

國立虎尾科技大學機械設計工程系

113 學年度機械工程實驗(三):熱流實驗

實驗報告

實驗四：黏滯係數量測

41023210 鄭翊均

41023222 陳奕倫

41023242 廖旭宏

41023252 鄭煜橙

41023255 徐佑寧

一、實驗目的

測量流體的黏滯係數

- 計算流體的動黏滯係數或動力黏滯係數，並比較不同流體的黏滯性質。
- 分析溫度對流體黏滯性的影響。

驗證黏性流動理論

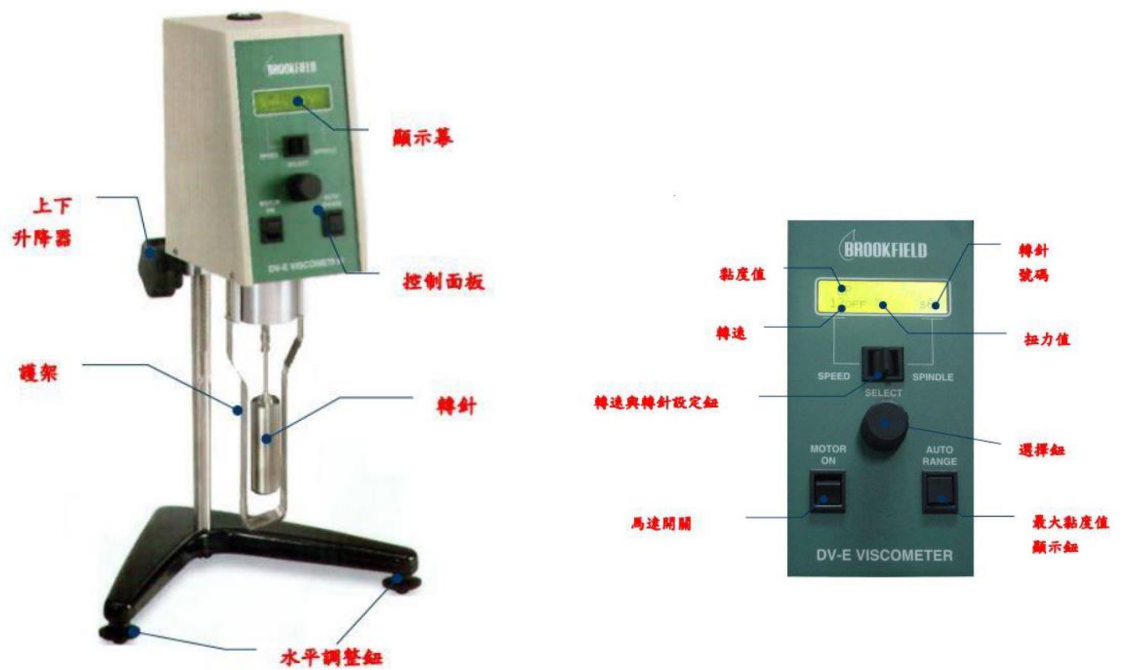
- 檢驗黏滯力與速度梯度之間的線性關係（牛頓黏性流體的特性）。
- 測試是否符合泊松定律或斯托克斯定律。

