

例如：云，牛奶，珍珠

分散相与介质



分散相	水	乳脂	水
介质	空气	水	蛋白质

按分散相粒子的大小分类

类型	粒子大小	特性	举例
低分子溶液(分子分散系统)	$<1nm$	热力学稳定的均相系统, 扩散快, 能透过半透膜, 光散射很弱, 在超显微镜下看不见	氯化钠、蔗糖等水溶液
高分子溶液和缔合溶胶	$0.1 \mu m$ $\sim 1nm$	热力学稳定的均相系统, 扩散慢, 不能透过半透膜, 有一定的光散射	聚苯乙烯溶液、高浓度肥皂水溶液
胶体分散系统	$0.1 \mu m$ $\sim 1nm$	热力学不稳定, 但动力学稳定的多相系统, 扩散慢, 不能透过半透膜, 光散射强, 在超显微镜下可以看见	金溶胶、硫溶胶、牛奶、豆浆、雾、烟、各种泡沫
粗分散系统	$>0.1 \mu m$	热力学不稳定, 动力学不稳定的多相系统, 扩散慢, 不能透过半透膜, 光散射强, 在普通显微镜下可以看见	泥沙悬浮液、大气层中尘埃和水滴

按分散相和分散介质的聚集状态分类

分散相	分散介质	名称	实例
气 液 固	液	泡沫 乳状液 溶胶	肥皂泡沫、灭火泡沫 牛奶、豆浆 金溶胶、硫溶胶
气 液 固	固	固态泡沫 固态乳状液 固态溶胶	泡沫玻璃、泡沫塑料 珍珠 有色玻璃、有色塑料
液 固	气	雾 烟	水雾、油雾 烟、尘

溶胶

憎液溶胶

亲液溶胶

分散相与分散介质之间有相界面

均相，无相界面 — 高分子溶液

胶体化学研究的内容

- 1) 粗分散系统（包括悬浮液、乳状液、泡沫等）
- 2) 胶体系统（包括憎液溶胶和高分子溶液）
- 3) 胶体电解质、气溶胶、固溶胶

本章主要内容：**憎液溶胶**

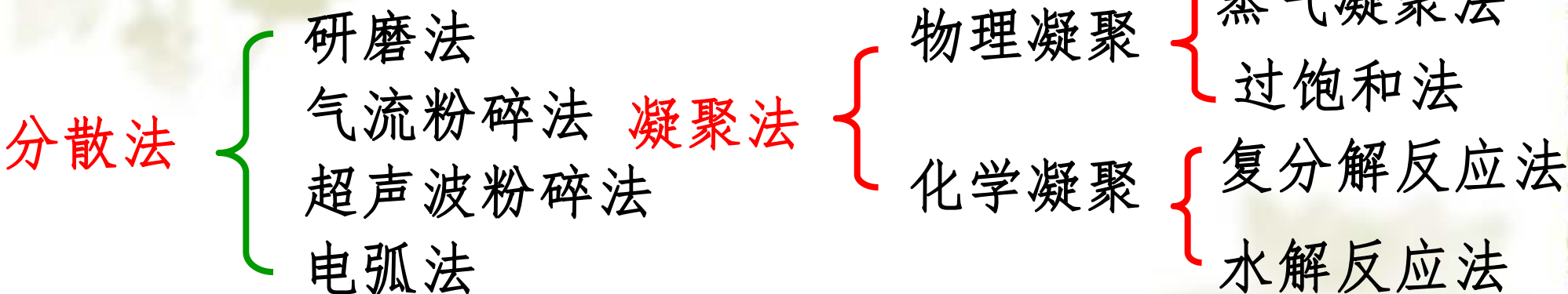
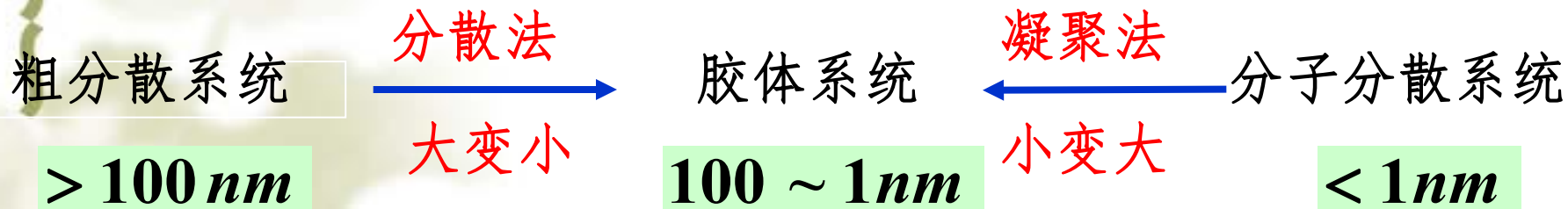
胶体分散系统的基本特征：

