

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組物理科

040113

國立臺南第一高級中學

指導老師姓名

林周彬

作者姓名

曾占宇

李孟穎

謝凱安

中華民國第四十四屆全國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：高中組

作品名稱：轉動的球周圍的空氣變化

關 鍵 詞：散射、白努力定律

編 號：

轉動的球周圍的空氣變化

壹、摘要：

目前要測量氣壓大多使用氣壓感測器，雖然便宜而方便，但其本身的體積也會影響空氣的流動，尤其是需要測量微小變化時更明顯。如果我們能使用光線來測量，就能解決這種問題。空氣本身就充滿灰塵，如果以強光照射，就會產生散射光。而這些灰塵本身也會移動，當移動速度變快時，整體的散射頻率也將會加快。比較這散射頻率，就可以得到空氣流速，進而得知氣壓。

貳、研究動機：

在一次偶然的機會，到了現場去看棒球比賽，看投手投出的球會下墜，轉彎，甚至上飄。經我詢問了解這是因為空氣的關係，但是教科書上僅僅以幾個圖和幾段文字簡略的帶過。所以就想要研究關於這種現象與日常生活的關連。

參、研究目的：

在這科技發達的時代，人們拜飛機之賜，可以到處旅行，使世界像小村莊一樣，所以飛安問題也越來越被人們重視了。飛機在行駛中會和空氣產生亂流，這嚴重的影響了安全，於是以球代替飛機研究空氣在球表面的運動，希望能為社會解決一項問題。並且測量球周圍的壓力變化，驗證白努力方程式的正確性。找出最佳的表面。

肆、研究設備及器材：

1. 馬達一個(CG-309A)
2. 桌球一個，塗黑
3. 解剖顯微鏡 一台
4. LASER POINTER 一個
5. 鎖向放大器 一台
6. 音頻截波器 一台
7. 示波器 一台
8. 小型光學桌 一台
9. 光電感應器 一個
10. GPIB(IEEE 488) SOLUTION 一台
11. 電腦
12. 電源供應器 一台
13. 紙盒
14. 蚊香

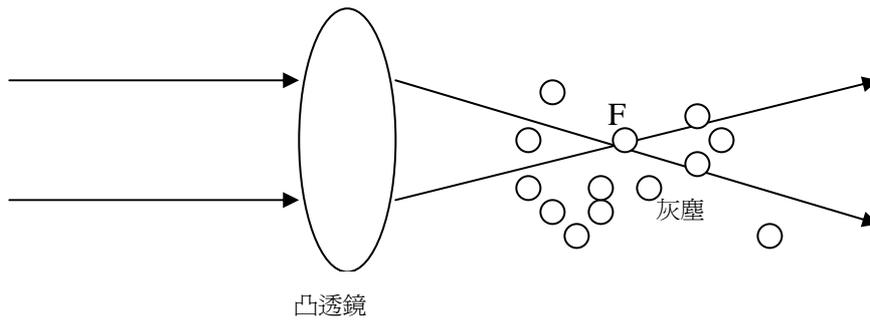
伍、研究過程及方法：

起初我們打算使用氣壓感測器直接測量出距球各點的氣壓，進而以流體力學公式將空氣流速變化推導出來。

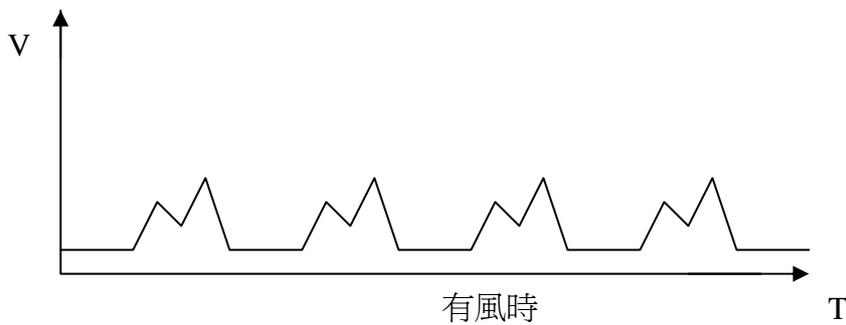
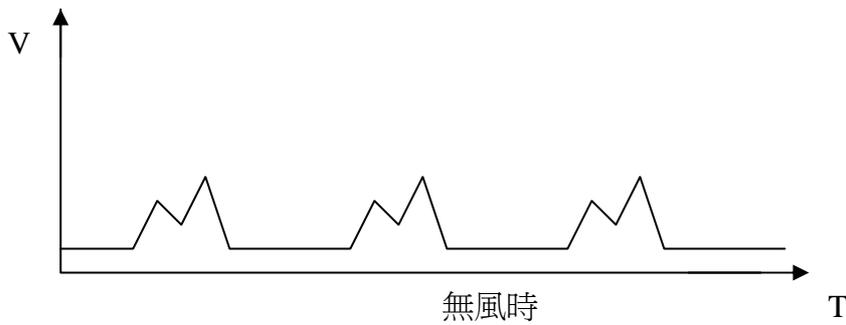
但氣壓計本身為一有形之物，為了不對空氣的流動造成干擾，因此之後我們改藉著麥克森干涉儀，經由空氣流速的變化使的干涉條紋產生消長，來達成我們的目的。

