

ZETA 电位测试

内容摘要:

- 1.Zeta电位的定义;
- 2.Zeta电位与分散体系稳定性之间的关系;
- 3.影响Zeta电位的因素;
- 4.Zeta电位的测量原理。

§ 1.1 Zeta电位

胶体颗粒在液体中是带电的。当固体与液体接触时，固—液两相界面上就会带有相反符号的电荷。

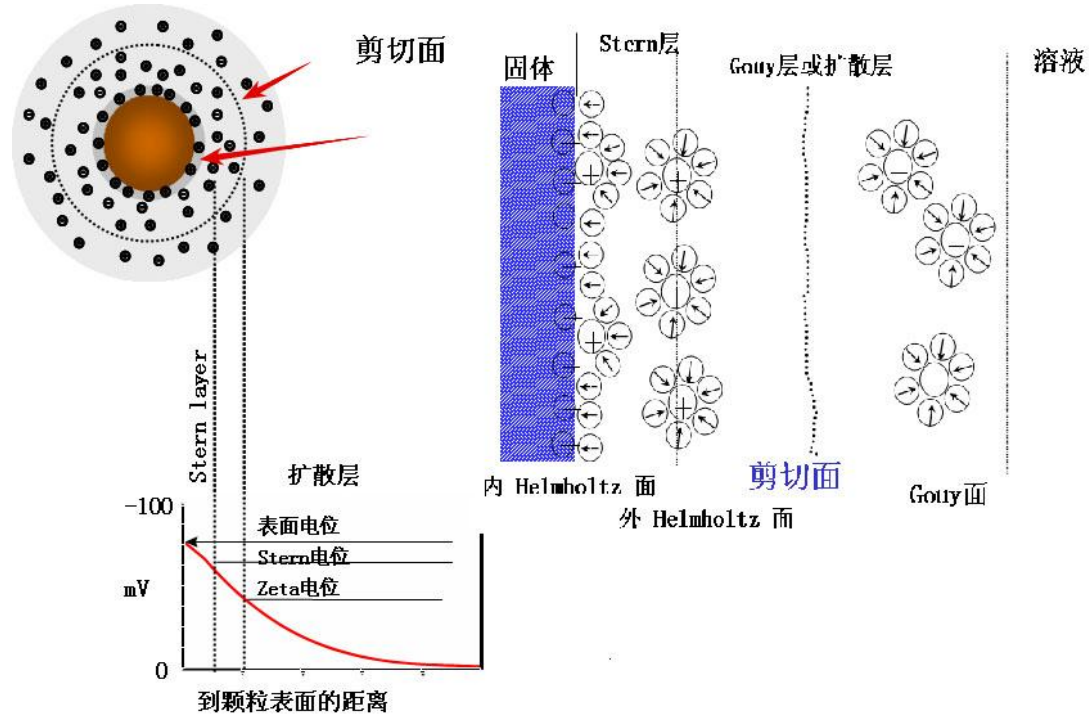
Zeta电位（Zeta potential），又叫**电动电位**或**电动电势（ ζ -电位或 ζ -电势）**，是指**剪切面(Shear Plane)**的电位，是表征胶体分散系稳定性的**重要指标**。

