

班级 计科5班 学号 220110515 姓名 金正达 教师签字 _____

实验日期 2023.11.10 预习成绩 2.0 总成绩 _____

实验名称 液体黏度的测定

一. 实验预习

实验指导书中提到, 在本实验中, 如果小钢球从蓖麻油液面处开始下落, 初速度为零, 最初是加速运动, 随着速度的增大, 其受到的黏滞力也将增大, 因此该过程是一个加速度越来越小的加速运动。但是实际操作时, 小钢球是从距离液面 h 高度开始下落的, 请分析一下, 小钢球进入蓖麻油之后, 是做加速运动还是减速运动? 设小钢球质量为 m , 直径为 d , 小球密度为 ρ , 蓖麻油密度为 ρ_0 , 黏滞系数为 η , 黏滞力由斯托克斯定律给出, 无需作修正, 忽略空气对小钢球的作用力。

$$F = 6\pi\eta v \cdot \frac{d}{2}, \quad mgh = \frac{1}{2}mv^2,$$

$$\text{小球到液面. } v = \sqrt{2gh}$$

$$\text{有 } \frac{4\pi}{3} \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho g = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_0 g + 6\pi\eta v_0 \frac{d}{2}$$

$$v_0 = \frac{(\rho - \rho_0)^2 g d^2}{18\eta}$$

$$h_0 = \frac{(\rho - \rho_0)^2 g d^4}{368\eta^2}$$

$h > h_0$, 小球先减速后匀速

$h < h_0$, 小球先加速后匀速

$h = h_0$, 小球匀速.

二. 实验现象及原始数据记录

小钢球编号	直径测量次数	叉丝的竖直刻线与小钢球像左侧相切时测微鼓轮读数 x_1 (mm)	叉丝的竖直刻线与小钢球像右侧相切时测微鼓轮读数 x_2 (mm)	蓖麻油温度 T (°C)	小钢球下落时间 t (s)
1	1	30.791	29.781	30	35.91
	2	30.780	29.778		
	3	30.783	29.780		
	4	30.776	29.773		
	5	30.781	29.778		
2	1	25.721	24.925	36	25.45
	2	25.718	24.923		
	3	25.709	24.920		
	4	25.716	24.923		
	5	25.718	24.923		
3	1	28.043	27.243	42	14.13
	2	28.038	27.240		
	3	28.041	27.240		
	4	28.040	27.238		
	5	28.039	27.238		
4	1	30.089	29.021	50	9.14
	2	30.090	29.023		
	3	30.086	29.020		
	4	30.088	29.020		
	5	30.088	29.021		
5	1	29.360	28.562	60	6.41
	2	29.360	28.560		
	3	29.366	28.564		
	4	29.362	28.559		
	5	29.364	28.564		

3.0

教师	姓名
签字	钟瑞

2023.11.10

三. 数据处理

(利用测得的数据计算各温度下蓖麻油的黏度, 绘出黏度-温度关系曲线, 推导出 η 的相对不确定度公式, 然后计算某个温度下 η 的不确定度, 并完整表达测量结果, 要有详细的计算过程, 格式工整)

$$\text{公式 } \eta = \frac{(P - P_0) d^2 t}{18 V_0}, \text{ 实际为 } \eta = \frac{(P - P_0) d^2 t}{18 L (1 + 2.4 \frac{d}{D})}$$

$$\textcircled{1} 30^\circ\text{C}, \bar{d} = 1.004 \text{ mm}, \eta = 0.060 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\textcircled{2} 36^\circ\text{C}, \bar{d} = 0.793 \text{ mm}, \eta = 0.027 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\textcircled{3} 42^\circ\text{C}, \bar{d} = 0.800 \text{ mm}, \eta = 0.016 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\textcircled{4} 50^\circ\text{C}, \bar{d} = 1.067 \text{ mm}, \eta = 0.010 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\textcircled{5} 60^\circ\text{C}, \bar{d} = 0.801 \text{ mm}, \eta = 0.007 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\text{不确定度 } E = \sqrt{\frac{1}{2} U_t^2 + \left(\frac{2}{d} - \frac{2.4 \frac{1}{D}}{1 + 2.4 \frac{d}{D}} \right)^2 U_d^2}$$

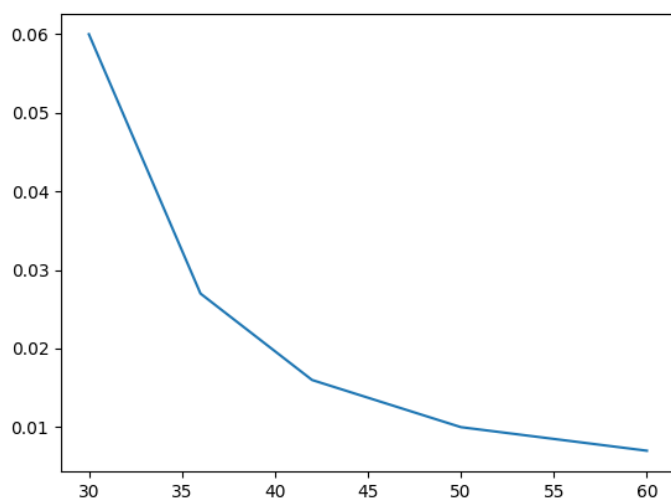
$$\textcircled{1} 30^\circ\text{C}, U = E\eta = 0.005,$$

$$\textcircled{2} 36^\circ\text{C}, U = E\eta = 0.002$$

$$\textcircled{3} 42^\circ\text{C}, U = E\eta = 0.003$$

$$\textcircled{4} 50^\circ\text{C}, U = E\eta = 0.003$$

$$\textcircled{5} 60^\circ\text{C}, U = E\eta = 0.002$$



四. 实验结论及现象分析

答: 蓖麻油黏度随温度升高而降低.

五. 讨论题

1. 讨论本实验中出现实验误差的原因。
2. 请解释为什么液体的黏度是随着温度上升而下降。
3. 如果小球在靠近玻璃管壁处下落, 会对液体黏度的实验测量值有什么影响?
4. 如果玻璃管是倾斜的, 会对液体黏度的实验测量值有什么影响?

答: 1. 读数误差, 种温度仅有一次计算

2. 温度升高, 分子动能增加, 加快液体流动, 从而黏度下降.

3. 会使 η 偏大.

4. 会使 η 偏大.