學習相關測量方法

- 掌握通過不同方法測量黏滯係數的技術，例如：
 - 毛細管法（利用泊松定律測量）。
 - 球體下落法（利用斯托克斯定律測量）。
 - 扭擺黏度計或旋轉黏度計。

二、儀器與設備

黏度計、恆溫箱、轉針、燒杯

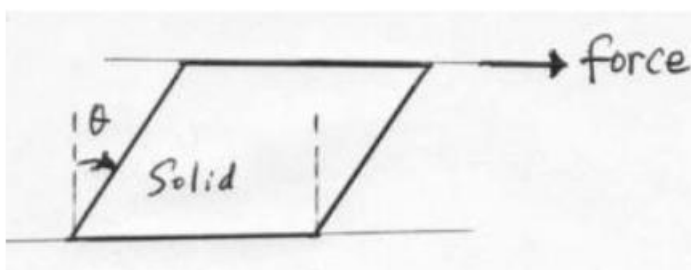


三、實驗原理

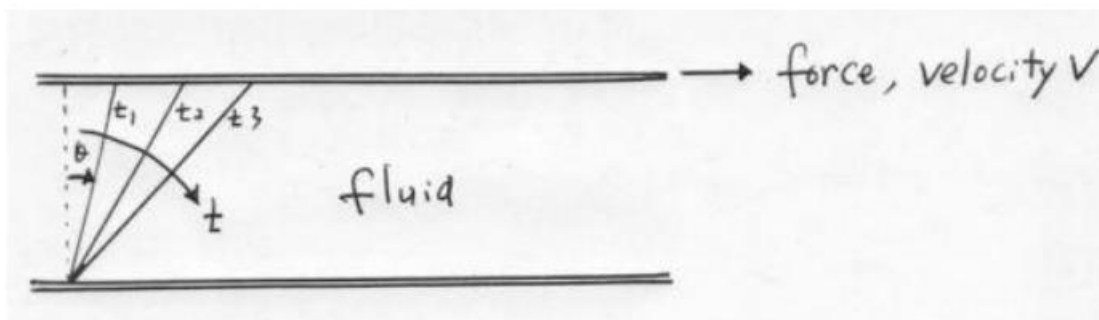
黏滯係數分為兩種，一為絕對黏度(Absolute Viscosity)，單位為 P(poise)， $1 \text{ P} = 1(\text{g/cm})\text{s} = 100 \text{ cP}$ ；一為動力黏度(Kinematic Viscosity)，單位為 St(stoke)， $1 \text{ St} = 1\text{cm}^2/\text{s} = 100 \text{ cSt}$ 。又絕對黏度與動力黏度之關係為下式

$$\text{centiPoises (cP)} = \text{centiStokes (cSt)} \times \text{Density}(\text{g/cm}^3)$$

固體：當一剪應力 (shear stress) 施於固體時，固體之變形角度正比於施力，而變形不隨時間而變化。

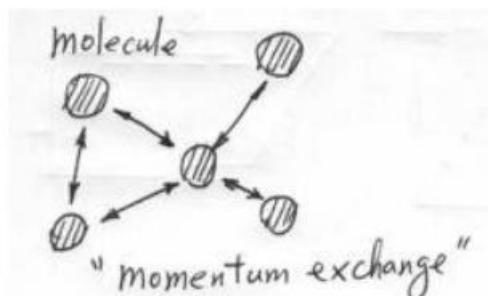


流體 (液體或氣體)：任一大小之剪應力施於流體時，流體之變形角度將隨時間而增加。

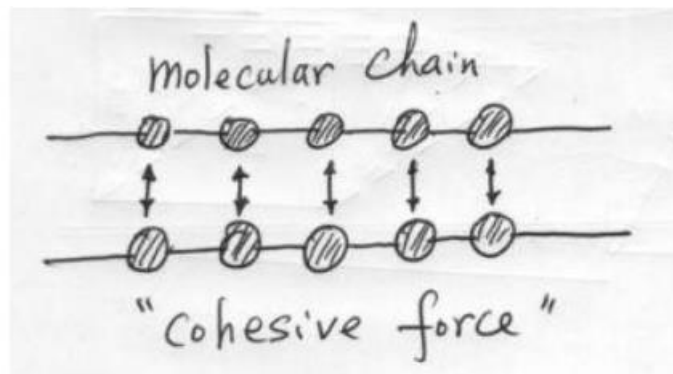


黏滯力之物理意義：

氣體：氣體之黏滯力是由氣體分子之間碰撞，造成“動量交換”而產生



液體：液體的分子以“長鍊”形式組成，液體之黏滯力乃由於長鍊間的凝聚力所造成

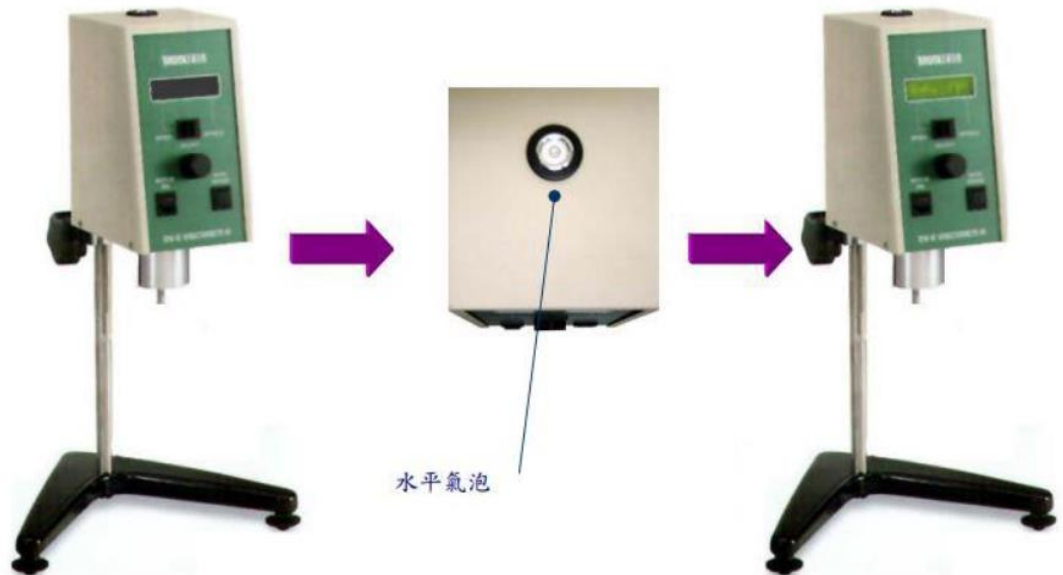


黏滯力與溫度之關係： 當溫度增加，氣體分子之能量與動量均增加，分子間之碰撞及動量交換亦增加，故黏滯力增加。對於液體，分子鍊間之凝聚力隨溫度增加而破壞，黏滯力亦減小。