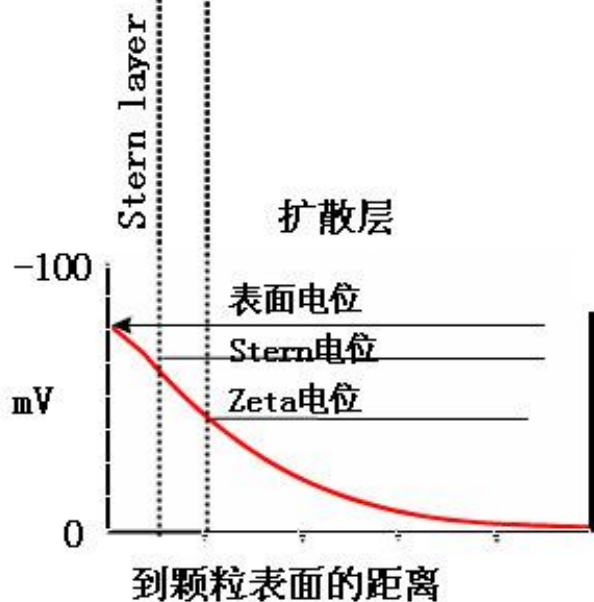
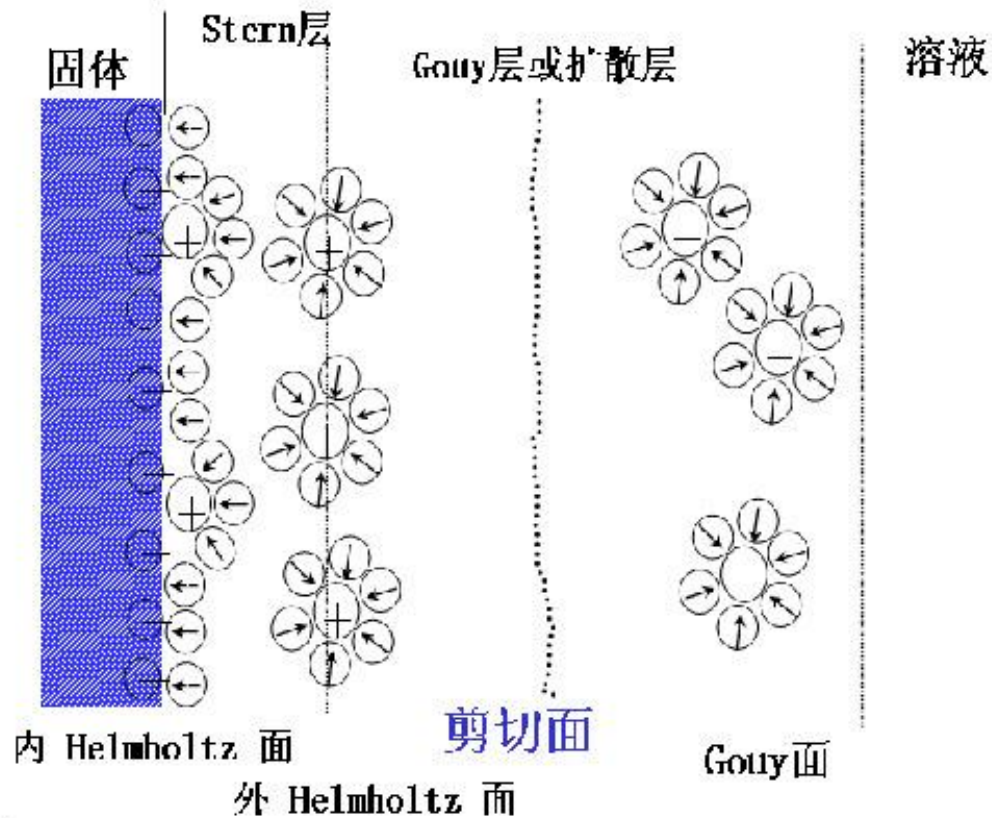
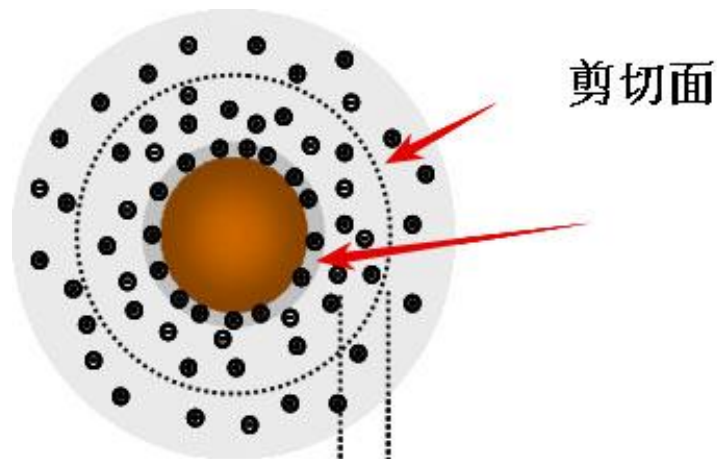
Stern模型:

扩散双电层可分为两层:

一层为紧靠粒子表面的紧密层（亦称Stern层或吸附层）

另一层为扩散层。

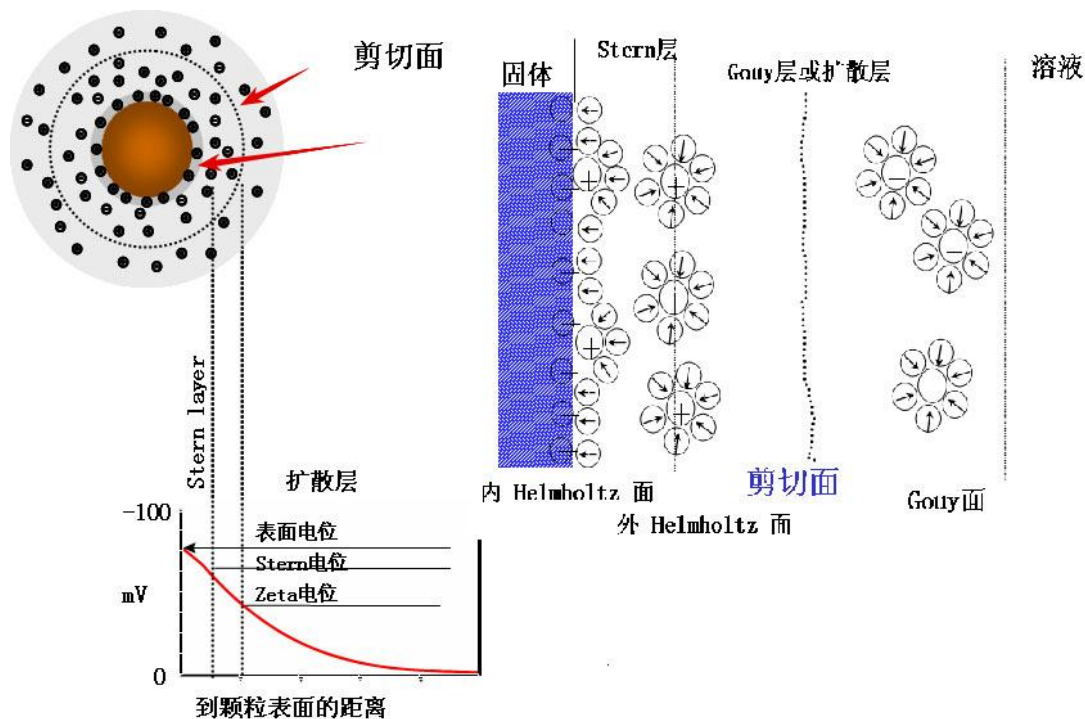




Stern模型:

由于质点表面总有一定数量的溶剂分子与其紧密结合，因此在电动现象中，这部分溶剂分子与粒子将作为一个整体运动，在固—液相之间

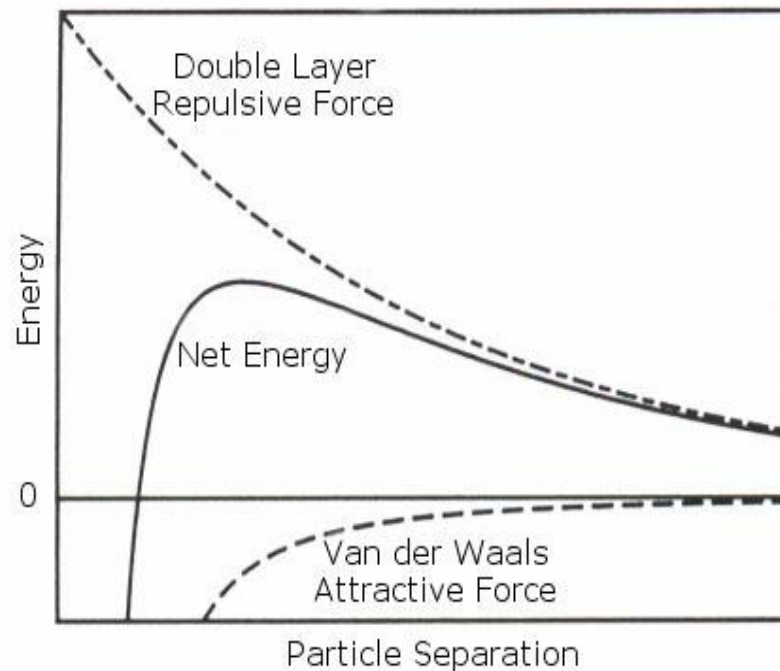
发生相对移动时也有剪切面存在。尽管剪切面的确切位置不知道，但可以合理地认为它在Stern层之外，并深入到扩散层之中。