但是空氣的流速實在太小了，由干涉條紋看不出有明顯的變化，因此我們又回到了使用氣壓感測器連結電路放大器，但電路放大器在通電流後，經過一段時間即因電流熱效應而使實驗誤差加大。

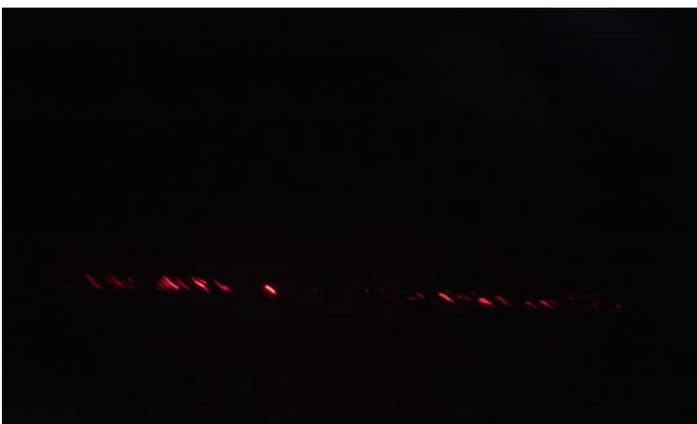
最後我們決定藉著灰塵對光的散射來進行實驗。由於空氣的流動會帶動灰塵，使其的平均自由路徑產生改變，進而使灰塵對雷射光散射的頻率產生改變。



