

白努力定律量測以及理想氣體方程式實驗 ($PV=nRT$)

謝金邦 賈至達 徐國明 張瑞文

國立台灣師範大學 物理系

(投稿日期：民國 98 年 04 月 06 日，修訂日期：99 年 02 月 22 日，接受日期：99 年 03 月 29 日)

摘要：近年來拜電腦軟硬體裝置的快速進展，尤以 USB 介面控制裝置為最，再加上許多感應量測器的研發，藉著這些電腦軟硬體及感應量測器為工具，使得目前在進行實驗的量測上，可取得過去不易測量得到的數據資料，但是一些高中基本定律要用實驗加以數位化驗證時，往往難於各方面的統整，有鑑於此，所以自製做一台基本的儀器，用來偵測各範圍的壓力，其中包含電腦程式的連結以及電子元件的組裝。

關鍵詞：伯努力方程式、黏滯力、雷諾係數、層流

壹、前言

本研究主要是設計實驗與製作一套可測量壓力與流體速度運動狀態的儀器，並藉由所測得的數據來討論白努力定律 Daniel Bernoulli(1700~1782)裡壓力與流體速度的情形以及探討理想氣體方程式。近年來拜電腦軟硬體裝置的快速進展，尤以 USB 介面控制裝置為最，再加上許多感應量測器的研發，藉著這些電腦軟硬體及感應量測器為工具，使得目前在進行實驗的量測上，可取得過去不易測量得到的數據資料，但是一些高中基本定律要用實驗加以數位化驗證時，往往難於各方面的統整，有鑑於此，所以自製做一台基本的儀器，用來偵測各範圍的壓力，其中包含電腦程式的連結以及電子元件的組

裝。

貳、實驗裝置

如下圖 1~6

參、實驗分析

理想氣體方程式 $PV=nRT$ ，這是由微觀氣體分子彈性碰撞所推倒出來的公式，所以是不分氣體的種類的公式，更換不同氣體的實驗結果也一樣嗎？敝人接下來的工作是更換不同的氣體，容積體積的改變量也全由電腦取數據，為了探討凡得瓦力的影響，下圖 7。

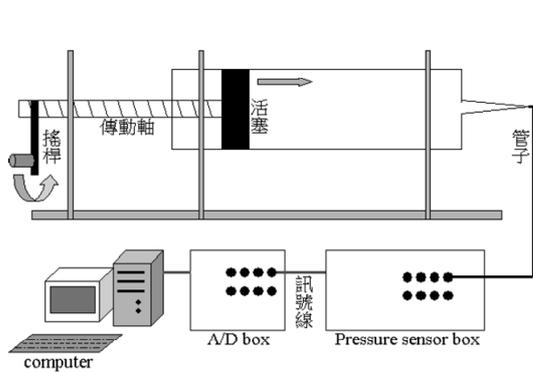


圖 1：理想氣體方程式(PR-nRT)的實驗圖(耳定律)

