

# 一百學年度高雄市高級中學自然學科競賽複賽

## 物理科實驗試題第一題參考解

### 一、實驗設計原理：

將玻璃試管綁在木棍上，垂直倒插入裝水的量筒中，於一定深度後，試管內水面高度會因水中的壓力而上升，此時試管內水面的壓力為  $P_1 = P_0 + \rho g l_1$ ，其中  $\rho$  為水的密度，利用理想氣體方程式， $P_0 V_0 = nRT_0$ ， $P_1 V_1 = nRT_1$ ，假設試管內截面積為  $A$ ，所以  $V_0 = Al_0$ ， $V_1 = A[l_0 - (h - l_1)]$ ，結合以上公式可得試管內水面的壓力為  $P_1 = \frac{T_1}{T_0} \frac{l_0}{[l_0 - (h - l_1)]} P_0$ ，所以  $\frac{P_1}{P_0} = \frac{T_1}{T_0} \frac{l_0}{[l_0 - (h - l_1)]}$ ，也可推得

$$\left( \frac{T_1}{T_0} \frac{l_0}{[l_0 - (h - l_1)]} \right) P_0 = P_0 + \rho g l_1，重新整理後可得 \left( \frac{T_1}{T_0} \frac{l_0}{[l_0 - (h - l_1)]} - 1 \right) P_0 = \rho g l_1，$$

此公式等號左邊等於  $P_1 - P_0$ ，故由  $P_1 - P_0$  與  $l_1$  之關係圖的實驗數據之回歸線斜率即為  $\rho g$ ，假設水的密度為  $1 \text{ g/cm}^3$ ，即可得重力加速度  $g$  值。

### 二、實驗步驟：

1. 量測實驗此時的氣溫、水溫和玻璃試管的深度。
2. 將玻璃試管利用透明膠帶綁在木棒上，量筒中裝水後插入直尺，將玻璃試管垂直插入水面，利用試管夾夾住木棒。
3. 固定玻璃試管在水中的深度，記錄此時的  $l_1$  和  $h$  值。
4. 改變玻璃試管在水中的深度，並重複步驟 2，並量測 5 次以上。
5. 將每次量測的  $l_1$  和  $h$  值代入公式  $P_1 - P_0 = \left( \frac{T_1}{T_0} \frac{l_0}{[l_0 - (h - l_1)]} - 1 \right) P_0$ ，並繪製  $P_1 - P_0$  與  $l_1$  之關係圖。
6. 求  $P_1 - P_0$  與  $l_1$  之關係圖中數據的回歸線斜率，代入水的密度為  $1000 \text{ kg/m}^3$ ，即可得重力加速度  $g$  值。

### 三、數據記錄：

$T_0 = 24.5^\circ\text{C}$ ， $T_1 = 26.5^\circ\text{C}$ ， $P_0 = 1014 \text{ mbar}$ ， $l_0 = 25.30 \text{ cm}$

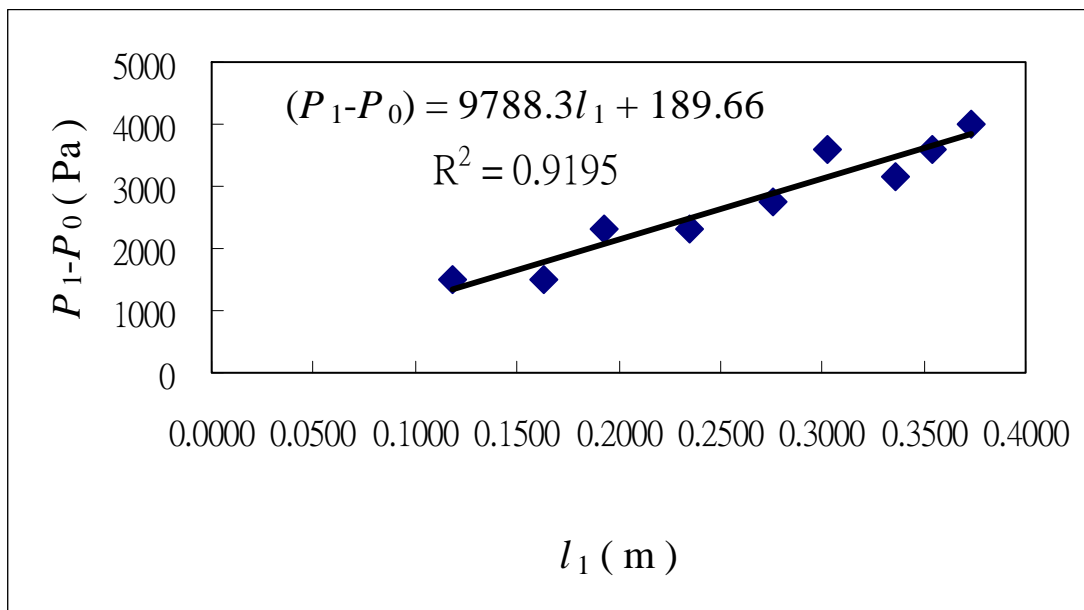
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h(\text{cm})$	12.00	16.50	19.70	23.90	28.10	31.00	34.20	36.10	38.10
$l_1(\text{cm})$	11.80	16.30	19.30	23.50	27.60	30.30	33.60	35.40	37.30

次數	1	2	3	4
$l_1$ (m)	0.1180	0.1630	0.1930	0.2350
$P_1 - P_0$ (Pa)	1495	1495	2321	2321

次數	5	6	7	8	9
$l_1$ (m)	0.2760	0.3030	0.3360	0.3540	0.3730
$P_1 - P_0$ (Pa)	2739	3586	3161	3586	4015

#### 四、計算作圖及實驗結果：

玻璃試管內水面壓力減去大氣壓力之值( $P_1 - P_0$ )與玻璃試管內液面距離水面高度 $l_1$ 之關係圖：



實驗結果：趨勢線斜率為 9788.3，假設水的密度為  $1000 \text{ kg/m}^3$ ，所以重力加速度  $g$  值為  $9.7883 \text{ m/s}^2$ 。

#### 五、實驗討論：

1. 數據的計算需採用 SI 制的單位，長度為公尺，溫度為絕對溫度，壓力為 Pa，密度為  $\text{kg/m}^3$ 。
2. 在每次量測時，須確認玻璃試管是垂直於量筒水面的，以免造成數據判讀上的誤差產生。
3. 在玻璃試管要插入水中時，要確認玻璃試管是垂直於量筒水面的。
4. 重力加速度  $g$  值的量測需多次反覆的量測，方可減少量測的誤差產生，且建議分別計算其相對應之重力加速度  $g$  值，再平均各次量測的重力加速度  $g$  值，方為較正確的結果。