稀释

1. 配制

了解**溶液的**所配制溶液的体积、组成标度的表示方法、溶质的纯度等。通过计算得出所需溶质的量，按计算量进行称取或量取后，置于适当的容器中，加溶剂溶解到一定的体积，混匀即可。

课堂练习：

7. 如何配制 500ml 5.0g/L 的葡萄糖溶液？
8. 如何配制 100ml 1.0 mol/L 的乳酸钠溶液？
($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$)



2. 溶液的稀释

计算依据：稀释前后溶液中所含溶质的量不变。

$$c_1V_1 = c_2V_2$$

课堂练习：

9. 用体积分数为 95% 酒精来配制体积分数为 75% 消毒酒精 500ml，应怎样配制？

$$\varphi_{B1}V_1 = \varphi_{B2}V_2 \quad V_1 = \frac{75\% \times 500}{95\%} = 395(\text{ml})$$

配制方法：用量筒量取 95% 酒精 395ml，加纯化水稀释至 500ml 混匀即可。



第三节 稀溶液的依数性

一、溶液的蒸气压下降

(一) 溶剂的蒸气压

蒸发：溶剂分子扩散到空间形成气相的溶剂分子的过程。

凝聚：气相溶剂分子被吸引到液相中的过程。

溶剂的饱和蒸气压：在一定温度下，气、液两相达到平衡状态时蒸气所具有的压力，简称蒸气压。

蒸气压与物质的本性和温度有关：

1. 不同的物质有不同的蒸气压；
2. 同一物质蒸气压随温度升高而增大；
3. 固体也具有蒸气压（一般都很小）；
4. 每种固体和液体，在一定温度下，蒸气压均是一个定值。