§ 1.2 Zeta电位与分散体系的稳定

1、**DLVO理论**（描述胶体稳定性的理论）：胶体体系的稳定性是当颗粒相互接近时它们之间的双电层互斥力与范德瓦尔斯互吸力的净结果。

此理论提出：当颗粒彼此接近时它们之间的能量障碍来自于互斥力，当颗粒有足够的能量克服此障碍时，互吸力将使颗粒进一步接近并不可逆的粘在一起。

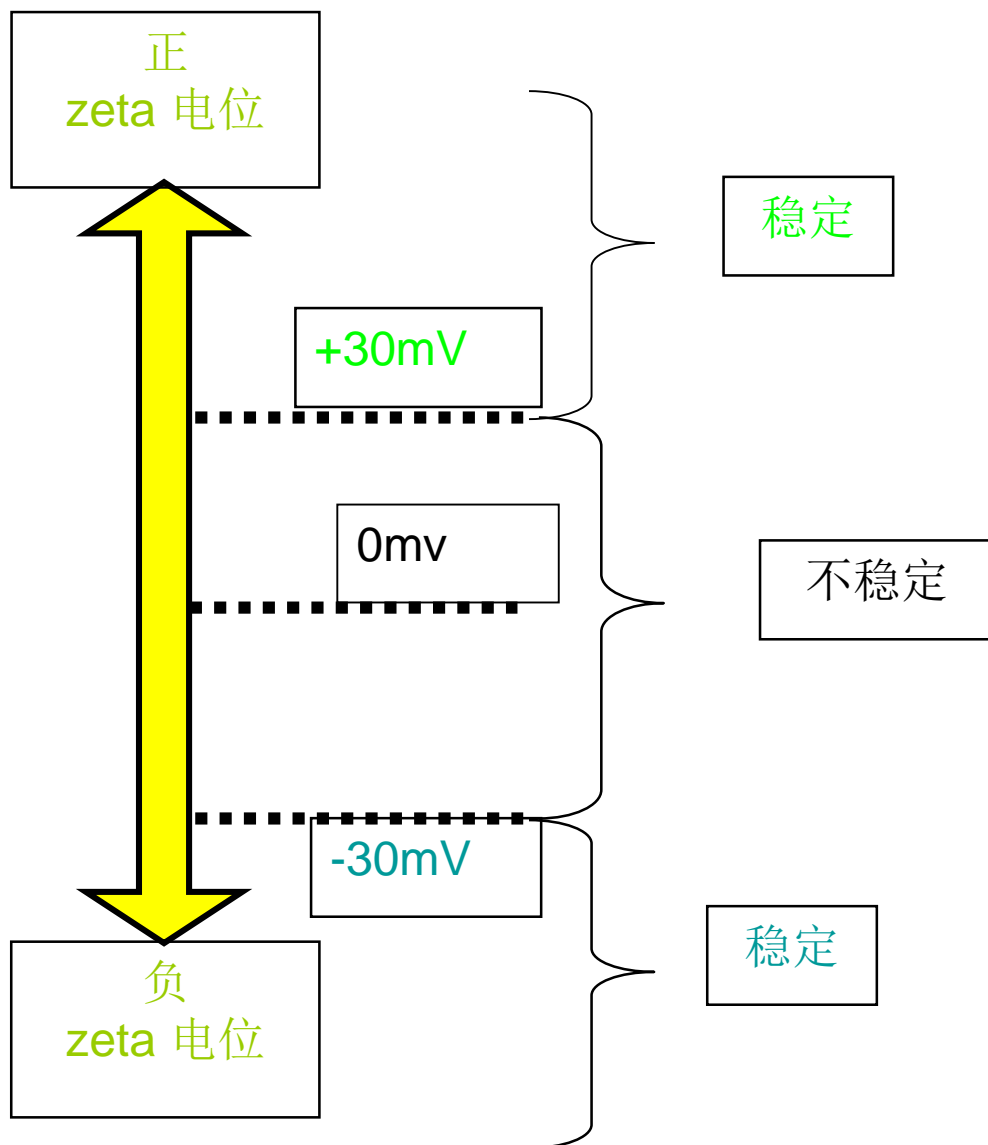


§ 1.2 Zeta电位与分散体系的稳定性

2、Zeta电位可用来作为胶体体系稳定性的指标

