

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 ■普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱： 流體競速
一、摘要 本實驗設計了四個變因來探討在不同管長、水位、黏滯性的液體以及引流管口徑對於流體流速所產生的影響；實驗步驟是將手把出水口堵住、灌入流體、量測水位高度，在放開堵塞時用應力感應器及軟體 Vernier Graphical Analysis 進行質量時變量之分析，測出流體的流速；實驗結果發現：(1)管長的長度及水位高低對於流體的流速造成的影響相近；水位的高度、引流管的長度越大，液體流速越快、(2)物質的黏滯性會影響流體的流速、(3)引流管的口徑越大，液體流速越快。
二、探究題目與動機 生活在社區大樓中，半夜間常會聽見如同彈彈珠般的喀喀聲作響，使人不禁想上樓找鄰居理論生活作息。但經過一番調查後，卻發現此種敲擊聲其實並非人為故意所致。 事實上，這是十分常見的物理現象「水錘作用」。當水流在管道內快速流動時，它具有動能，如果水龍頭、閘門或其他裝置突然關閉，水的動能就沒有地方釋放，它會轉變成壓力波，沿著水管來回反彈，造成我們所聽見的噪音。它的運動符合能量守恆。 這引發了我們對流體運動的好奇，我們經由查找了發現了可以解釋能量守恆柏努利方程，想藉由實作知道液體的流速是否如理想流體公式所示，也探究在實際情況(非理想)可能帶來的變因影響。 我們設計了四個不同變因，探討在不同條件下流動液體之速率會受到的影響：(1)引流管的長度變化、(2)不同高度的水位、(3)具不同黏滯性的液體、(4)引流管管口的口徑大小。
三、探究目的與假設 (一)、(1) 假設水位相同下，引流管愈長，流體的流速愈快；(2) 假設引流管相同下，水位愈高，流體的流速愈快。(探討管長所受水壓對液體流速的影響) (二)、假設注入黏滯性較大的流體，流體的流速越慢。(探討注入流體性質對液體流速的影響) (三)、假設引流管的孔徑越大，液體的流速越快。(探討引流管的孔徑對液體流速的影響)
四、探究方法與驗證步驟 (一)、原理： 1、流量方程式 (質量守恆): $A_1 v_1 = A_2 v_2 = \frac{\text{流體質量}}{\text{時間}}$。

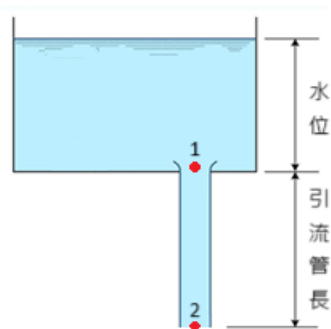
2、伯努利方程式:在理想狀態下(物質沒有黏滯性、不可壓縮、無內部摩擦)，

當流體在管道或空間中流動時，壓力為 P ，流體密度

為 ρ ，流速為 v ，重力常數為 g ，高度為 h ，則 $P +$

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = k, \text{ 即 } P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 +$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2。$$