(二) 溶液的蒸气压下降

稀溶液的依数性

溶液的蒸气压下降

：溶液的蒸气压（即溶液中溶剂的蒸气压）低于同温度下纯溶剂的蒸气压的现象。溶液的浓度越大，其蒸气压下降越多。

拉乌尔定律：在一定温度下，难挥发的非电解质稀溶液的蒸气压下降与溶液的质量摩尔浓度成正比，而与溶质本性无关。

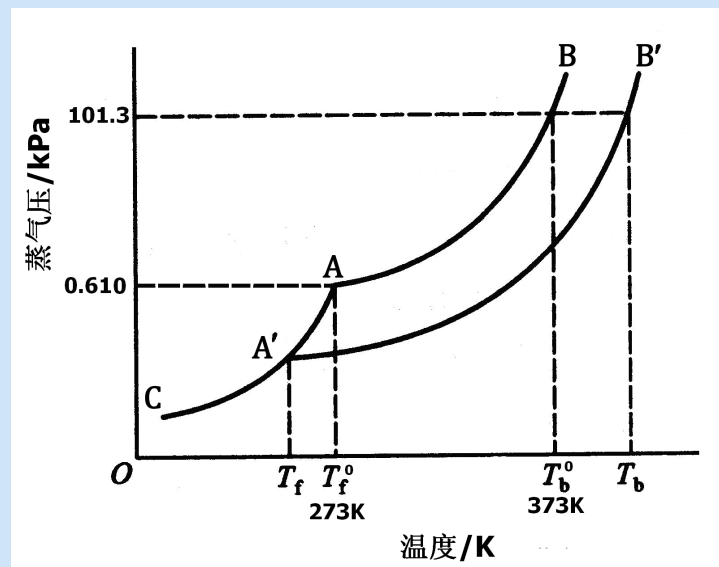


图 1-1 溶液的蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低

AB 为纯水的蒸气压曲线，
A'B' 为溶液的蒸气压曲线，
AC 为冰的蒸气压曲线



二、溶液的沸点升高

稀溶液的依数性

(一) 溶剂的沸点

液体的沸点：液体的蒸气压等于外界大气压时的温度。

如图 1-1 点。
 T_b^0

外界压强越大，液体的沸点

就越高。

纯液体的沸点是恒定的。

(二) **溶液的沸点升高**：溶液的蒸气压等于外界大气压时的温度。

溶液的沸点升高：溶液的沸点高于纯溶剂的沸点的现象。

溶液浓度越大，其

蒸气压就越低，其 沸点也越高。



三、溶液的凝固点降低

稀溶液的依数性

(一) 溶剂的凝固点

液体的凝固点：在一定外压下，某物质的液相与固相具有相同蒸气压而能平衡共存时的温度。

如图 1-1 T_f^0 点所示。

(二) 溶液的凝固点降低

溶液的凝固点：溶液与其固相溶剂具有相同蒸气压而能平衡共存时的温度。

溶液的凝固点降低：溶液的凝固点低于纯溶剂的凝固点的现象。

溶液浓度越大，其蒸气压越低，其凝固点也越低。

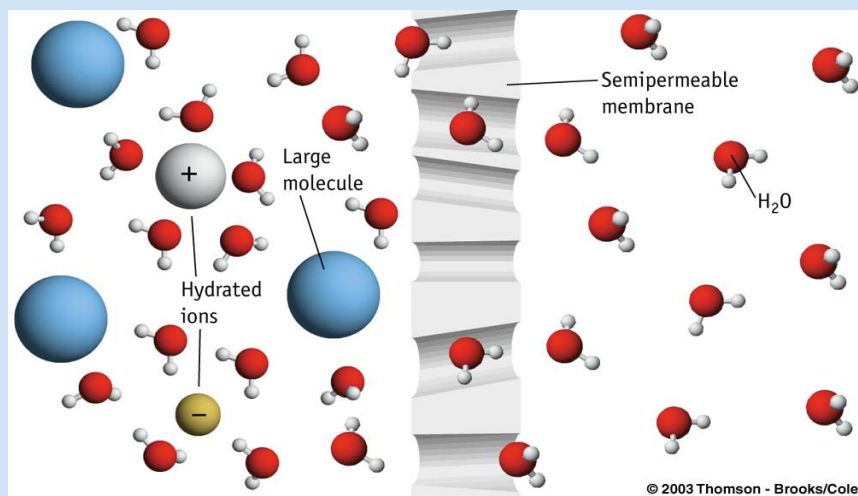


四、溶液的渗透压

稀溶液的依数性

(一) 渗透现象和渗透压

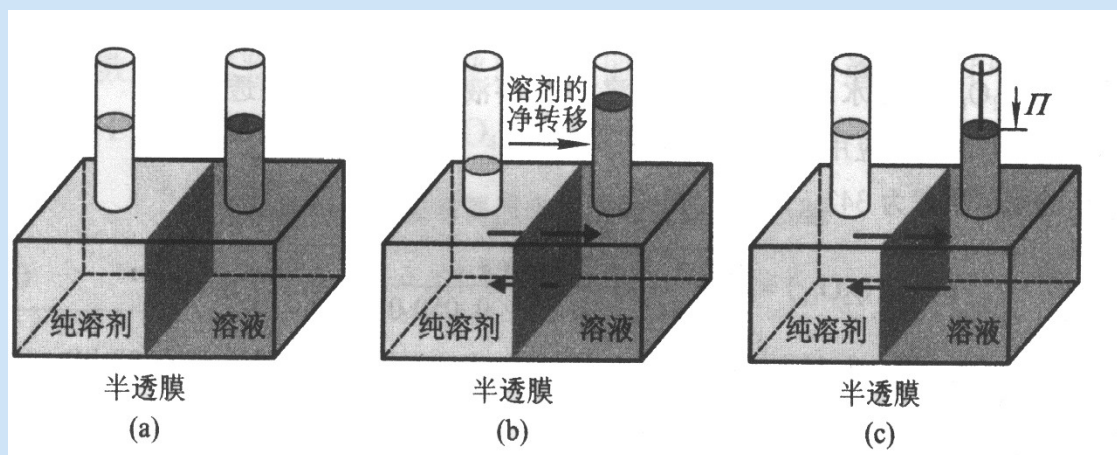
半透膜：是一种可以允许某些物质透过，而不允许另一些物质透过的多孔性薄膜。



半透膜的种类很多，通透性也不同。常用的半透膜有生物体内的细胞膜、动物的膀胱膜、人造羊皮纸和火绵胶膜等。



渗透现象：溶剂分子通过半透膜由纯溶剂进入溶液或由稀溶液进入浓溶液的现象称为渗透现象，简称渗透。



渗透压：为维持半透膜所隔开的溶液与溶剂之间的渗透平衡而需要的超额压力。

渗透压的符号为 Π ，单位为 Pa 或 kPa。

如正常人血浆的渗透压为 720 ~ 800 kPa



渗透结果：减小了膜两侧溶液的浓度差。

反渗透：使渗透作用逆向进行的过程。可用于海水淡化、废水处理和溶液的浓缩等方面。

渗透方向： 溶剂 → 溶液

浓度小的溶液 → 浓度大的溶液

渗透现象产生必须具备的条件：

(1) 有半透膜存在

(2) 半透膜两侧溶液的浓度不相等，即半透膜两侧单位体积内不能透过半透膜的溶质粒子的数目不相等。

思考：渗透现象产生的原因

？



(二) 渗透压与浓度、温度的关系

$$\Pi V = n RT \quad \Pi = cRT$$

式中： Π 为溶液的渗透压

c 为溶液的物质的量浓度 (mol /L)

T 为绝对温度 ($T = 273.15 + t^{\circ}\text{C}$)

R 为常数 $R = [8.314\text{kPa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$

结论：在一定温度下，稀溶液的渗透压只与单位体积溶液中所含溶质的“物质的量”（或微粒数）成正比，而与溶质的本性无关。



思考：对于电解质溶液和非电解质溶液 c 是否相同

1. 对于**非电解质**稀溶液，其物质的量浓度近似地等于质量摩尔浓度，即 $c_B \approx b_B$ 。

$$\Pi = b_B RT$$

2. 对于**电解质**溶液，公式中引入一个校正因子 i 。

$$\Pi = i c R T$$



对于强电解质稀溶液，校正因子 i 值是一“分子”电解质解离出的粒子个数。

例如：NaCl、Kl、NaHCO₃ $i = 2$

CaCl₂、Na₂SO₄、MgCl₂ $i = 3$

课堂练习：

1. 计算 37°C 时 0.15 mol/L KCl 溶液的渗透压是多少？

解： $T = (273+37)K = 310K$ $R = 8.314\text{kPa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