高度分散性

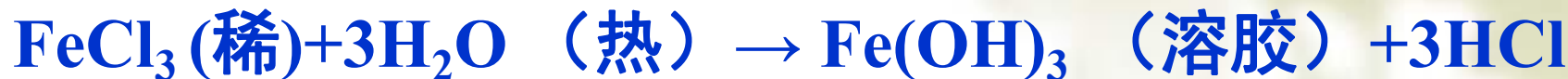
多相性

热力学不稳定性

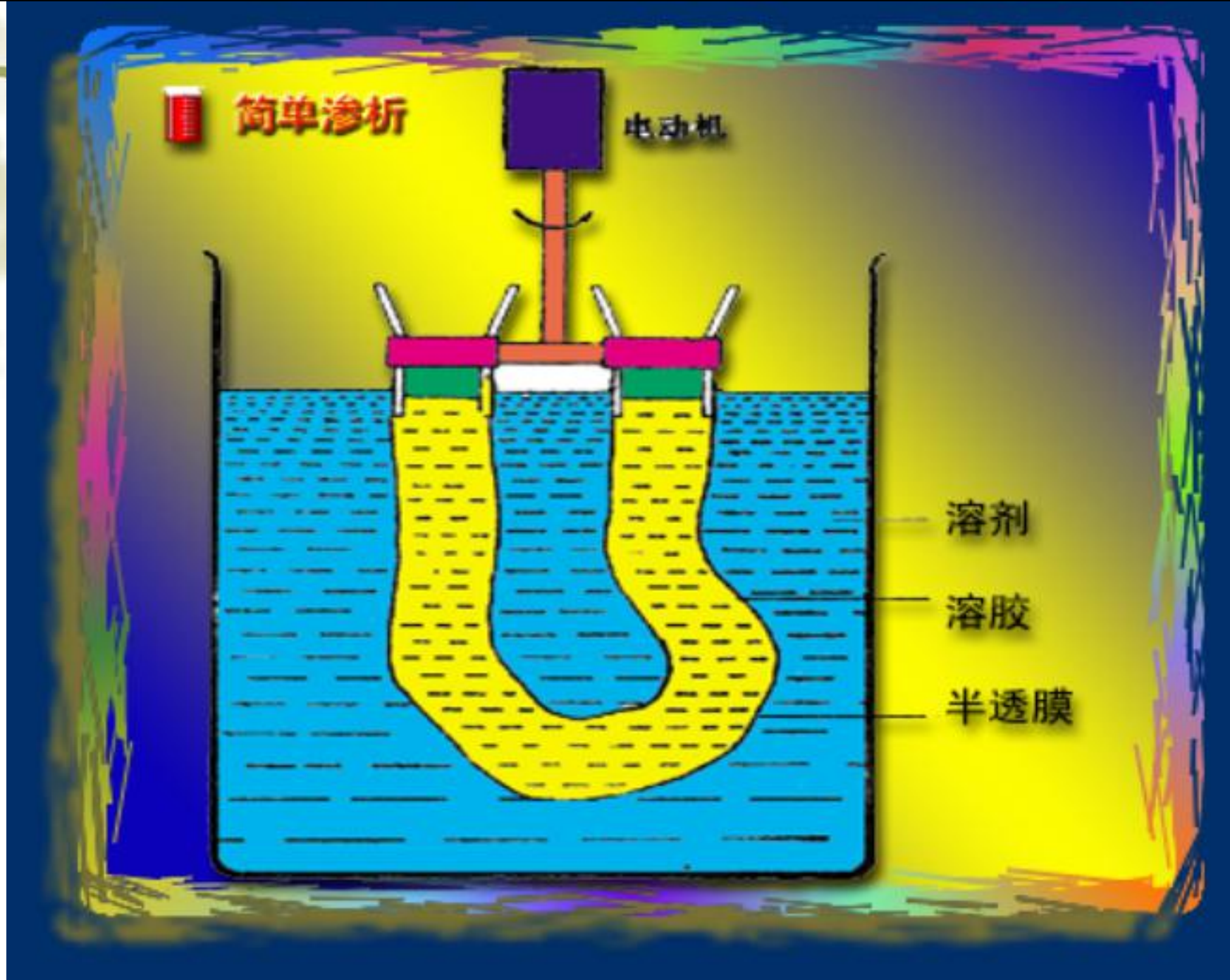
§ 12-1 胶体系统的制备



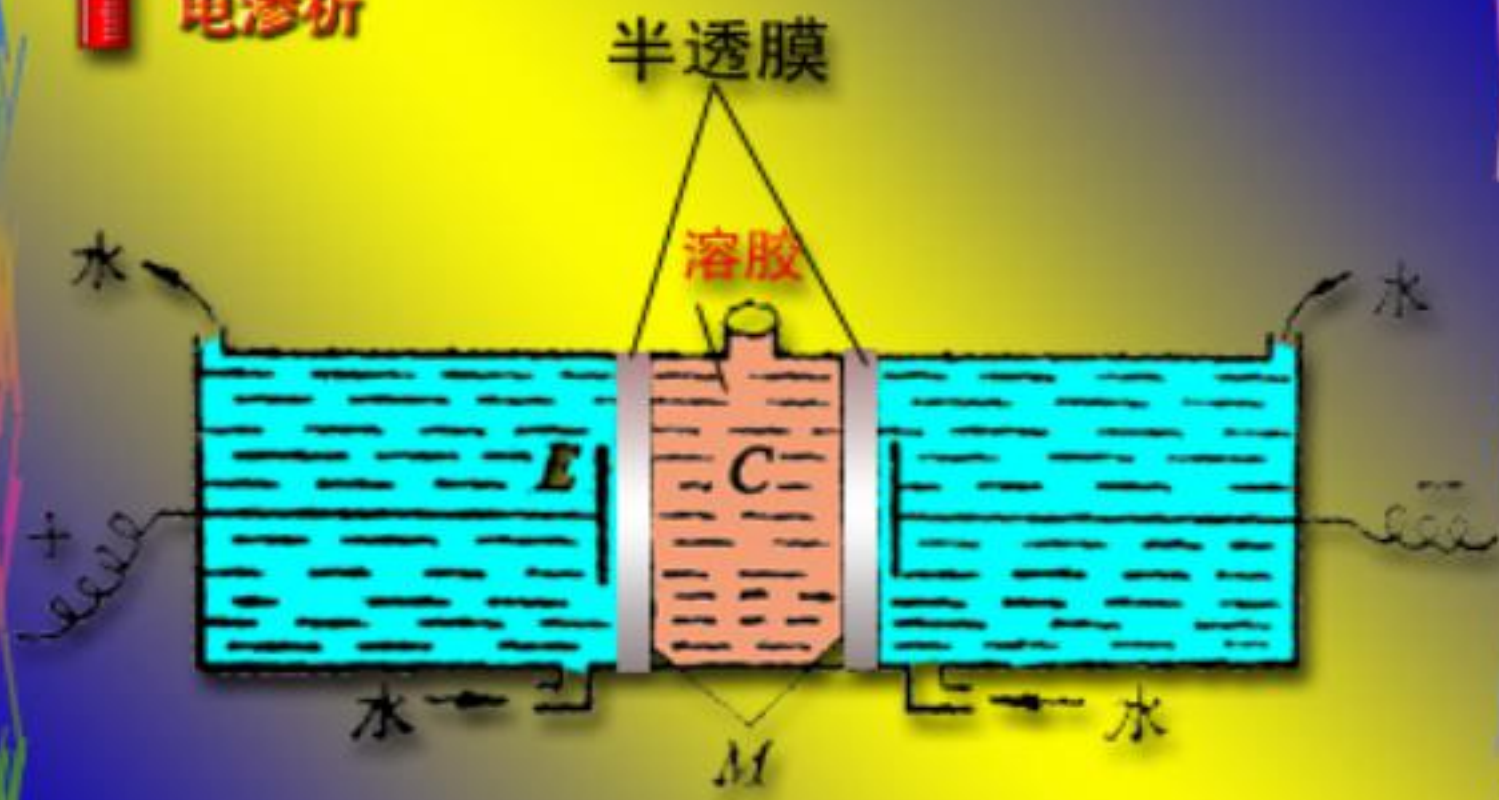
水解反应制氢氧化铁溶胶



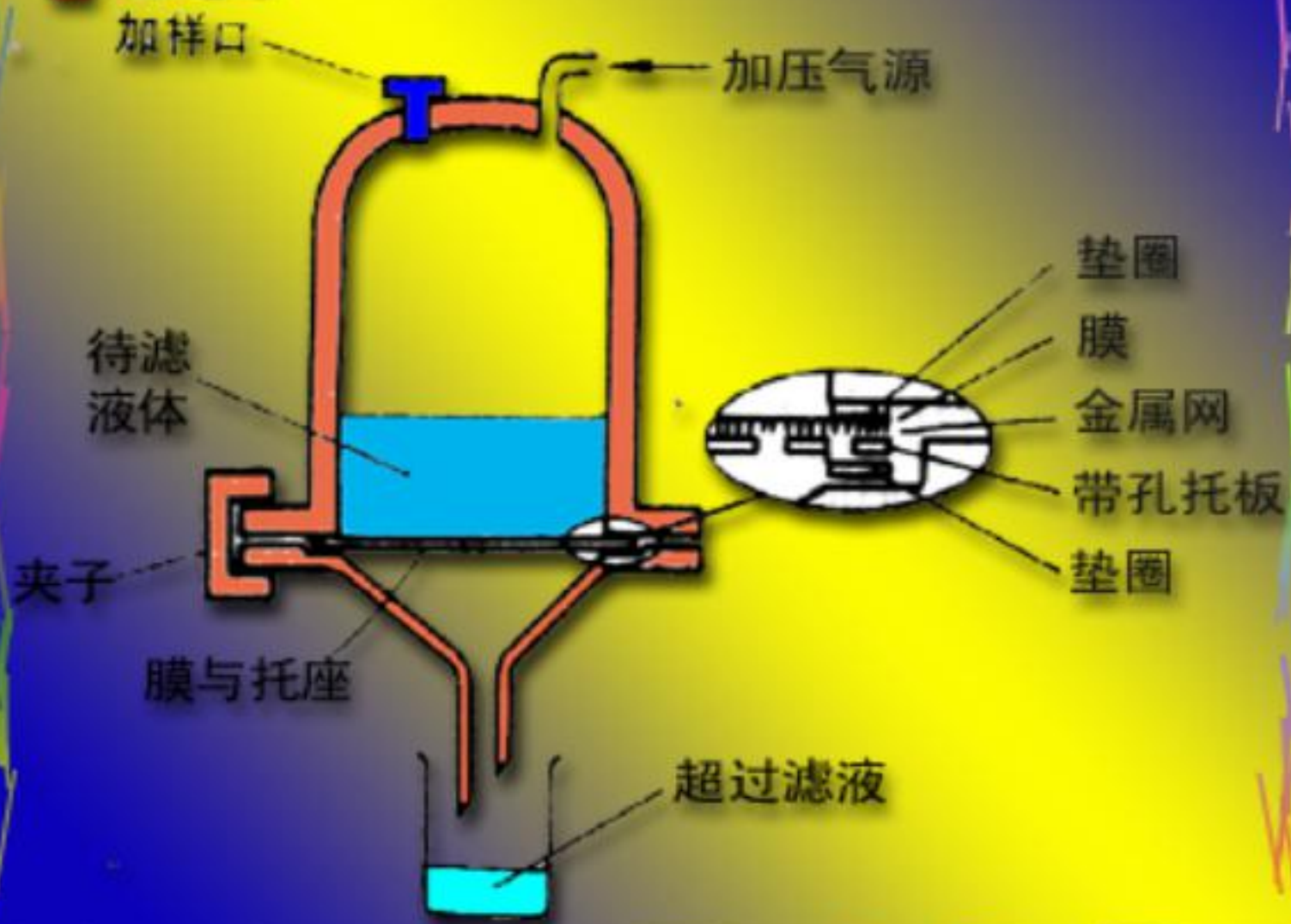