當灰塵通過焦點 F 時，即會產生強烈的散射，我們就是要將散射的頻率加以量化。此時如果啓動馬達使球轉動的話，散射的頻率將會變高。



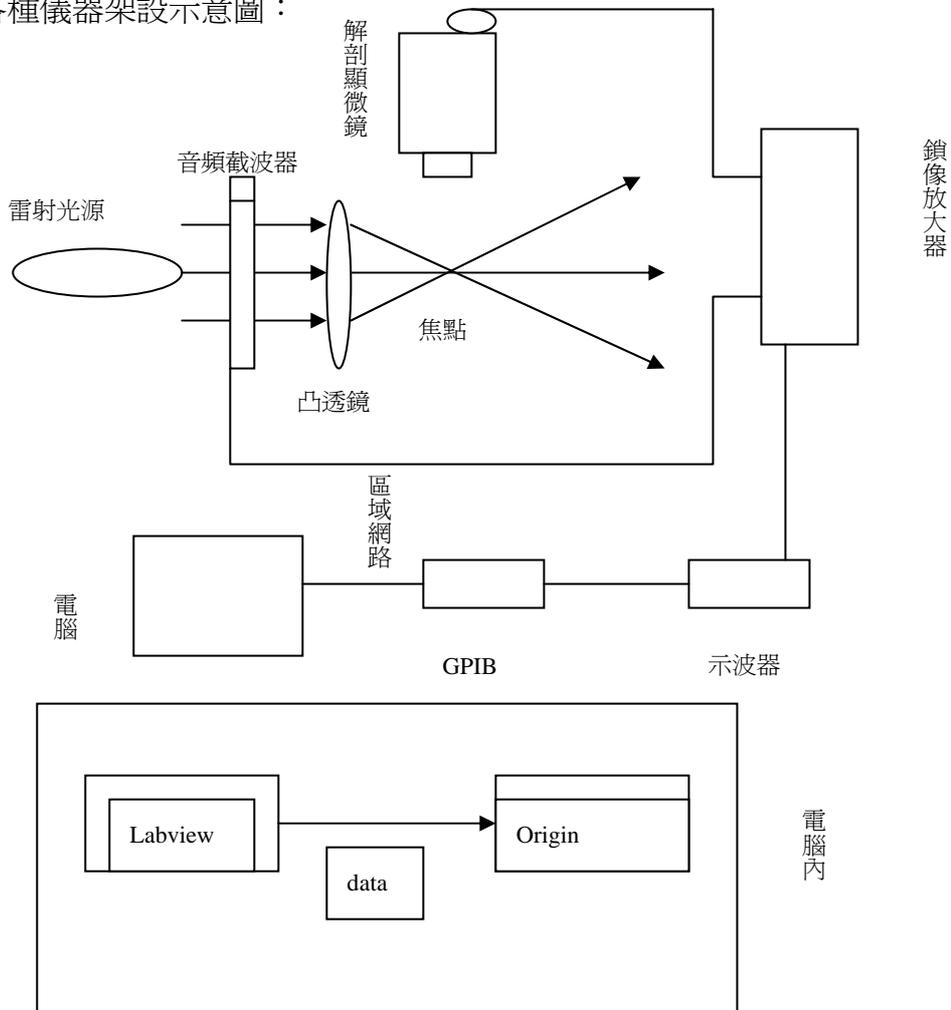
無風時：

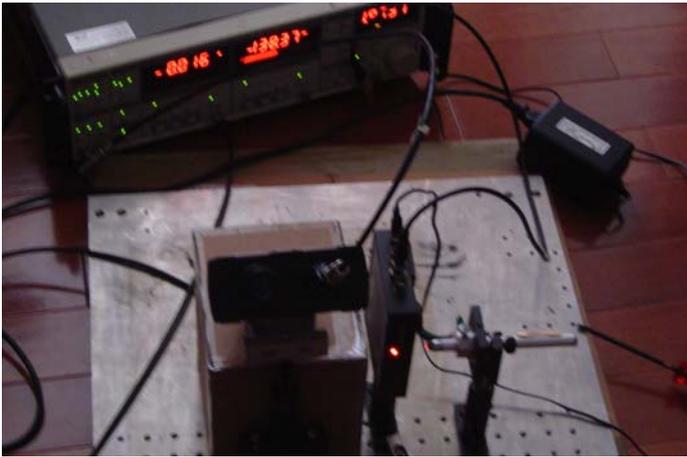


有風時：



各種儀器架設示意圖：

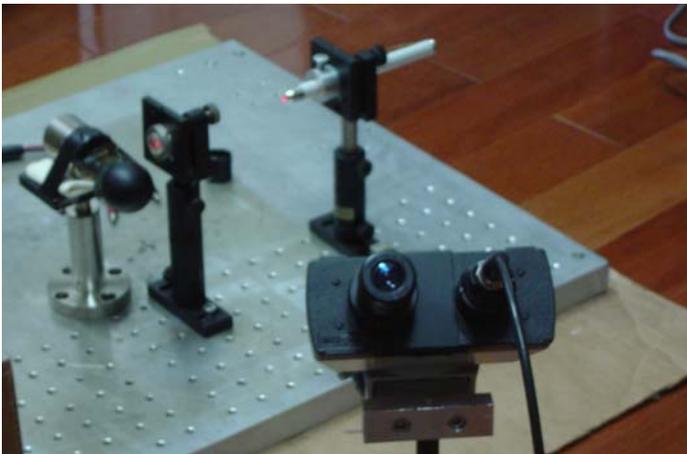




上圖：讀數據中。



上圖：是營造密閉空間的自製瓦楞紙箱。



桌球塗黑的目的是為了防止球表面所造成的散射。接著點燃蚊香使煙充滿整個容器內部。雷射光經過凸透鏡聚焦後產生一個焦點 F ，當煙通過焦點後就會散發出強烈的散射。解剖顯微鏡的功用是收集，將其聚集焦點附近的一小塊範圍的光到光電感應器上。當煙達到一定濃度(約 30 秒左右)時我們將蚊香取出。靜置一段時間使容器內部的氣體濃度趨於平衡。當煙通過焦點散射出來的光可以經過光電感應器轉換成電壓顯示在示波器上。接著驅動 LABVIEW 程式直接將示波器上的數據讀取至電腦中。然後啓動馬達使球轉動，再讀取數據。調整球與光焦點的距離，重複之前的動作。

陸、討論：

1. 此實驗必須在定溫定壓下進行，否則當溫度或氣壓改變時，分子的平均運動速率也將改變，也將影響到我們所要測的散射頻率。此外，蚊香的濃度不容易控制，也會影響到結果。如果濃度太濃，可能產生二次折射，如果太淡，散射效果又不明顯。
2. 由於蚊香所產生的為固體顆粒，將附著於透鏡上方，影響其聚光的能力，因此當實驗進行一長時間後，須清洗或更換透鏡。
3. 鎖像放大器價錢太過昂貴，但若捨棄其又將受到電子噪音的干擾。較經濟的辦法是請人接一個取代其的電路板。但時間因素，還未能實行。
4. 音頻截波器價錢也過於昂貴，目前是可使用信號產生器與雷射光相並聯，製造出較音頻截波器強 10 倍以上的效果。但由於雷射對不穩地電壓十分敏感，若直接用信號產生器驅動雷射筆可能對雷射筆造成很大的傷害。
5. 如果要減少經費，也可能可以使用發光二極體取代雷射筆，直接使用信號產生器驅動發光二極體，但時間因素，光的強度以及聚光的問題還無法解決。
6. 由於很難將球固定繞一質心轉動，因此可能還要將球的攪動考慮進去，那將十分複雜。基本上，我們儘可能做到最好，排除這個因素。

柒、結論：

此實驗經過無數次的失敗，終於露出一絲成功的希望。目前我們所使用的測量流體方法以較大學等先進許多，但仍有許多缺點，包括體積過大、儀器昂貴等。

我們所期望的是能將儀器縮小化，使用更方便，更便宜。但畢竟高中生的能力有限，對於一些技術如電路板等實在沒辦法。我們只是找到另一種測量流體的方法，也知道其為可行的。但有沒有價值、技術的開發，或許也只能依賴其他人而已。

玖、參考資料及其他：

1. 謝勝治 著 圖控式程式語言 Labview 全華科技
2. 高中物質科學物理篇下 第 10 章

評語

040113 高中組物理科

轉動的球周圍的空氣變化

- 一、 實驗數據尚不足。
- 二、 以射散頻率探討速度的變化，想法不錯。