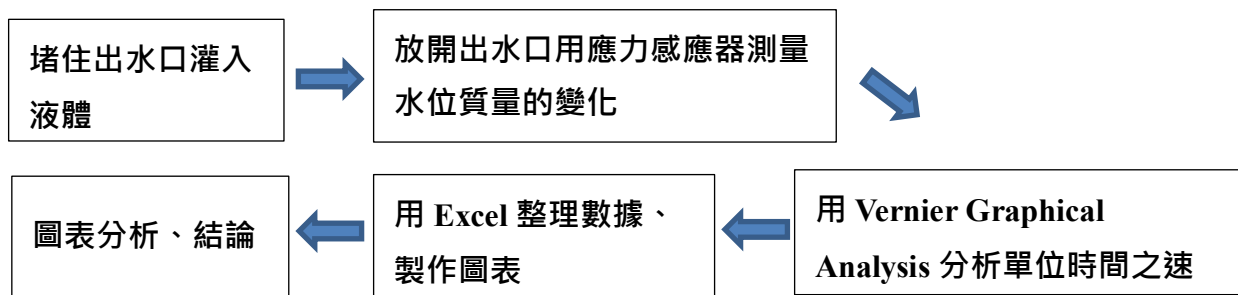


3、應用上述式子，可得右圖之關係 $V_1 = V_2 = \sqrt{2g(H + L)}$ ，水位高度為 H ，引流管管長為 L 。

4、所有液體都具有一定的黏滯性，使得液體在管道內的流速分佈不完全均勻，產生內部摩擦力，這使得流動液體內部壓力減小，流速變小，正如 Hagen-

Poiseuille 定律：流速與流體的黏滯性成反比。

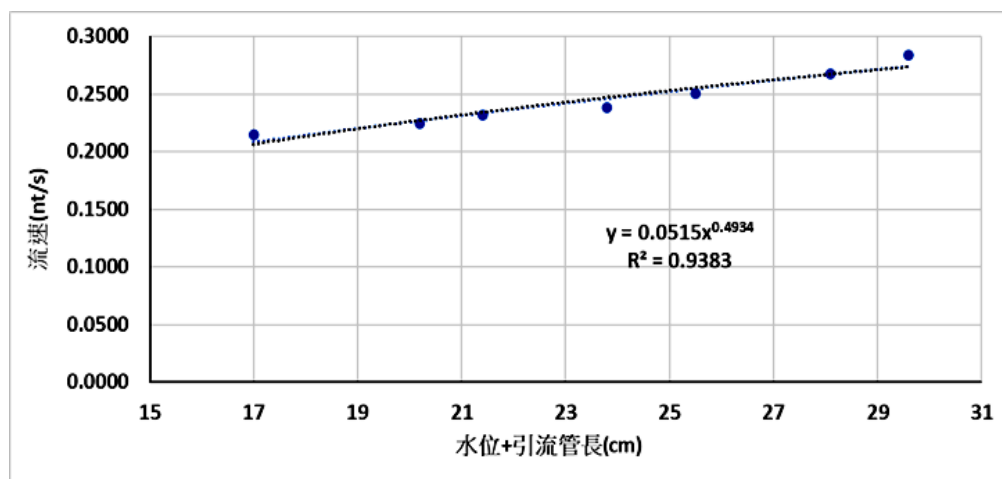
(二)、實驗步驟：



五、結論與生活應用

(一)、引流管的長度與流速之關係

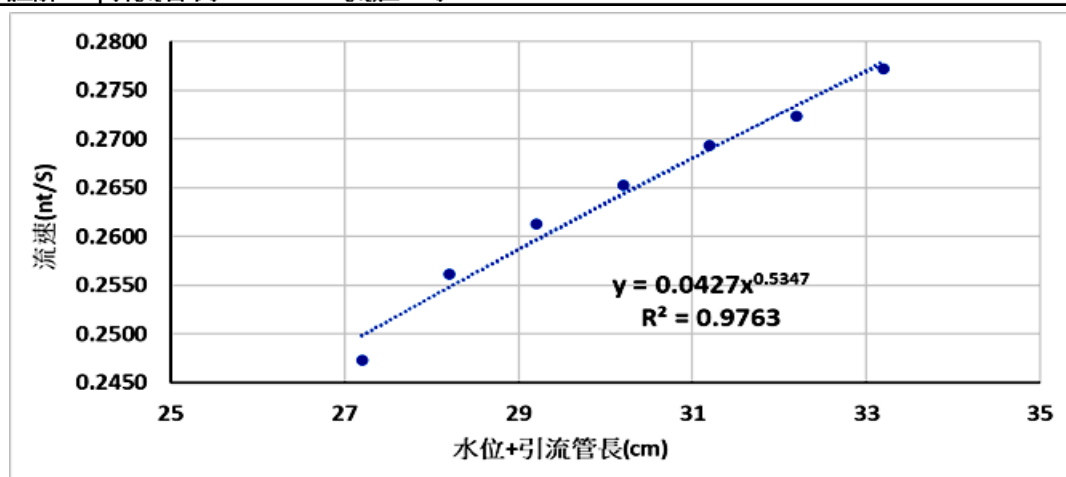
引流管長(cm)	水位+引流管長(cm)	第1次流速(nt/s)	第2次流速(nt/s)	第3次流速(nt/s)	平均流速(nt/s)
19.6	29.6	0.2845	0.2825	0.2853	0.2841
18.1	28.1	0.2669	0.2687	0.2674	0.2677
15.5	25.5	0.2507	0.2508	0.2503	0.2506
13.8	23.8	0.2382	0.2384	0.2382	0.2383
11.4	21.4	0.2319	0.2318	0.2318	0.2318
10.2	20.2	0.2238	0.2243	0.2245	0.2242
7	17	0.2142	0.2173	0.2125	0.2147
註解	水位: 10cm 流體: 水				



由引流管長度變化的實驗可知，管長越長，液體流速越快；管長越短，液體流速越慢，且(水位+引流管長)與流體流速之間有 0.4934 次方之關係，接近 0.5 次方，符合伯努利方程式所求出 $v = \sqrt{2g(H + L)}$ 。