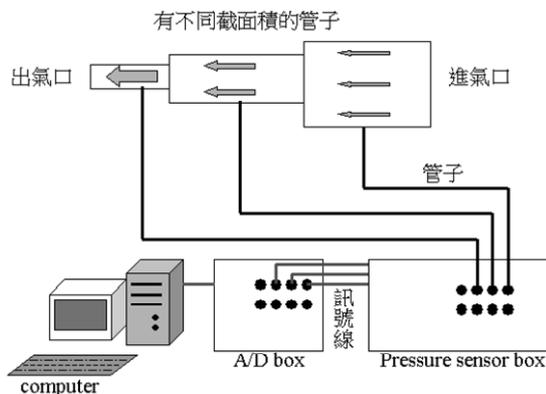


圖 2：白努力定律量測的實驗圖

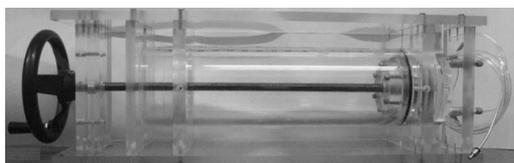


圖 3



圖 4

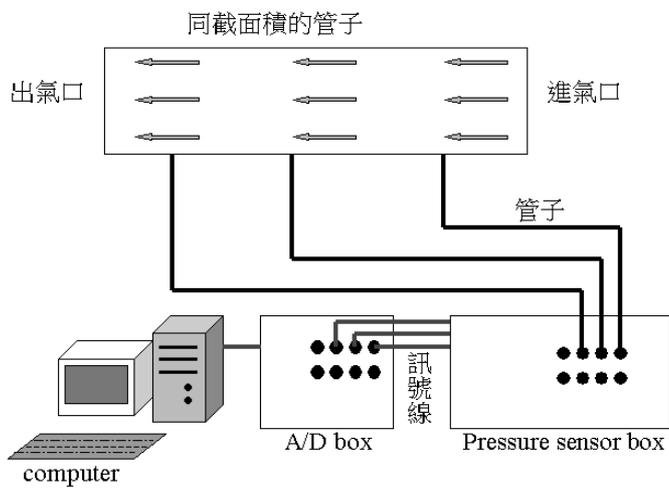


圖 5

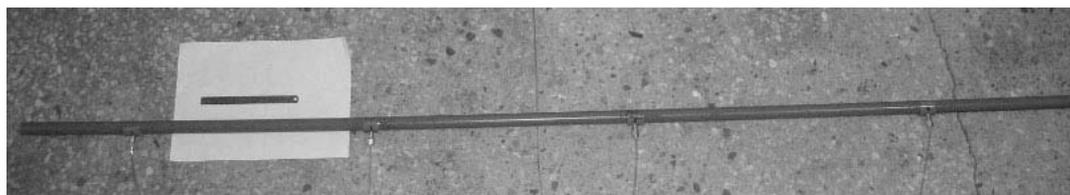


圖 6

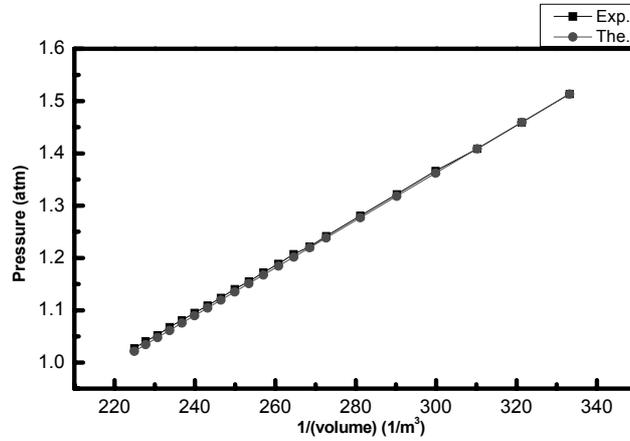


圖 7：理想氣體方程式的實驗數據(空氣)與理論值

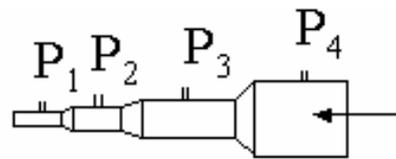
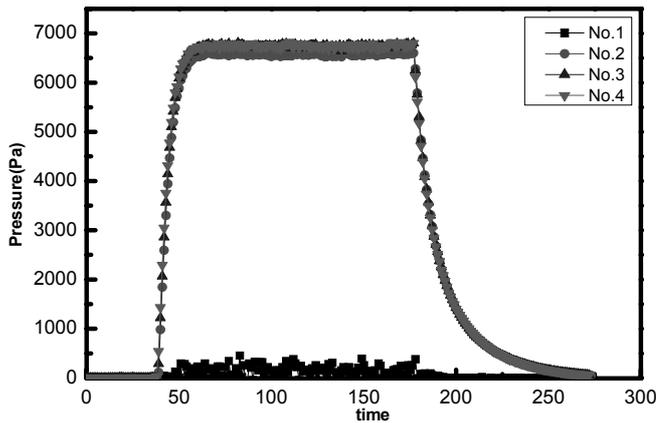