如果颗粒带有很多负的或正的电荷,也就是说很高的Zeta电位,它们会相互排斥,从而达到整个体系的稳定性。

如果颗粒带有很少负的或正的电荷,也就是说它的Zeta电位很低,它们会相互吸引,从而达到整个体系的不稳定性。



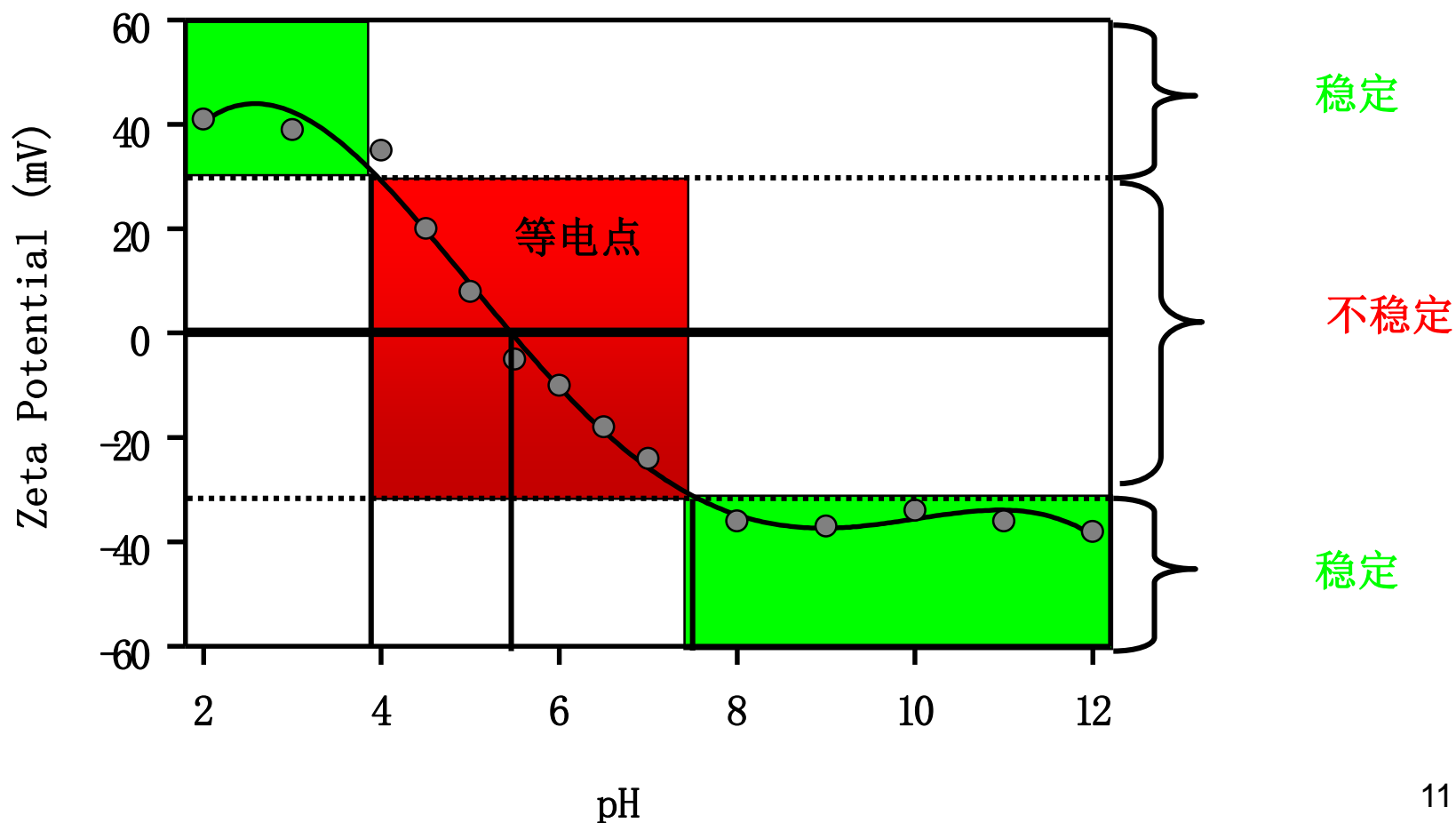
- 一般来说, Zeta电位愈高, 颗粒的分散体系愈稳定。
- 水相中颗粒分散稳定性的分界线一般认为在+30mV或-30mV。
- 如果所有颗粒都带有高于+30mV或低于-30mV的zeta电位, 则该分散体系应该比较稳定。

