

104 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽臺灣省第 6 區複

賽物理科實驗試題第二題參考解

一、原理：

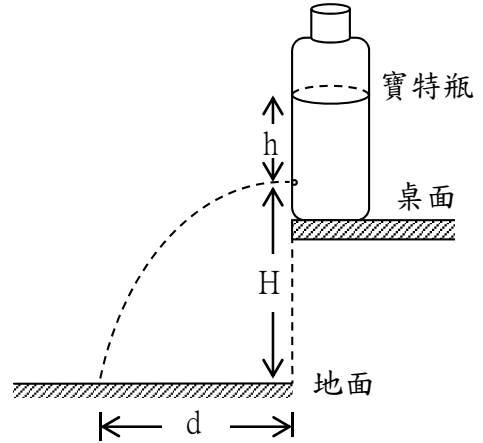
當忽略空氣阻力，由小孔流出之水的初速率，可由水從小孔射出點至落地點之間的水平距離，與射出至落地經過的時間求得。

如圖一所示，由小孔射出點至落地點之水平距離為 d ，小孔至地面之高度為 H 。因此，水由小孔射出至落地所經過之時間為

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (g \text{ 為重力加速度})$$

所以，水由小孔射出之初速率

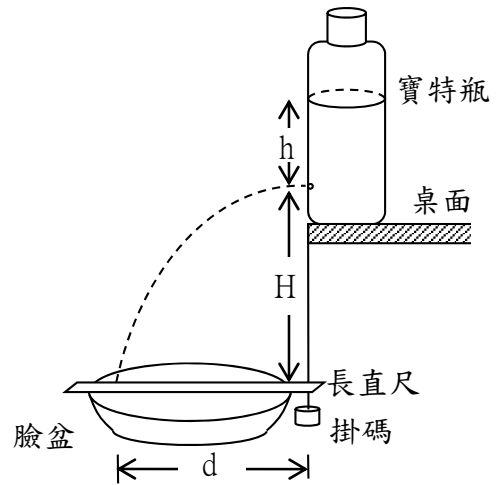
$$v = \frac{d}{t} = \frac{d}{\sqrt{\frac{2H}{g}}} = d\sqrt{\frac{g}{2H}}$$



圖一

二、實驗步驟

1. 在寶特瓶側邊挖孔，插入 PU 管，並如圖二所示架設器材。
2. 將直尺以透明膠帶固定於寶特瓶側邊，以記錄小孔距離水面的深度 h 。
3. 將掛碼以棉線繫住，並以膠帶固定垂於桌邊當鉛錘用，以標定桌緣的鉛垂線。
4. 將臉盆置於地面，長直尺橫擺於臉盆上，使直尺之刻度 0 點恰位於桌緣鉛垂線位置。
5. 將寶特瓶裝滿水，並以瓶蓋旋緊，此時水由小孔流出少許後即不再流出。
6. 將寶特瓶置於桌邊，使小孔恰位於桌緣的鉛垂線上。
7. 將寶特瓶瓶蓋旋開，隨著水位下降測量不同水深 h 之水平位移 d 。
8. 測量小孔至長直尺之鉛直距離 H 。
9. 由上述數據即可求得不同水深時，水由小孔射出之初速率 v 。
10. 假設 $v = ah^\gamma$ ，以 $\log v$ 對 $\log h$ 作圖，圖形斜率即為 γ ，截距即為 $\log a$ 。



圖二

三、數據紀錄

H=23.8 cm

(一) PU 管內徑 2.5mm

h(cm)	d(cm)	v(cm/sec)	logh	logv
20.0	31.0	141	1.30	2.15
18.0	29.0	132	1.26	2.12
16.0	28.0	127	1.20	2.10
14.0	26.0	118	1.15	2.07
12.0	23.6	107	1.08	2.03
10.0	21.5	98	1.00	1.99
8.0	18.6	84	0.90	1.93

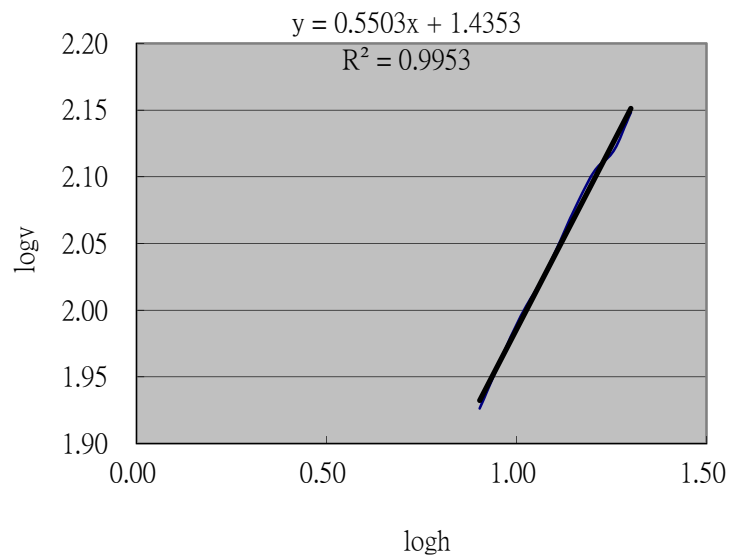


圖 三

(二)PU 管內徑 3.0mm

h(cm)	d(cm)	v(cm/sec)	logh	logv
20.0	34.0	154	1.30	2.19
18.0	32.5	147	1.26	2.17
16.0	30.0	136	1.20	2.13
14.0	28.5	129	1.15	2.11
12.0	26.0	118	1.08	2.07
10.0	24.0	109	1.00	2.04
8.0	20.5	93	0.90	1.97