$c = 0.15\text{mol/L}$ $i = 2$

$\Pi = icRT = 2 \times 0.15 \times 8.314 \times 310 = 773.2(\text{kPa})$



(三) 渗透压在医学上的意义

1. **渗透浓度** 体液中能产生渗透效应的各种分子及离子的总浓度。用符号 c_{os} 表示，其单位为 mol/L 或 mmol/L。

课堂练习：

2. 求 50g/L 葡萄糖溶液的渗透浓度

$$\frac{50}{180} \times 1000 = 278(\text{mmol/L})$$

3. 求 9.0g /L NaCl 溶液的渗透浓度

$$\frac{9.0}{58.44} \times 2 \times 1000 = 308(\text{msmol/L})$$



(二) 等渗、低渗和高渗溶液

正常人血浆的渗透压为 $720 \sim 800\text{kPa}$,
相当于渗透浓度为 $280 \sim 320\text{mOsmol/L}$ 。

液

(1) $280 \sim 320\text{mmol/L}$ 等渗溶

液

(2) 高于 320mmol/L 高渗溶

液

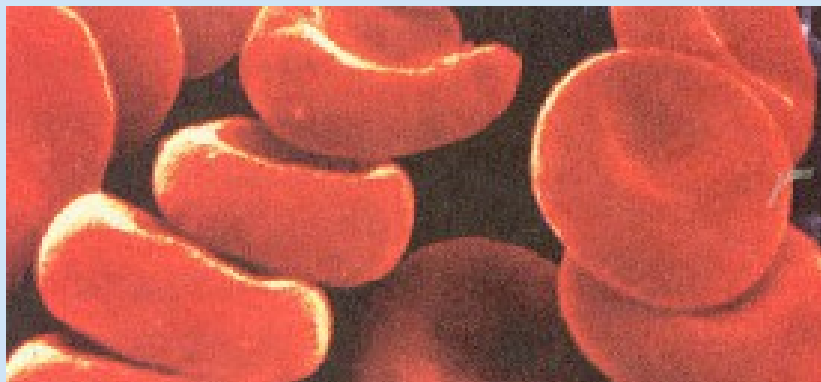
(3) 低于 280mmol/L 低渗溶



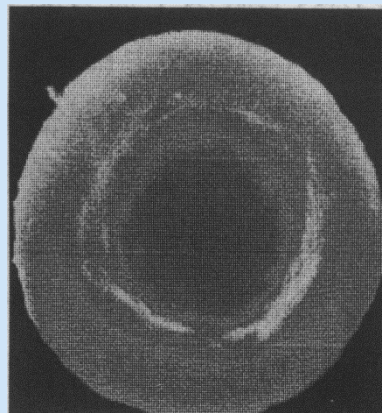
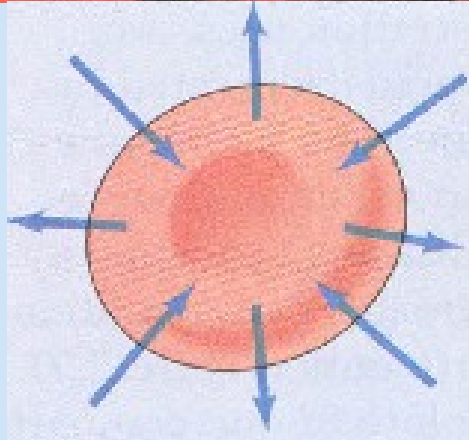
实验 1：将红细胞置入 9.0g/LNaCl 溶液

溶液的渗透

压



只有在 9.0g/LNaCl 中红细胞，既不胀大，也不缩小，**保持正常形态**。

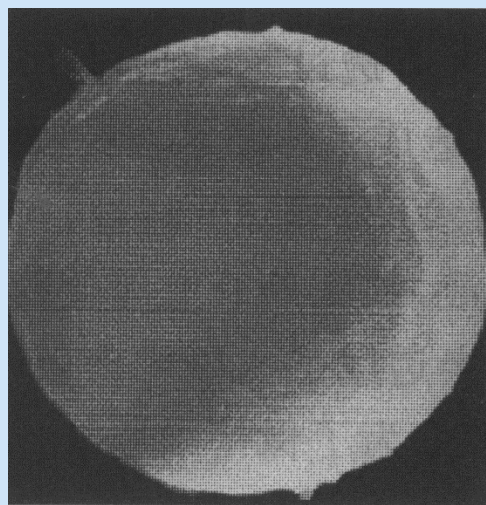
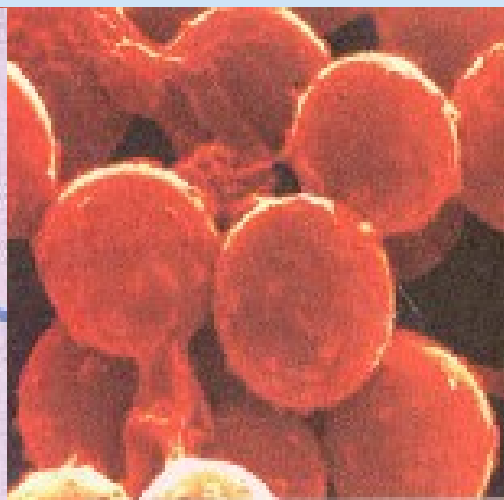
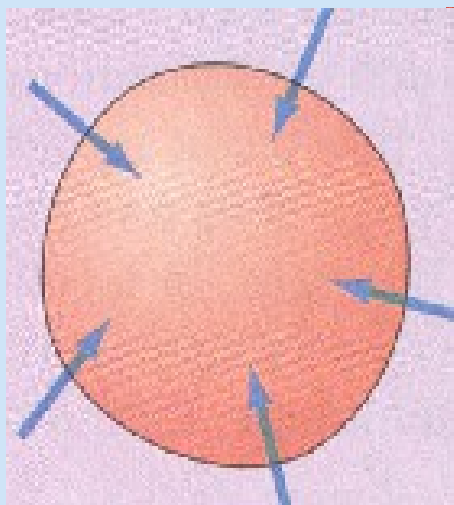


原因：9.0g/LNaCl 溶液（生理盐水）和红细胞内液的渗透压相等，为等渗溶液，细胞膜内、外液体处于渗透平衡状态的缘故。



实验 2：将正常红细胞置入 3.0g/LNaCl 溶液

溶液中的红细胞逐渐胀大，直至破裂，释放出血红蛋白，使溶液变红，医学上称为**溶血现象**。



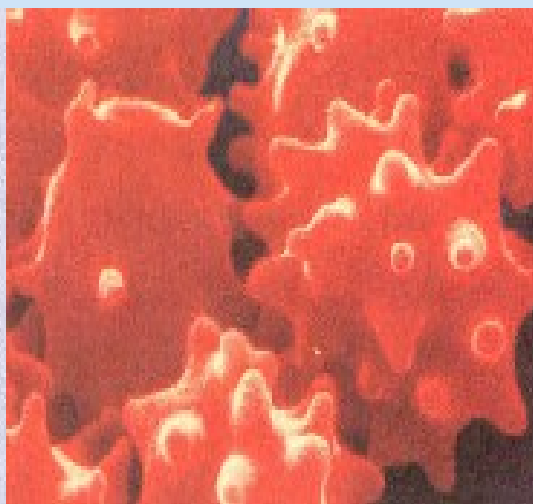
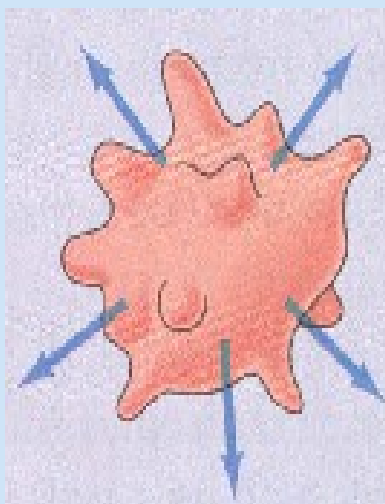
原因：由于 3.0g/LNaCl 溶液的渗透压小于红细胞内液，为低渗