§ 1.3 影响Zeta电位的因素

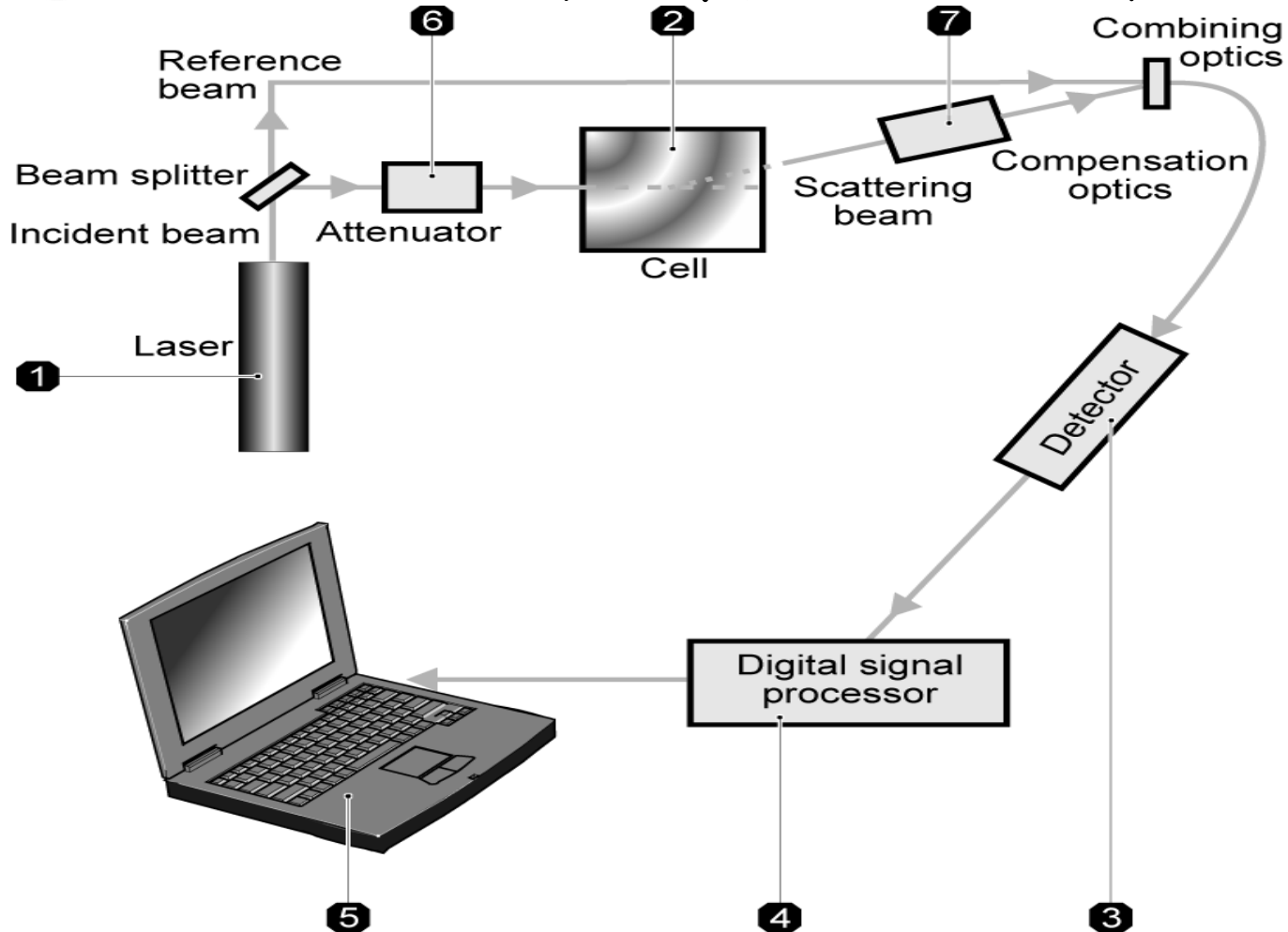
- 分散体系的Zeta电位可因下列因素而变化：
 - pH 的变化
 - 溶液电导率的变化
 - 某种特殊添加剂的浓度, 如表面活性剂, 高分子
- 测量一个颗粒的zeta电位随上述变量的变化可了解产品的稳定性, 反过来也可决定生成絮凝的最佳条件。

