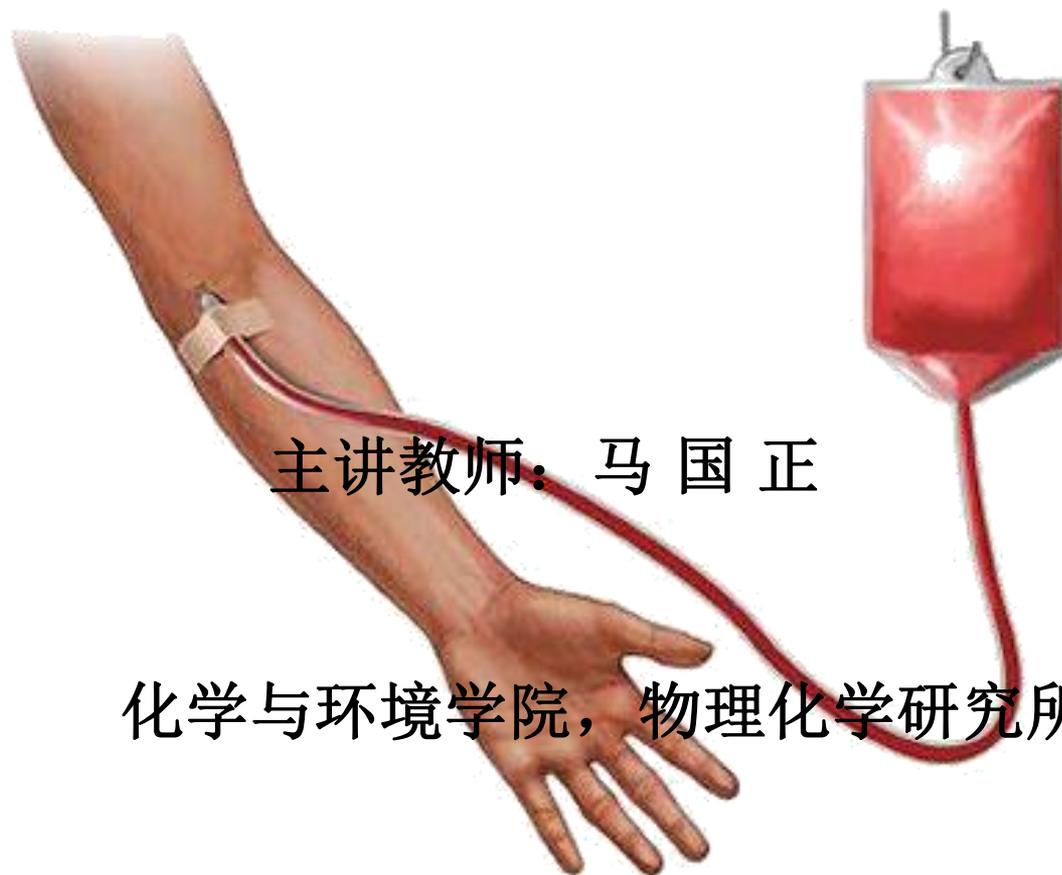




化学与环境学院

黏度法测水溶液高聚物分子量



主讲教师：马国正

化学与环境学院，物理化学研究所



实验目的

- ① 测定多糖聚合物-右旋糖酐的平均分子量
- ② 掌握用乌式黏度计测定黏度的原理和方法



实验原理

- ① 黏度的定义
- ② 特性黏度与高聚物分子量粘均分子量 经验公式
- ③ 纯溶剂和溶液流出时间的测定
- ④ 外推法求黏度

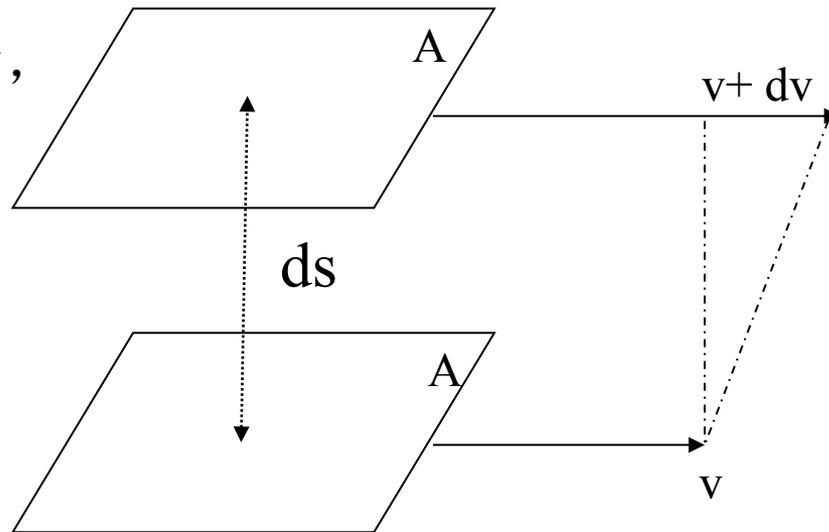


牛顿粘度定律

● 粘度是指液体对流动所产生的阻力，这种力反抗液体中邻接部分的相对移动，可看作是一种内摩擦。

$$F = \eta A \frac{dv}{ds}$$

$$\tau = \eta \frac{dv}{ds}$$



F ——内摩擦力，单位 N

$\frac{dv}{ds}$ ——法向速度梯度，即在与流体流动方向相垂直的y方向流体速度的变化率，单位 s^{-1}

η ——比例系数，称为流体的粘度系数或粘度，单位 $Pa \cdot s$

τ ——单位面积上的粘滞阻力，单位 Pa



几个粘度概念

【 η : 溶液黏度; η_0 : 纯溶剂黏度】

① 相对粘度 (η_r):
$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0}$$

② 增比粘度 (η_{sp}):
$$\eta_{sp} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{\eta}{\eta_0} - 1 = \eta_r - 1$$

③ 比浓粘度 ($\frac{\eta_{sp}}{C}$):

④ 特性粘度 ($[\eta]$):
$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\eta_{sp}}{c} \xrightarrow{\text{数学转换}} [\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\ln \eta_r}{c}$$



流出时间测定 泊肃叶 (Poiseuille) 公式

液体在毛细管粘度计内因重力作用而流出时遵守Poiseuille 公式:

$$\eta = \frac{\pi r^4 h g \rho t}{8 L V} - m \cdot \frac{V \rho}{8 \pi L t}$$

对于同一只的粘度计而言, r, h, V, L, g, m 均为常数, 故:

$$\frac{\eta}{\rho} = A t - \frac{B}{t}$$

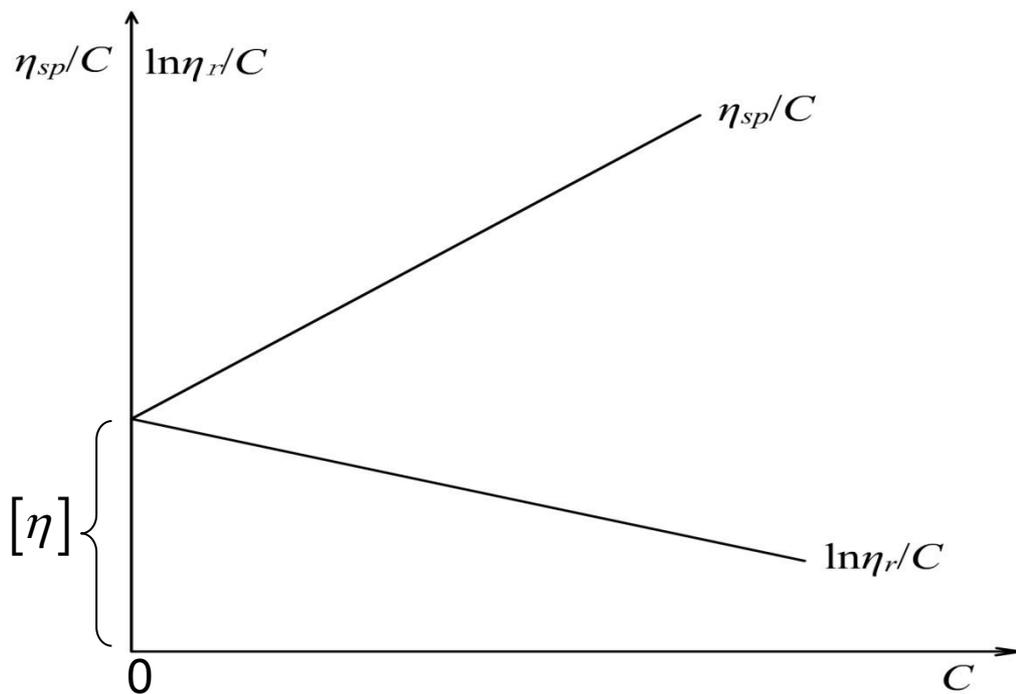
$$\eta_r = \frac{t}{t_0}$$

- 第一、忽略动能校正项 $\frac{B}{t}$ ($t > 100 \text{ s}$)
- 第二、高聚物溶液密度等于溶剂密度 (稀溶液)

t 溶液流出时间; t_0 纯溶剂流出时间



外推法求特性粘度



$$\frac{\eta_{sp}}{c} = [\eta] + K[\eta]^2 c$$

$$\frac{\ln \eta_r}{c} = [\eta] - B[\eta]^2 c$$



特性粘度与分子量经验公式

$$[\eta] = K\bar{M}_\eta^a$$

式中： \bar{M}_η^a 为平均分子量（粘均分子量）， K 是比例常数， a 是与分子形状有关的经验参数。 K 和 a 值与温度、聚合物、溶剂性质有关，也和分子量大小有关。

右旋糖苷水溶液的参数：

25°C: $K=0.0922\text{cm}^3/\text{g}$, $a=0.5$;

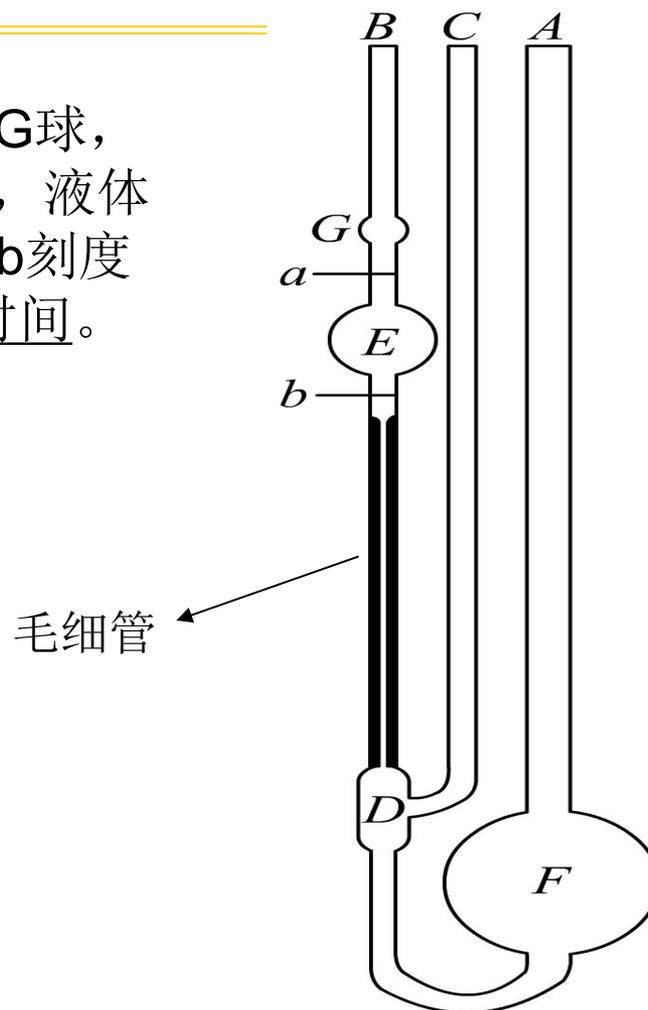
37°C: $K=0.141\text{cm}^3/\text{g}$, $a=0.46$ 。



乌氏粘度计

- 关闭C管，将液体自F球吸到G球，然后打开C管，D球与大气相通，液体受重力作用下流，从a刻度流至b刻度所需要的时间即为溶液的流出时间。
- 溶剂流出时间测定同上。