溶胶的净化



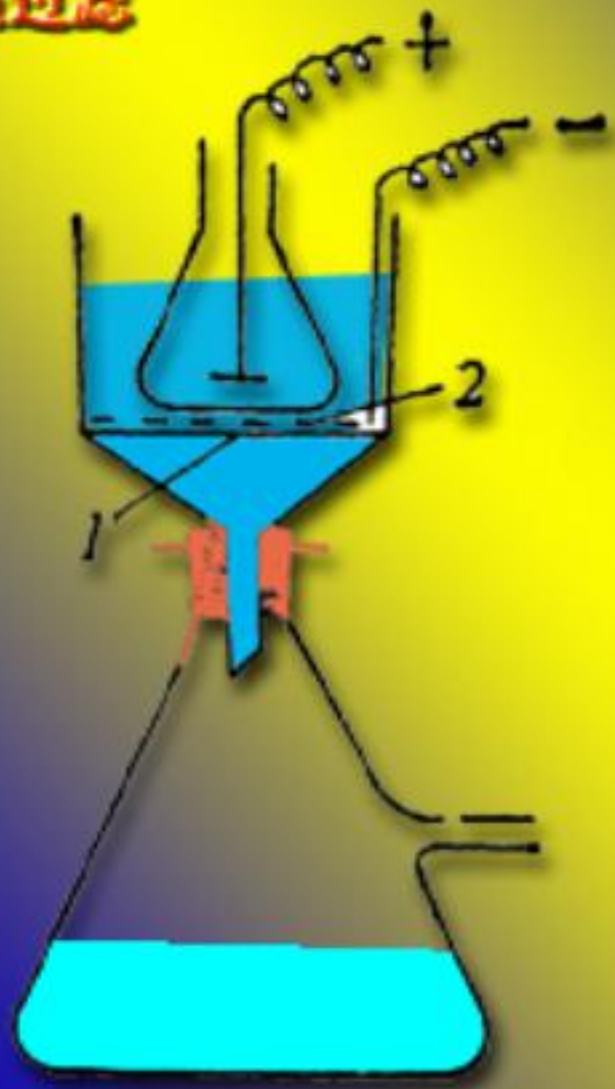
电渗析



超过滤



电超过滤



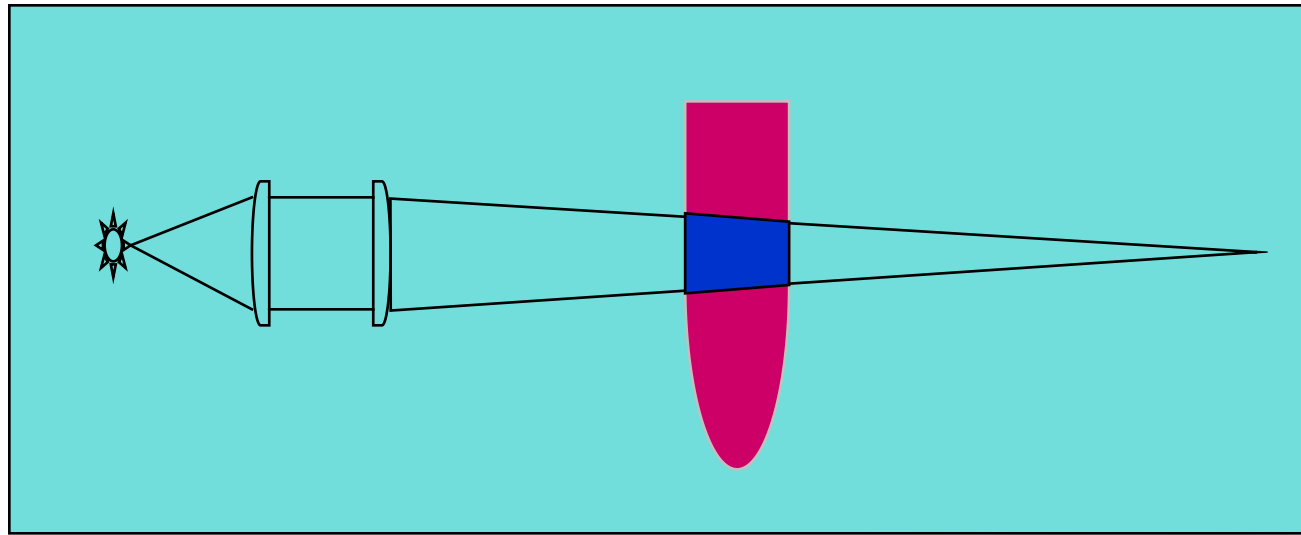
- 1. 负极
- 2. 半透膜

- 胶体系统的光学性质
- 胶体系统的动力性质
- 胶体系统的电学性质
- 憎液溶胶的胶团结构
- 憎液溶胶的稳定理论—DLVO理论
- 憎液溶胶的聚沉
- 乳状液