§ 1.4 Zeta电位与pH

pH——影响zeta电位最重要的因素



§ 2.1 Zeta电位测量——光路配置



§ 2.2 Zeta电位测量理论

在一平行电场中,带电颗粒向相反极性的电极运动,颗粒的运动速度与下列因素有关:

电场强度,介质的介电常数,介质的粘度(均为已知参数) **Zeta**电位(未知参数)

Zeta电位与电泳淌度之间由**Henry**方程相连

Zeta电位计算公式

$$U_E = \frac{2\varepsilon\zeta}{3\eta} g(\kappa a)$$

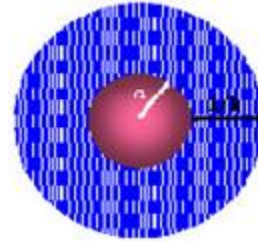
U_E ----电泳淌度

ε ----介电常数 (F/m)

ζ ----zeta电位 (mv)

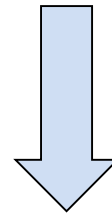
η ----粘度 (Poise)

$g(\kappa a)$ -Henry函数

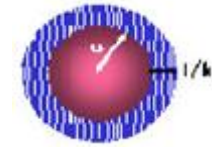


Huckel近似

$$g(\kappa a) = 1.0$$

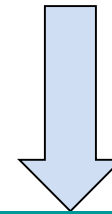


$$\zeta = \frac{3\eta}{2\varepsilon} U_E$$



smoluchowski近似

$$g(\kappa a) = 1.5$$



$$\zeta = \frac{\eta}{\varepsilon} U_E$$

由Henry方程可以看出，只要测得粒子的淌度（单位电场下的电泳速度称为淌度），查到介质的粘度、介电常数等参数，就可以求得Zeta电位。

§ 2.3.1 淌度测量方法

多普勒效应测量法

直接观测法

在早期，测量粒子淌度时，是在分散体系两端加上电压，用显微装置观测。

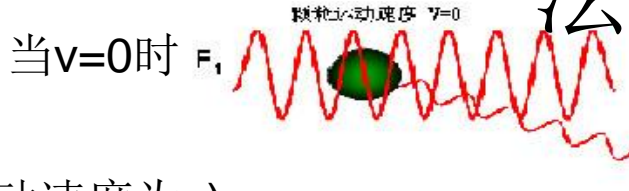
§ 2.3.2 多普勒效应测量法