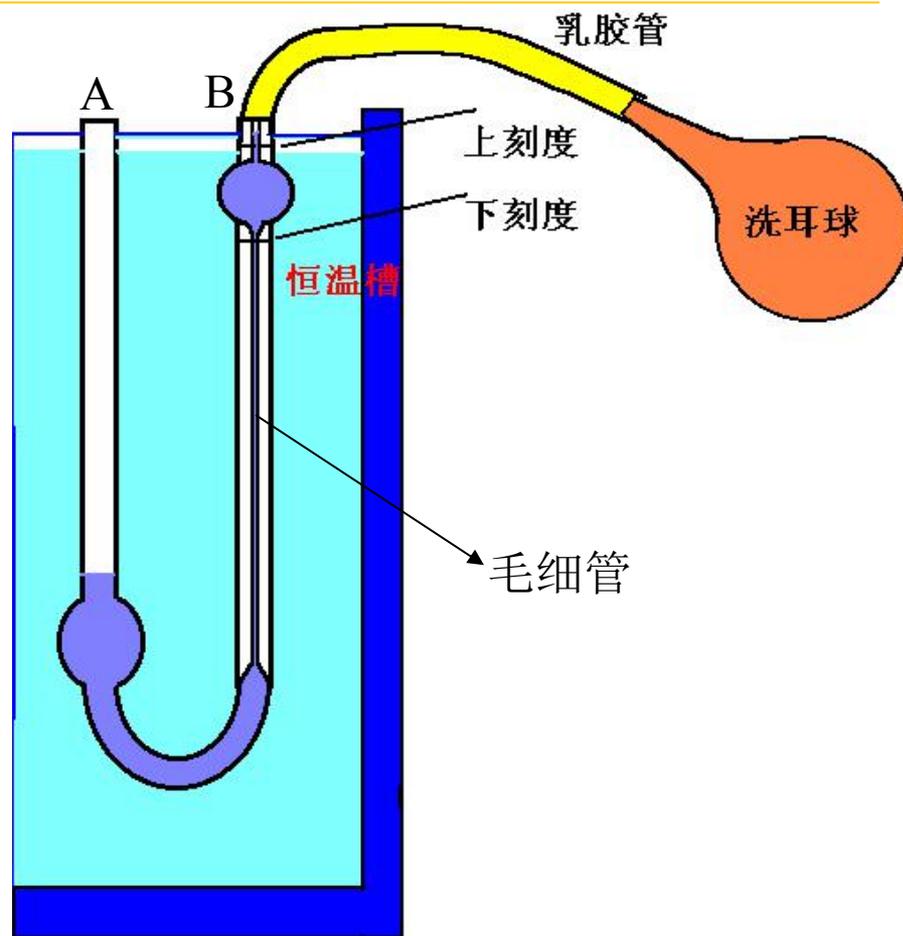
探讨：支管C起什么作用？
没有C管能否测粘度？





奥氏粘度计

- 每次粘度测定时所用液体的体积必须严格相等。





实验步骤

- 1、配置右旋糖酐水溶液（实验前新鲜配制）
- 2、洗涤黏度计
- 3、测纯溶剂流出时间
- 4、测溶液流出时间
 - 加10ml溶液，恒温，测流出时间
 - 再分别加2，3，5，10ml溶液，恒温混匀，测流出时间



数据处理

C'	T1/s	T2/s	T3/s	T 平均	η_r	$\ln \eta_r$	η_{sp}	η_{sp} / c'	$\ln \eta / c'$

溶液初始浓度 c ,相对浓度位 c' (分别为1, 5/6,2/3,1/2,1/3)



数据处理

- 根据上表，依次测流出时间
- 外推法求出特性黏度值 $[\eta] = \frac{A}{c}$
- 根据公式计算右旋糖酐黏均分子量



思考题

- (1) 乌氏粘度计毛细管太粗太细各有何特点？
- (2) 为什么强调粘度计一定要干净、无尘？
- (3) 特性粘度是溶液无限稀释时的比浓粘度，它与纯溶剂的粘度是否一样。为什么要用来测量高聚物的分子量？
- (4) 乌式粘度计测定高聚物相对分子质量有哪些注意事项？