液，3.0g/LNaCl 中的水分子便透过红细胞膜，不断进入红细胞内而造成的。



实验 3: 将正常红细胞置入 15g/LNaCl NaCl 溶液

在 15g/LNaCl 溶液中的红细胞逐渐皱缩，
医学上称**胞质分离**。



原因：是由于 15g/LNaCl 溶液的渗透压大于红细胞内液，
为

高渗溶液，红细胞内液的水分子便自发地透出
膜外而 引起的。

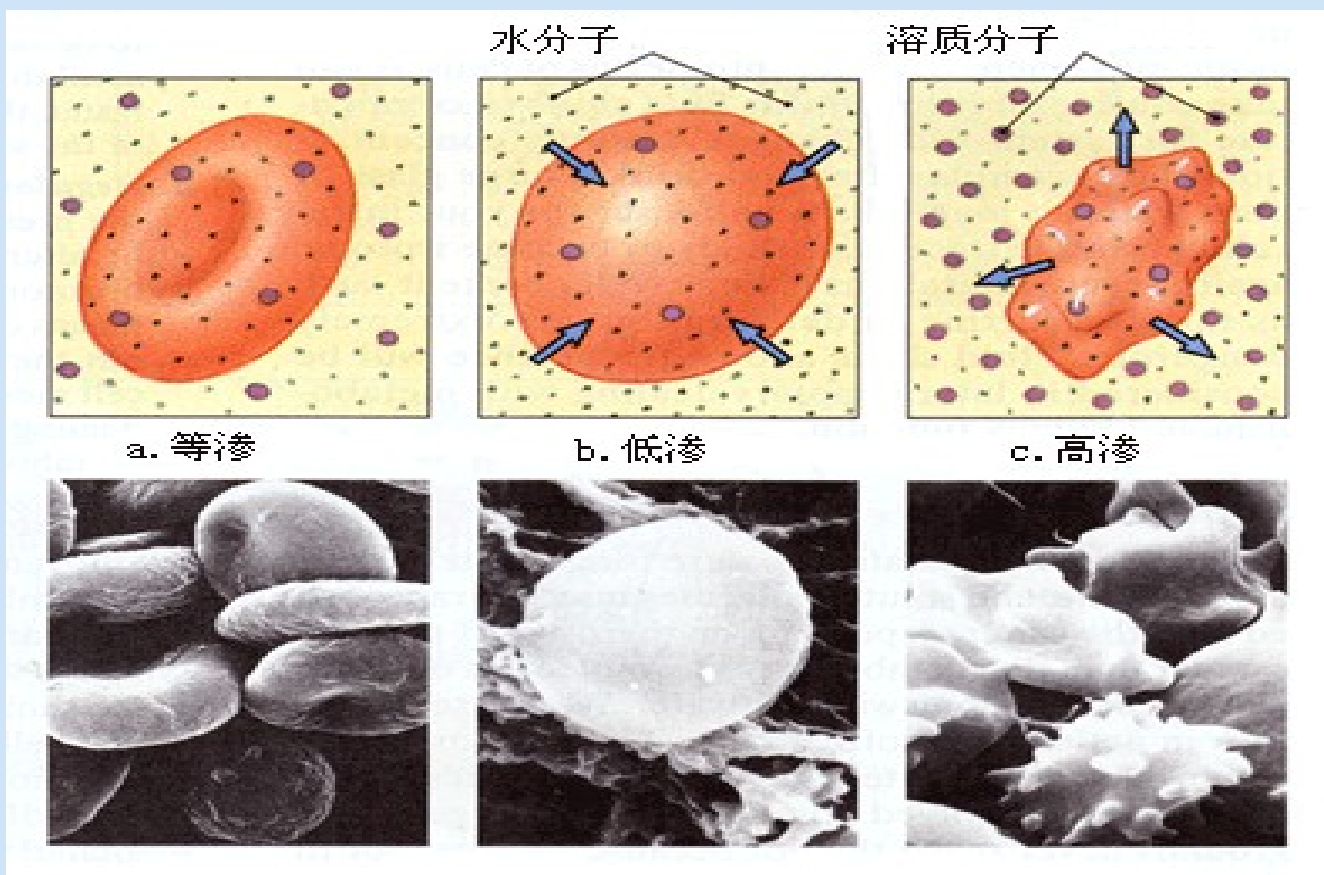


知识小结:

溶液的渗透

压

红细胞在不同浓度的 NaCl 溶液中的形态变化



正常形态

溶血

胞质分离



思考：

为何给病人大量输液时应输入等渗溶液？

将红细胞置于不同浓度的溶液中：

低渗溶液中：红细胞逐渐膨胀，最后破裂，出现溶血现象。

高渗溶液中：红细胞逐渐皱缩，出现胞质分离。

等渗溶液中：红细胞维持正常形态。



3. 晶体渗透压和胶体渗透压

溶液的渗透

压

晶体渗透压：小分子晶体物质产生的渗透压

胶体渗透压：高分子胶体物质所产生的渗透压

作用：

- (1) 晶体渗透压对维持细胞内外液的水盐平衡起主要作用。
- (2) 胶体渗透压对维持血液与组织间液之间的水平衡起着主要的作用。



第四节 胶体溶液

胶体分散系分散相粒子直径： $1 \sim 100\text{nm}$ 之间

一、溶胶

溶胶

分散相 一分子、原子聚集体；高度分散
分散介质 一与分散相不相溶
物质存在的一种特殊状态

分类

液溶胶（如氢氧化铁溶胶）
气溶胶（如烟、雾等）
固溶胶（如有色玻璃）

制备

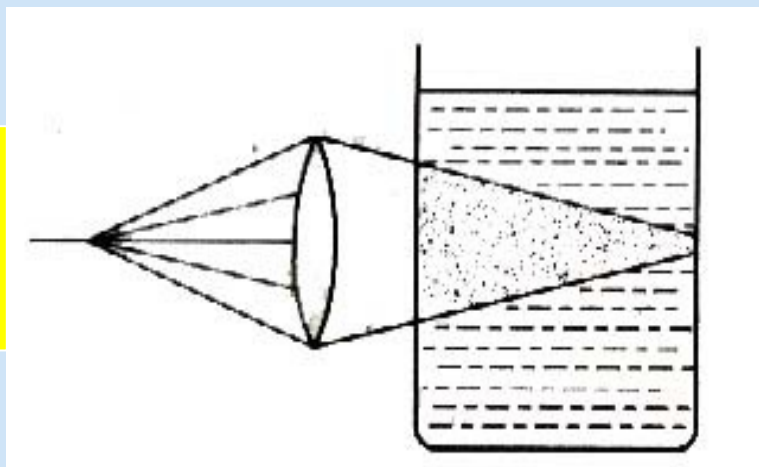
分散法—将固体研细到细小胶粒。
凝聚法—使分子或离子聚集成胶粒。



一、溶胶的性质

1. 光学性质：丁铎尔现象

光源



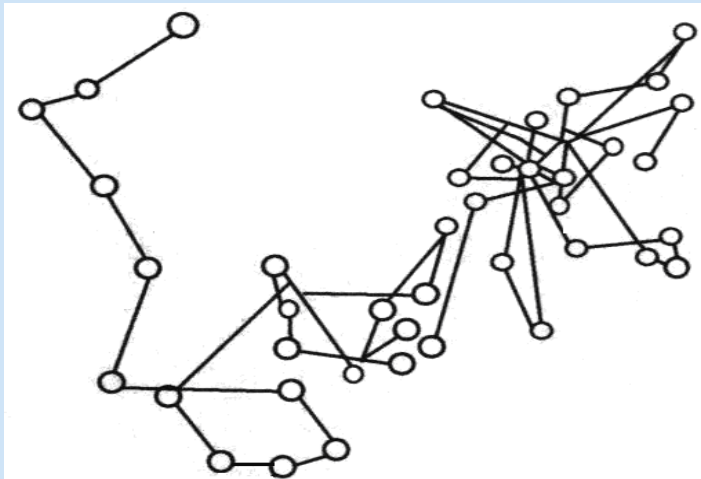
丁铎尔现象是溶胶区别于真溶液的一个基本特征。

在暗室中，用一束聚焦的光束照射溶胶，在与光束垂直的方向观察，可以看到溶胶中有一锥型光路，这种现象称为**丁铎尔现象**（或乳光现象）。



2. 动力学性质（布朗运动）

溶胶的性质



布朗运动示意图

溶胶中的胶粒在介质有不定向的、无规则的运动现象称为**布朗运动**。

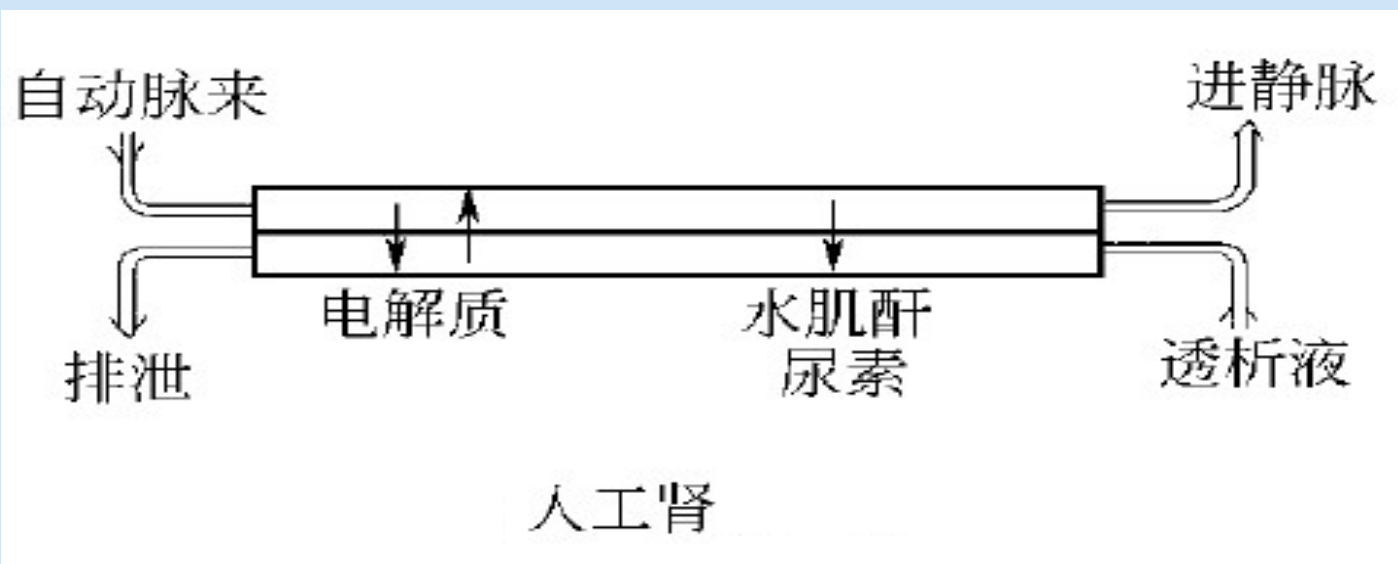
透析（渗析）——把胶体溶液中混有的电解质分子或离子分离出来，使胶体溶液净化的方法。