当测量一个速度为 C ，频率为 f 的波时，假如波源与探测器之间有一相对运动（速度 V ），所测到的波频率将会有一多普勒位移。

在电场作用下运动的粒子，当激光打到粒子上时，散射光频率会有变化。散射光与参考光叠加后频率变化表现得更为直观，更容易观测。将光信号的频率变化与粒子运动速度联系起来，即可测得粒子的淌度。（如下图）

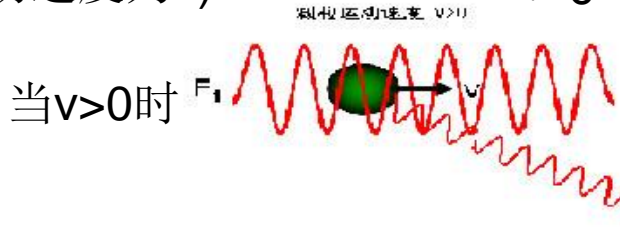
§ 2.3.2 多普勒效应测量

法



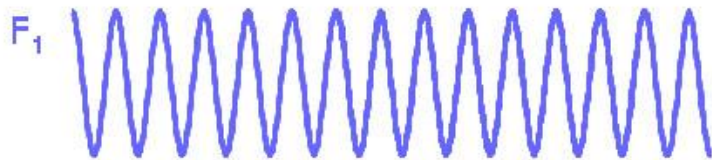
散射光与入射光频率相同

(设颗粒运动速度为 v)

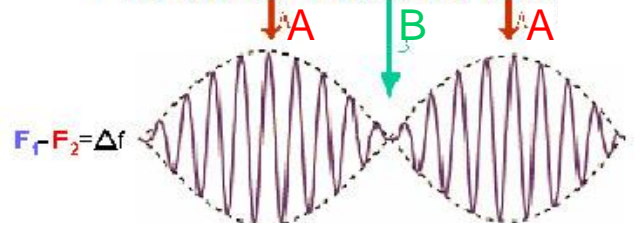
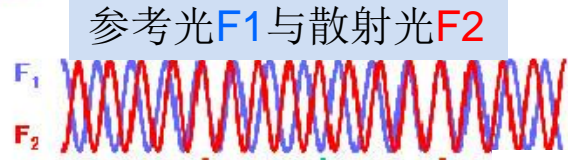
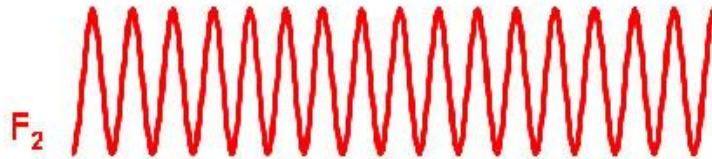


激光波向左传播

散射光与入射光频率不同



参考光 F_1 与散射光 F_2



§ 2.3.2 多普勒效应测量法

粒子运动速度 v ，入射光速度 c ，波长 λ ，频率 f_1 ；
散射光频率 f_2 。（设频率差 $\Delta f = f_2 - f_1$ ）

$$\begin{cases} f_1 = \frac{c}{\lambda} \\ f_2 = \frac{c+v}{\lambda} \end{cases} \longrightarrow v = \Delta f \cdot \lambda$$

内容小结:

1. Zeta电位的概念。
2. Zeta电位与分散体系稳定性之间的关系。
3. 影响Zeta电位的因素:

pH 的变化

溶液电导率的变化

添加剂的浓度

4. Zeta电位的计算公式

$$U_E = \frac{2\varepsilon\zeta}{3\eta} g(\kappa a)$$

5. 粒子淌度 U_E

即

$$v = \Delta f \cdot \lambda$$