§ 12-2 胶体系统的光学性质

1、Tyndall（丁达尔）效应

1869年 Tyndall发现胶体系统有光**散射**现象



丁达尔效应：在暗室里，将一束聚集的光投射到胶体系统上，在与入射光垂直的方向上，可观察到一个发亮的光柱，其中有微粒闪烁。

丁达尔效应是由于胶体粒子发生光散射而引起的

散射光： 分子吸收一定波长的光，形成电偶极子，由其振荡向各个方向发射振动频率与入射光频率相同的光

系统完全均匀，所有散射光相互抵销，看不到散射光；

系统不均匀，散射光不会被相互抵销，可看到散射光。

∴ 丁达尔效应可用来区分 $\left\{ \begin{array}{l} \text{胶体溶液} \\ \text{小分子真溶液} \end{array} \right.$

当粒子粒径 $>$ 波长时，发生光的反射；

当粒子粒径 $<$ 波长时，发生光的散射

可见光的波长：400 — 760 nm

胶体粒子直径：1 — 100 nm

\therefore 胶体粒子可发生光散射

2. Rayleigh 公式

对于非导电的、球形粒子的、稀溶胶系统：

单位体积溶胶的散射强度：

$$I = \frac{9\pi^2 V^2 C}{2\lambda^4 l^2} \left(\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2} \right)^2 (1 + \cos^2 \alpha) I_0$$