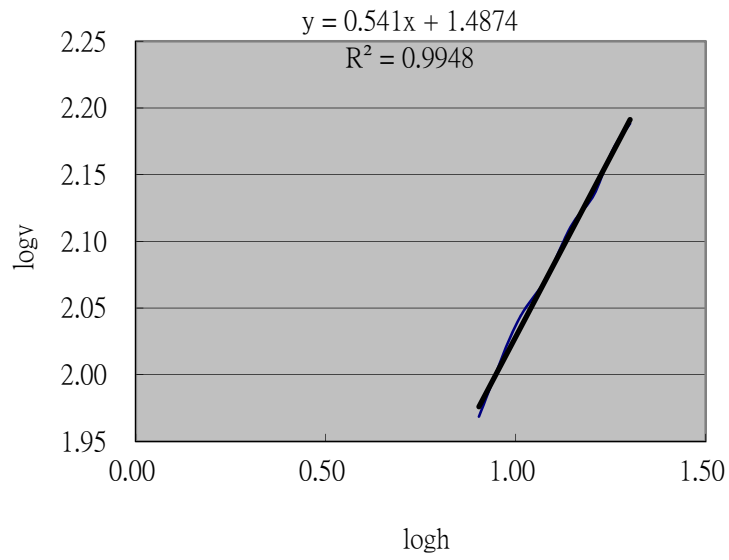


圖 四

(三)PU 管內徑 4.0mm

h(cm)	d(cm)	v(cm/sec)	logh	logv
20.0	32.0	145	1.30	2.16
18.0	30.0	136	1.26	2.13
16.0	28.5	129	1.20	2.11
14.0	27.0	123	1.15	2.09
12.0	25.0	113	1.08	2.05
10.0	22.5	102	1.00	2.01
8.0	20.0	91	0.90	1.96

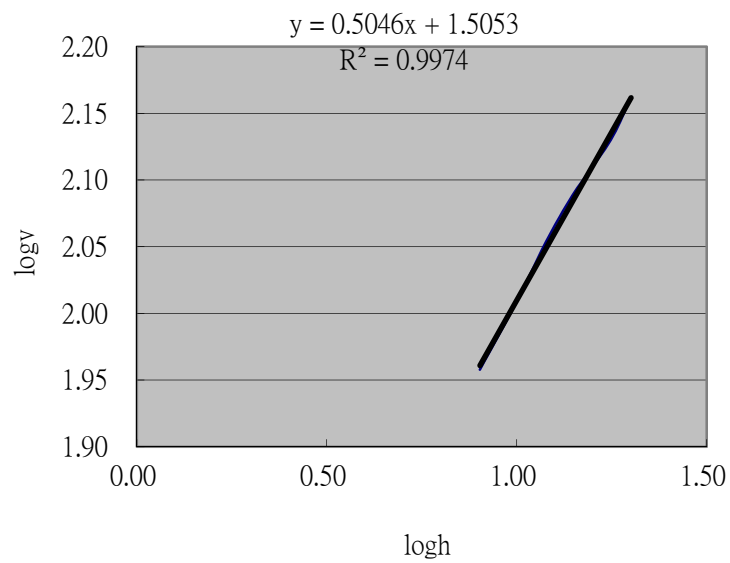


圖 五

四、計算分析和實驗結果

由圖三~五之斜率得知 γ ，由截距得知 $\log a$

因此， v 與 h 之關係為

(一) PU 管內徑 2.5mm $v = 27.5 \cdot h^{0.550}$

(二) PU 管內徑 3.0mm $v = 30.9 \cdot h^{0.541}$

(三) PU 管內徑 4.0mm $v = 32.0 \cdot h^{0.505}$

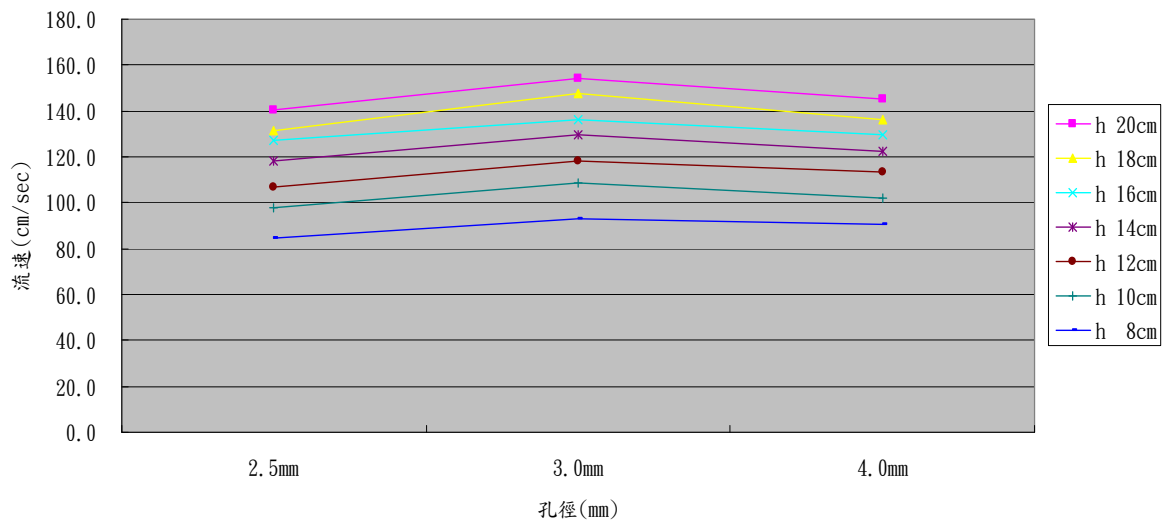


圖 六

距離液面不同深度(h)之流速(v)與孔徑大小之關係如圖六，由圖六得知流速與孔徑大小之關係非單調之漸增或漸減，而是在孔徑大小 3.0mm 有極大值。