(二)、水位的高低與流速之關係

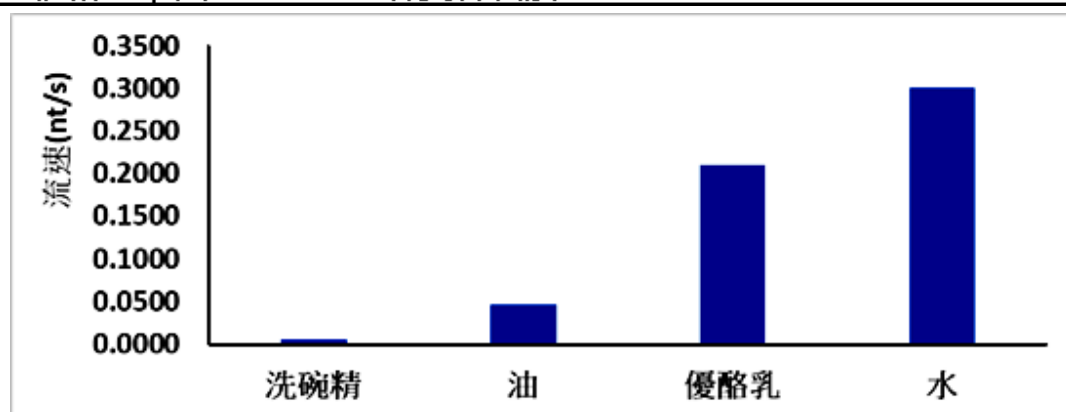
水位(cm)	水位+引流管長(cm)	第1次流速(nt/s)	第2次流速(nt/s)	第3次流速(nt/s)	平均流速(nt/s)
13	33.2	0.2773	0.2770	0.2773	0.2772
12	32.2	0.2727	0.2723	0.2720	0.2723
11	31.2	0.2692	0.2693	0.2696	0.2694
10	30.2	0.2650	0.2651	0.2658	0.2653
9	29.2	0.2613	0.2614	0.2613	0.2613
8	28.2	0.2560	0.2562	0.2561	0.2561
7	27.2	0.2471	0.2476	0.2473	0.2473
註解 引流管長: 20.2cm 流體: 水					



由水位高度變化的實驗可知，水位越高，液體流速越快；水位越低，液體流速越慢，且(水位+引流管長)與流體流速之間有 0.5347 次方之關係，接近 0.5 次方，符合伯努利方程式所求出 $v = \sqrt{2g(H + L)}$ 。

(三)、黏滯性流體與流速之關係

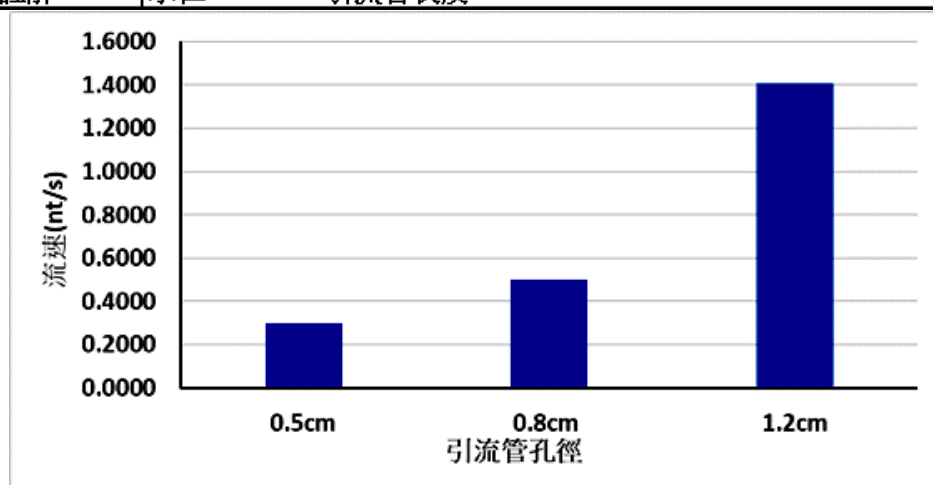
物質	第1次流速(nt/s)	第2次流速(nt/s)	第3次流速(nt/s)	平均流速(nt/s)
洗碗精	0.0040	0.0096	0.0048	0.0061
油	0.0469	0.0455	0.0458	0.0461
優酪乳	0.1856	0.2156	0.2270	0.2094
水	0.3011	0.2989	0.3025	0.3008
註解	水位：12cm；引流管長度：16.5cm			