I : 散射光强 ;

I_0 : 入射光强 ;

V : 一个粒子的体积 ;

C : 单位体积中的粒子数 ;

n : 分散相的折射率 ;

n_0 : 分散介质的折射率 ;

α : 散射角 ;

l : 观测距离

$$I = \frac{9\pi^2 V^2 C}{2\lambda^4 l^2} \left(\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2} \right)^2 (1 + \cos^2 \alpha) I_0$$

由 *Rayleigh* 公式可知：

1) $I \propto V^2$

可用来鉴别小分子真溶液与胶体溶液；

如已知 n 、 n_0 ，可测 I 求粒子大小 V 。

2) $I \propto 1/\lambda^4$

波长越短的光，散射越强。

例：用白光照射溶胶，散射光呈蓝色，透射光呈红色。

$$I = \frac{9\pi^2 V^2 C}{2\lambda^4 l^2} \left(\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2} \right)^2 (1 + \cos^2 \alpha) I_0$$

3) $I \propto \Delta n$

可以此来区分

胶体溶液

高分子溶液

分散相与分散介质
有相界面, Δn 大

均相溶液, Δn 小

同一种溶胶, 仅 C 不同时, 有:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

如已知 C_1 , 可求 C_2

可通过光散射来测定溶胶和粗分散系统的浊度

§ 12-3 胶体系统的动力性质

1. Brown 运动

胶体粒子在介质中作无规则运动

Einstein-Brown

平均位移公式:

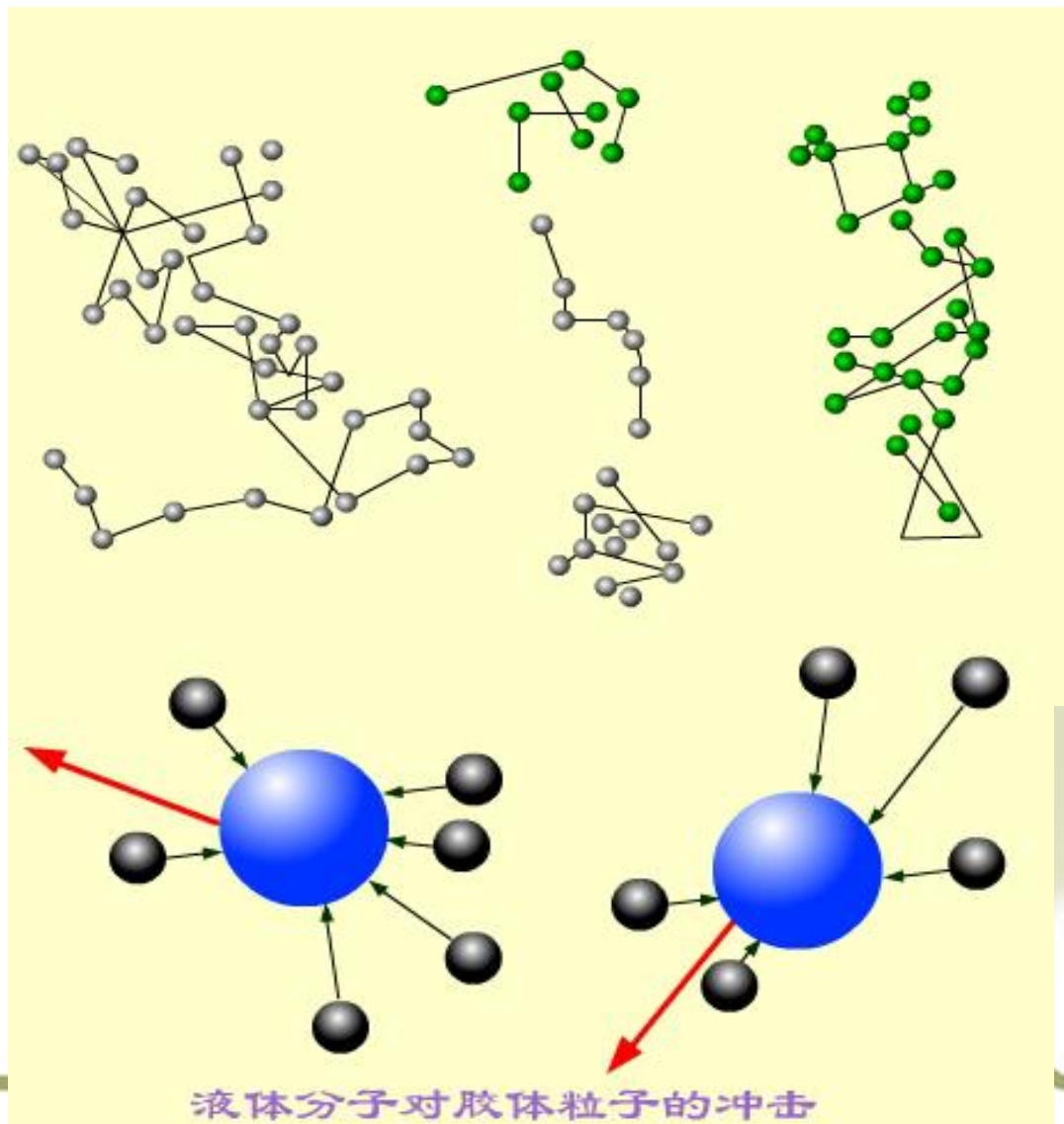
$$\bar{x} = \left(\frac{RTt}{3L\pi r\eta} \right)^{1/2}$$