透析法可用于中草药中有效成分的分离提取及改变中草药注射剂的澄明度等方面。



透析原理的应用

利用透析原理，临床上使用透析机（人工肾），来帮助肾功能衰竭的患者去除血液中的毒素、水分，使血液净化。



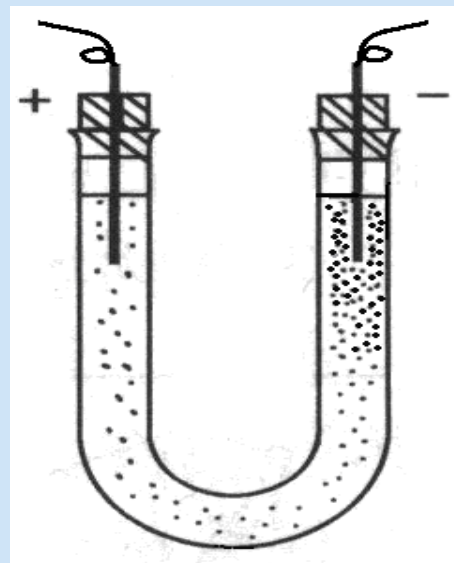


3. 电学性质（电泳现象）

溶胶的性质

电泳现象：在外电场的作用下，溶胶粒子在分散介质中定向移动的现象。

电泳实验证明：溶胶粒子带电，由电泳的方向可以判断胶粒所带电荷的性质。



大多数金属氢氧化物溶胶的胶粒带正电，称为正溶胶；大多数金属硫化物、非金属氧化物、硅胶、金、银等溶胶的胶粒带负电，称为负溶胶。

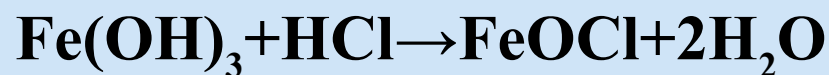
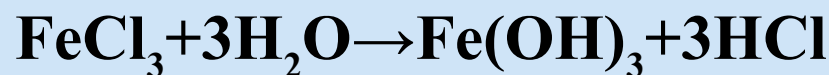


(二) 胶团的结构

1. 胶粒带电的原因

(1) 胶核界面的选择性吸附

例如，将 FeCl_3 溶液缓慢滴加到沸水中，制备氢氧化铁溶胶，反应式为：



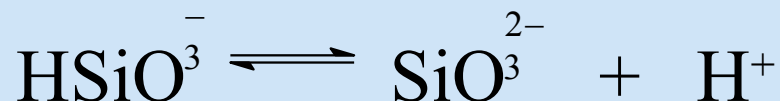
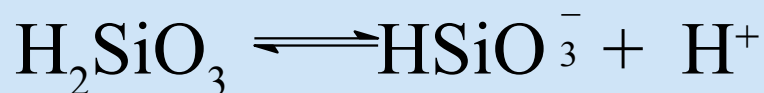
由若干个 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 分子聚集成溶胶的胶核，胶核能选择性地吸附溶液中与其组成类似的 FeO^+ 而带正电荷，而溶胶中电性相反的 Cl^- （称反离子）则留在介质中。



(2) 胶核表面分子的解离

胶体的结构

例如硅酸溶胶：

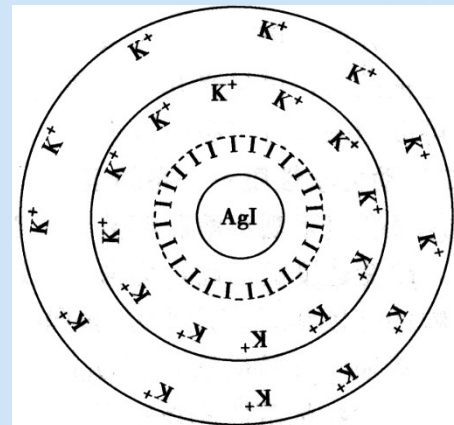


H^+ 扩散到介质中去，而 HSiO_3^- 和 SiO_3^{2-} 则滞留在胶核表面，其结果使胶粒带负电荷，故硅酸溶胶为负溶胶。

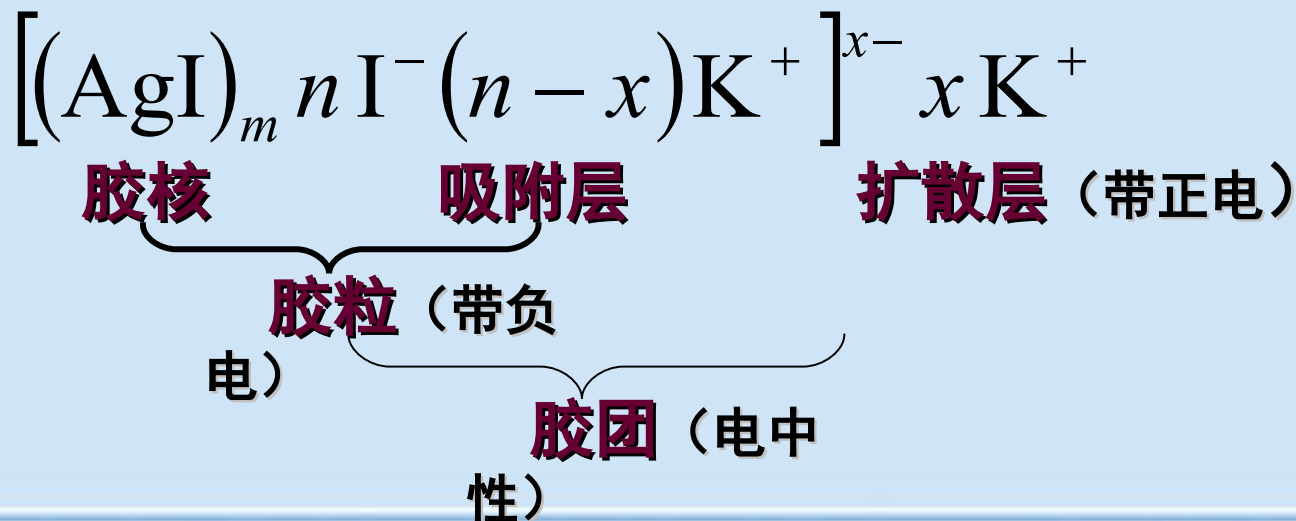


在过量 KI 中，AgI 胶团结构示意图

:



在过量 KI 中，AgI 胶团结构可以表示为：





(三) 溶胶的稳定性和聚沉

1. 稳定性

溶胶能够在相对较长时间内稳定存在的性质。

溶胶的稳定因素：胶粒带电、表面存在水化膜和胶粒的布朗运动。**胶粒带电**是最主要的原因。

2. 聚沉 使胶粒聚集成较大的颗粒而沉降的过程。

聚沉常用方法：

(1) 加入少量电解质

(2) 加入带相反电荷的胶体溶

液

(3) 加热





二、高分子溶液

高分子化合物：相对分子量在一万以上、甚至高达几百万的化合物。

高分子溶液：高分子化合物溶解在适当的溶剂中所形成的均相体系。

(一) 高分子溶液的特性

1. **稳定性** 高分子化合物表面能通过氢键与水形成很厚的水化膜，使其能稳定分散于溶液中不易凝聚。
2. **黏度大**
3. **盐析** 在 高分子化合物溶液中加入大量电解质，使其从溶液中析出的过程。