由實驗得知，黏滯性強度:洗碗精>油>優酪乳>水，其流速：洗碗精<油<優酪乳<水；黏滯性的流體會影響液體的流動速率(黏滯性越強，液體流動速率越慢)。

(四)、引流管孔徑與流速之關係

引流管孔徑(直徑)	第1次流速(nt/s)	第2次流速(nt/s)	第3次流速(nt/s)	平均流速(nt/s)
0.5cm	0.3011	0.2989	0.3025	0.3008
0.8cm	0.5048	0.5046	0.4965	0.5020
1.2cm	1.4240	1.3830	1.4150	1.4073
註解	水位：12cm；引流管長度：16.5cm			



由引流管孔徑實驗得知，其孔徑越大，流體流速越快；其孔徑越小，流體流速越慢。

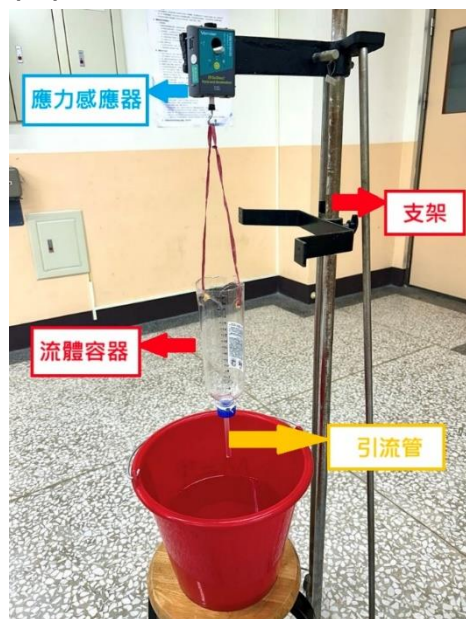
(五)、結論

- 1、水位高度影響：流速隨著水位增加而增加，且(水位+引流管長)與流體流速之間，接近 0.5 次方之關係，符合伯努利方程式所求出 $v=\sqrt{2g(H+L)}$ 。
- 2、引流管長度影響：流速隨著管長增加而增加，且(水位+引流管長)與流體流速之間，接近 0.5 次方之關係，符合伯努利方程式所求出 $v=\sqrt{2g(H+L)}$ 。
- 3、流體黏滯性影響：流體黏滯性愈大導致流速降低，符合 Hagen-Poiseuille 公式。
- 4、孔徑影響：孔徑增大時，流速增加，符合流量方程式。

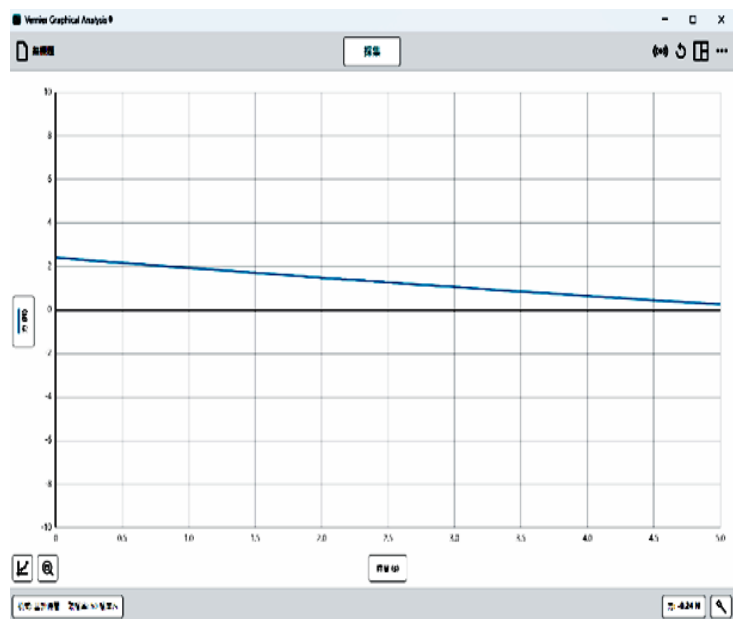
(六)、應用

本研究驗證了流體流速的理論模型，結果可用於管道設計、流體傳輸與工業應用。

(七)實驗裝置



實驗裝置的架設



軟體 Vernier Graphical Analysis 測出流體流速

六、參考資料

- 1、流體力學，王民玟...等人，全華圖書，2010，P302。
- 2、實用流體力學，顏清連，五南書局，2015，P125。