\bar{x} : t 时间内粒子的平均位移

r : 粒子半径

η : 分散介质粘度

L : 阿伏加德罗常数



Svedberg用超显微镜,对金溶胶作不同时间间隔 t 与平均位移 \bar{x} 测定的实验,验证爱因斯坦-布朗平均位移公式:

表 12.3.1 爱因斯坦 - 布朗位移公式的验证

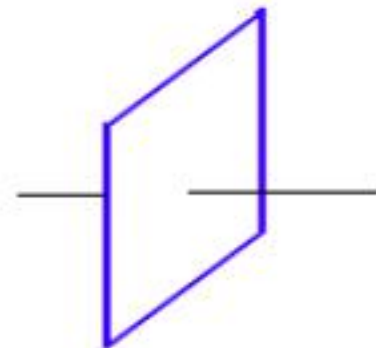
时间间隔 t/s	平均位移 $\bar{x}/\mu\text{m}$			
	$d = 54 \text{ nm}$		$d = 104 \text{ nm}$	
	测量值	计算值	测量值	计算值
1.48	3.1	3.2	1.4	1.7
2.96	4.5	4.4	2.3	2.4
4.44	5.3	5.4	2.9	2.9
5.92	6.4	6.2	3.6	3.4
7.40	7.0	6.9	4.0	3.8
8.80	7.8	7.6	4.5	4.2

2. 扩散

在有浓度梯度存在时，物质粒子因热运动而发生宏观上的定向迁移。

Fick 扩散第一定律：

$$\frac{dn}{dt} = -DA_s \frac{dc}{dx}$$



单位时间通过某一截面的物质的量 dn/dt 与该处的浓度梯度 dc/dx 及面积大小 A_s 成正比，其比例系数 D 称为扩散系数，负号是因为扩散方向与浓梯方向相反

D 扩散系数 — 单位浓度梯度下，单位时间通过单位面积的物质的量。单位： $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

$\therefore D$ 可用来衡量扩散速率

3. 沉降与沉降平衡

多相分散系统中的粒子，因受重力作用而下沉的过程，称为沉降。沉降与扩散为一对矛盾的两个方面

	沉降	\rightleftharpoons	扩散	分散相分布
真溶液			√	均相
粗分散系统	√			沉于底部
胶体系统	√	←平衡→	√	形成浓度梯度