(二) 高分子化合物对溶胶的保护作用

溶胶中加入适量的高分子化合物可以使溶胶对电解质的稳定性增加



三、凝胶

(一) 凝胶的形成

凝胶：高分子溶液和溶胶在温度降低或浓度增大时，失去流动性，变成半固态时的体系。

凝胶 { **冻胶**：液体的含量高于 90%，如血块、肉冻。

(二) **干凝胶**：液体含量少，如明胶。

- 1. 弹性
- 2. 膨胀作用
- 3. 脱水收缩 (离浆)
- 4. 触变作用



第五节 表面现象

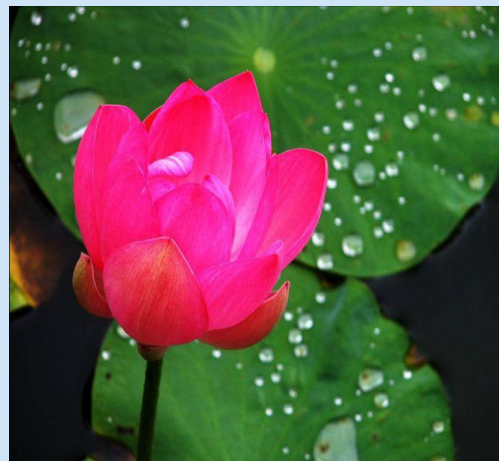
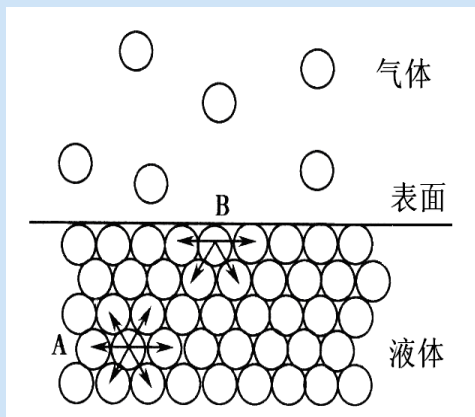
表面：物体与空气或与其本身的蒸气接触的面。
如水面、桌面。