當馬達旋轉帶動轉子(Rotor)同步旋轉，轉子表面與液體間產生相對摩擦力，藉由簡單的換算公式，轉換成讀取之數據(黏度值)。馬達與轉子之間最重要的介質，是一條經過校正的精密游絲。當液體黏度大於游絲彈性時，會帶動指針於刻度盤上產生一個偏角，即可得知樣本的絕對黏度。

四、實驗步驟

1. 先將黏度計安裝完成並調整水平調整使水瓶氣泡至於黑圈中且打開黏度計電源



2. 取一個 600ml 標準燒杯，將樣品加至轉針測量高度，黏度計準備好參數設定完成，將護架裝置

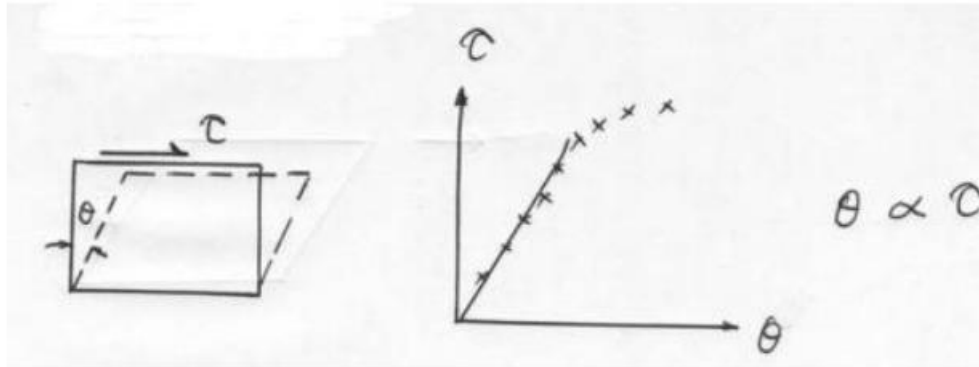


4. 設定轉針號碼與轉速並打開馬達開關鈕測量樣品黏度。帶黏度穩定後，讀取顯示幕數據並記錄，將冷凍開關關閉，再依序設定進行量測。

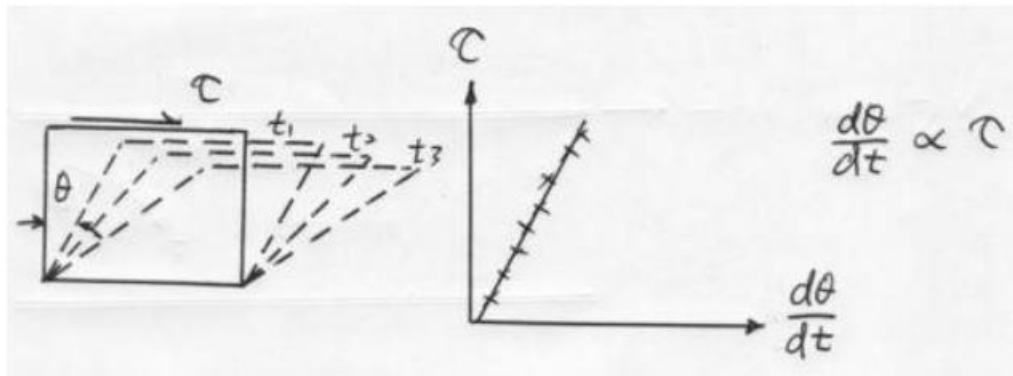
五、實驗結果

由實驗得知：

固體在虎克定理 (hooke' s law) 下，變形角度正比於施與之剪應力。



而流體之變形率 (deformation rate) 正比於施與之剪應力。



實驗數據

理論水黏滯係數與溫度變化(轉速 30rpm)

樣品測試溫度(°C)	18	36	57
黏製係數(CP)	1.7	1.2	0.9

理論水黏滯係數與溫度變化(轉速 50rpm)

樣品測試溫度(°C)	18	36	57
黏製係數(CP)	1.2	1.1	0.6

理論水黏滯係數與溫度變化(轉速 60rpm)

樣品測試溫度(°C)	18	36	57
黏製係數(CP)	0.7	0.6	0.6