圖 8：白努力方程式的實驗數據圖

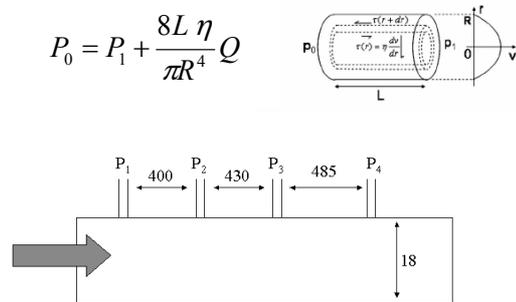
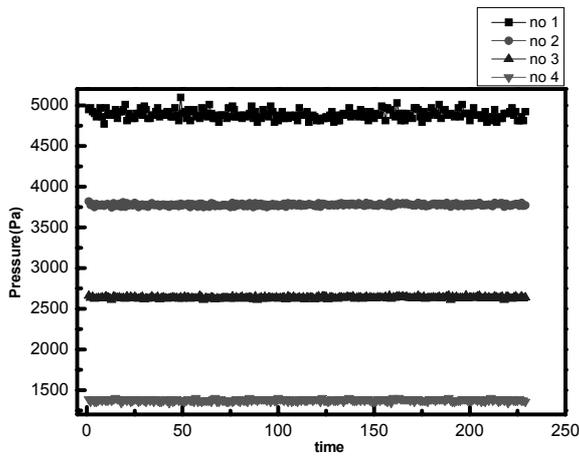


圖 9：Poiseuille equation 的實驗數據圖

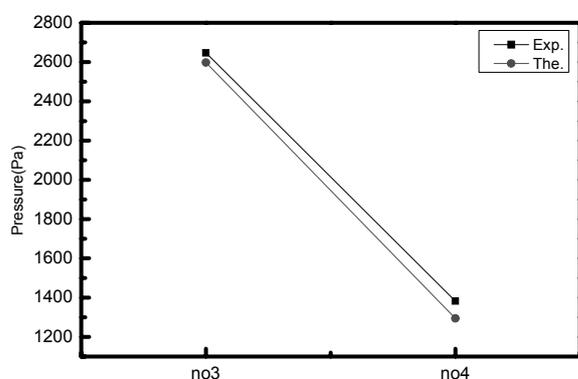


圖 10: 實驗值與理論值

白努力定律量測，截面積的改變，會使的壓力有所改變。由圖 8 所示，由數據可以看出來 No.4 與 No.3 的壓力變化不大，但是管子面積的變化是縮小 0.59 倍。

Poiseuille equation：對於截面積沒改變然而壓力也會隨著測量的距離而有變化的探討，公式如右。圖 9 為實驗數據圖，壓變化非常明顯。

在 Poiseuille eq.實驗中，用前面 no.1 與 no2 出口的量值，推求得後面的量值，如圖 10。

肆、結論

科學教育為科學的基礎，很多已知的定律，相信大家也都知道，但是實際的量測的數值與理論值能有些許的誤差，而公式的互相結合更是有趣的地方，例如：白努力方程式與 Poiseuille eq.的實驗更是鮮少人去做，敝人接下來將做一些這樣的實驗。

參考文獻

1. John Lekner, "Viscous flow through pipes of

various cross-sections", Eur. J. Phys. 28 (2007) 521–527

2. Jordi Armengol and Josep Calbó, Toni Pujol, Pere Roura, "Bernoulli correction to viscous losses: Radial flow between two parallel discs", Am. J. Phys., Vol. 76, No. 8, August 2008

3. Marti'n Eduardo Saleta, Dina Tobia, Salvador Gil "Experimental study of Bernoulli's equation with losses", Am. J. Phys., Vol. 73, No. 7, July 2005

The experiment of Bernoulli's equation about viscous losses and kinetic theory of gases

Chin-Band Hsieh Chih-Ta Chia Guo-Ming Shiu Rwei-Wen Chang
National Taiwan Normal University

Abstract

The efficiency of computer is getting better and better today. So the thing that we collect the experiment data is convenient and precise by using computer. I design some instrument to collect data. Analogy signal is got by pressure sensor. The instrument helps me transforming Analogy signal to Digital signal and amplifying signal. I research Bernoulli's equation and kinetic theory of gases and do some related experiments to observe. Finally, I discussion theoretical value and experimen value and find some physical phenomenon.

Key words: Bernoulli's equation 、Viscous losses 、Reynolds number 、smooth turbulent