界面：物体与另一个凝聚相接触的面。
如水与油接触的面。

表面现象：一切界面上所发生的现象。

一、表面张力与表面能

图 1-3 表面张力



表面张力：表面分子受到的指向内部的力。

表面能：液体表面层分子比内部分子所多出的能量。

表面张力越大，表面能就越高；表面积越大，表面能也越高。



二、表面吸附

表面吸附：物质在两相界面上浓度与内部浓度不同的现象。

吸附剂：吸附其他物质的物质。

吸附质：被吸附的物质。

1. 固体表面的吸附

表面的原子 — 表面张力 — 吸引分子、离子 — 聚集 — 减小表面张力 — 降低表面能 — 稳定。

当其他条件相同时，固体**表面积越大**，固体吸附剂的**吸附能力就越大**。

2. 液体表面的吸附

液体表面也会因某种溶质的加入而产生吸附，使液体表面张力发生相应的变化。

表面活性物质（表面活性剂）：能够显著降低液体表面张力的物质。

表面惰性物质：能增大液体表面张力的物质。



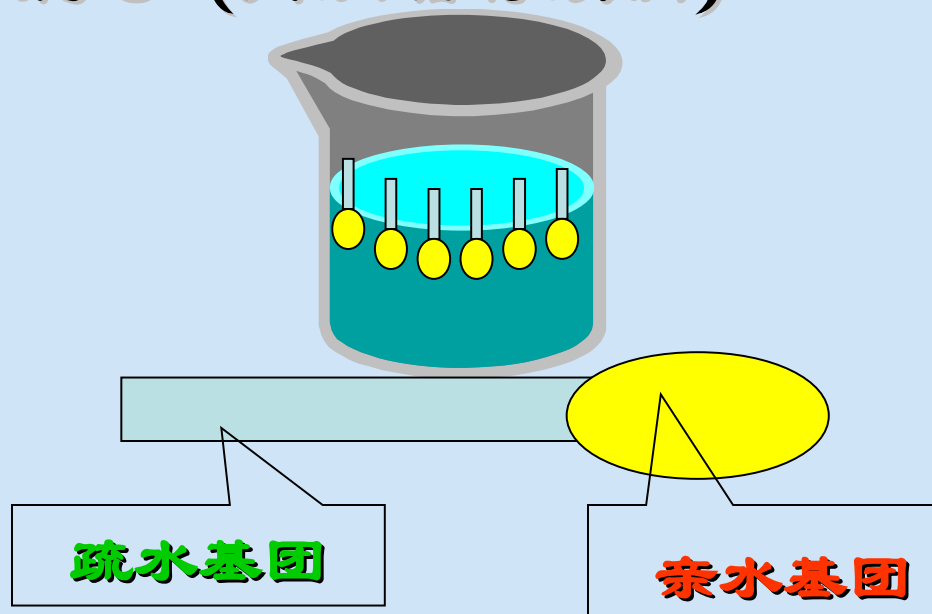
三、表面活性物质

表面活性物质：能够显著降低水的表面张力的物质

(一) 表面活性物质的基本性质

结构特点——分子中同时有**疏水基团**（烷烃基）
和**亲水基团**（羧基、氨基）。

例如：肥皂（高级脂肪酸钠）





(二) 表面活性物质的应用

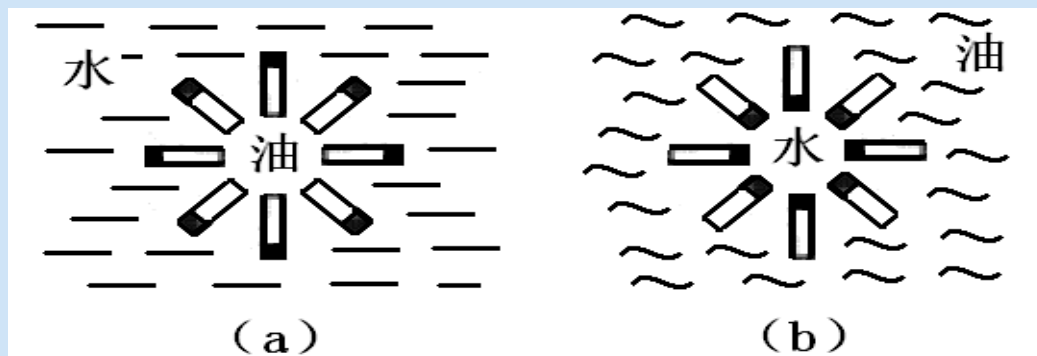
1. 乳化剂 使乳浊液稳定的物质

乳化作用：乳化剂所起的作用

乳剂：由水、油和乳化剂形成的乳浊液

。

乳剂类
型 { 水包油型 (O/W)
油包水型 (W/O)



乳剂示意图

(a) O/W (b) W/O



2. 润湿剂

润湿：液体在固体表面粘附的现象。

润湿剂：能改善润湿程度的表面活性物质。



3. 增溶剂

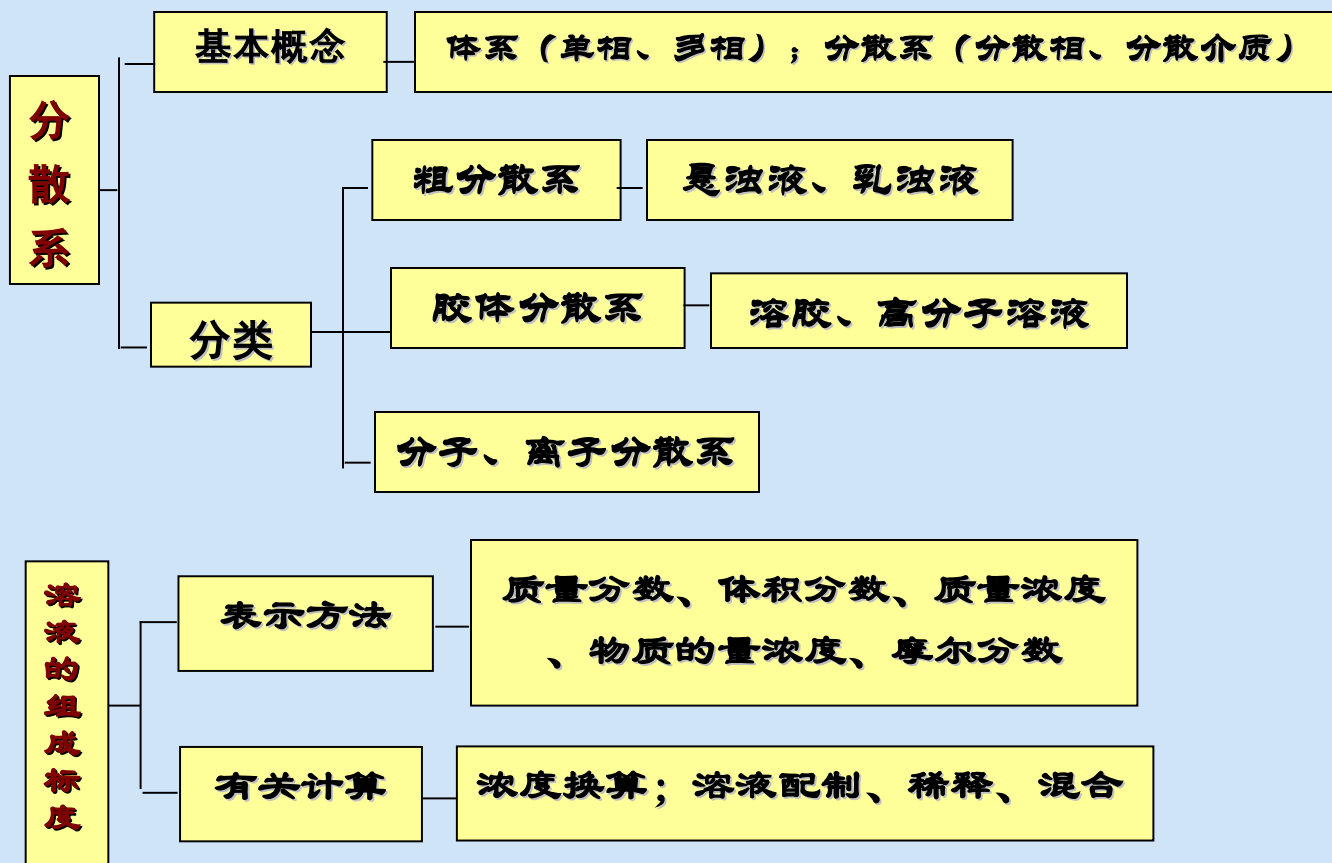
增溶剂：能形成胶束的表面活性剂。

增溶作用：使溶解度明显增大的作用。



学习小结

一、学习内容





学习小结





二、学习方法

学习小结

首先掌握分散系的基本概念及分散系分类的依据，才能弄清导致分散系在性质上有较大差异的原因。充分理解各种溶液组成标度表示方法的基本定义，根据定义进行相互换算；在学习溶液的配制、稀释时，必须掌握其计算依据；学习溶液的依数性，应抓住其难挥发、非电解质、稀溶液三个关键条件，然后进一步理解依数性仅与溶质粒子的浓度（质点数）有关，而与溶质的本性无关，其本质是溶液的蒸气压下降；溶胶和高分子溶液同属胶体分散系，要弄清二者异同点；表面现象的产生是由于物质的表面分子与内部分子性质的差异所引起的，这是学习表面现象及其原理的关键。而吸附是表面现象的主要性质，表面活性物质能显著降低液体的表面张力，降低体系的表面能，使体系稳定。



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

谢谢!

