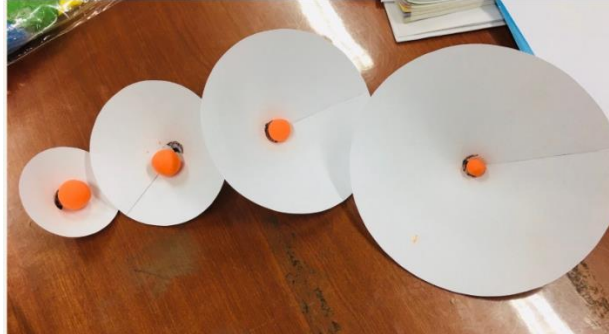


2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告格式

題目名稱：「碟碟」不休——利用碟狀物體下落速度間接分析空氣阻力的影響
一、摘要
<p>在本次實驗中，我們將紙做成碟狀，在中心加入少許黏土，使不同截面積的碟狀物體總質量相等、所受重力相同，並讓其下降過程穩定。從固定高度釋放後，再利用 Tracker 中自動追蹤的功能探討不同截面積的碟狀物體對落地時間、速度和空氣阻力的影響。我們使用 $v-t$ 圖斜率回推加速度，由加速度回推所受的合力後，可推論所受的空氣阻力大小。</p> <p>實驗結果顯示，截面積越大的碟狀物體，所受到的空氣阻力就會越大，從固定高度落下所需的時間也越長，符合我們當時的假設。</p>
二、探究題目與動機
<p>在國中和高中的課本中，多次提及空氣阻力，「感覺」掉下來的物體面積越大，空氣阻力好像也越大？！然而真的是這樣嗎？為了解決這個問題，我們最終選定「空氣阻力」作為研究方向。我們對於空氣阻力的存在感到好奇，並想進一步了解物體截面積對其的影響。因此，我們決定測定不同截面積的碟狀物體在空氣阻力下的變化。此外，空氣阻力在現實世界中也與許多永續發展議題息息相關。例如，在 SDG 7 (可負擔的潔淨能源) 中，風力發電的發電效率受到葉片設計極大的影響。若能減少葉片在旋轉時所受的空氣阻力，將有助於提升風能轉換效率，使風力發電更具經濟效益，並減少對傳統化石燃料的依賴。我們希望透過這次實驗，不僅增加我們對空氣阻力的理解，也能思考其在能源效率與環境永續方面的應用與影響。(參考資料二之實驗設計: 利用各球體不同時刻的速度和時間關係繪出 $v-t$ 圖，並求空氣阻力和速度之關係)</p>
三、探究目的與假設
<p>一、不同截面積碟狀物體的落地時間 二、不同截面積碟狀物體的速度 三、不同截面積碟狀物體的空氣阻力大小</p> <p>我們假設空氣阻力和截面積大小的改變會有科學關係，且截面積越大的碟狀物體，所受到的空氣阻力就會越大，從固定高度落下所需的時間也越長。</p>
四、探究方法與驗證步驟
<p>一、所需器材</p> <p>輕黏土、電子秤、電腦、捲尺、白紙、腳架、Tracker 分析軟體。</p> <p>二、實驗準備</p>

於白紙上畫四種不同半徑的圓，皆裁除圓心角 60 度，使用透明膠帶將兩端黏合，即成為碟狀，再使用搓成圓形的黏土放在碟狀物體正中央，使不同半徑的碟狀物體總質量相同，並且增加穩定性，最後再於碟狀物體最尖端用奇異筆塗黑，方便電腦使用 Tracker 自動追蹤。



▲圖一 實驗中使用的碟狀物體

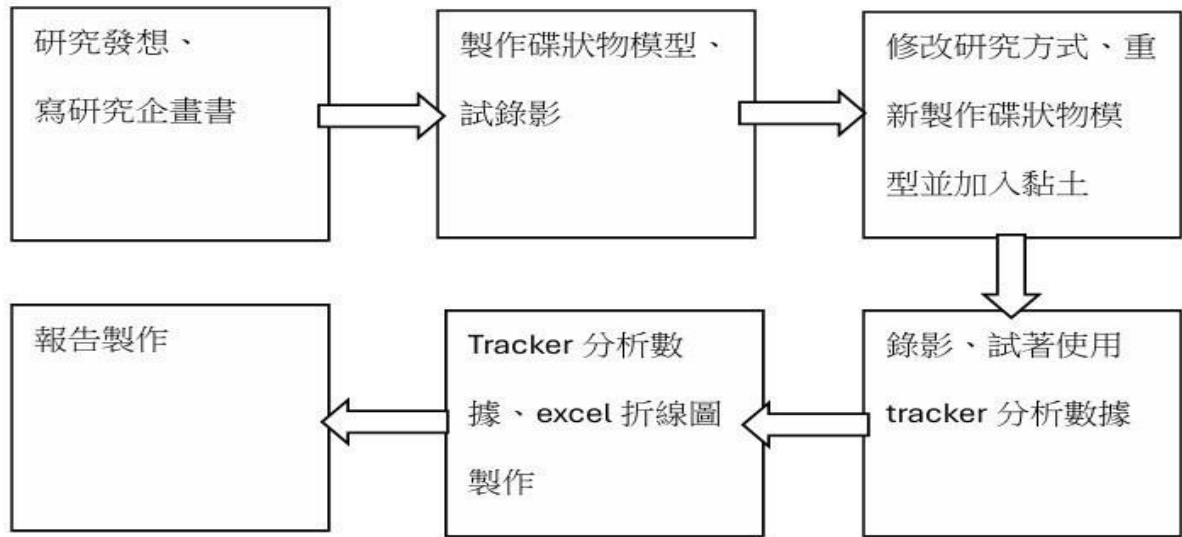
三、實驗方法及步驟

- (一) 將捲尺垂直貼於牆面
- (二) 使用腳架拍攝下落過程
- (三) 於固定 160 公分處放下不同截面積的碟狀物體
- (四) 匯入電腦中，使用 Tracker 分析
- (五) 使用 Excel 製作圖表



▲圖二 實際操作照片

四、實驗流程圖



五、結論與生活應用

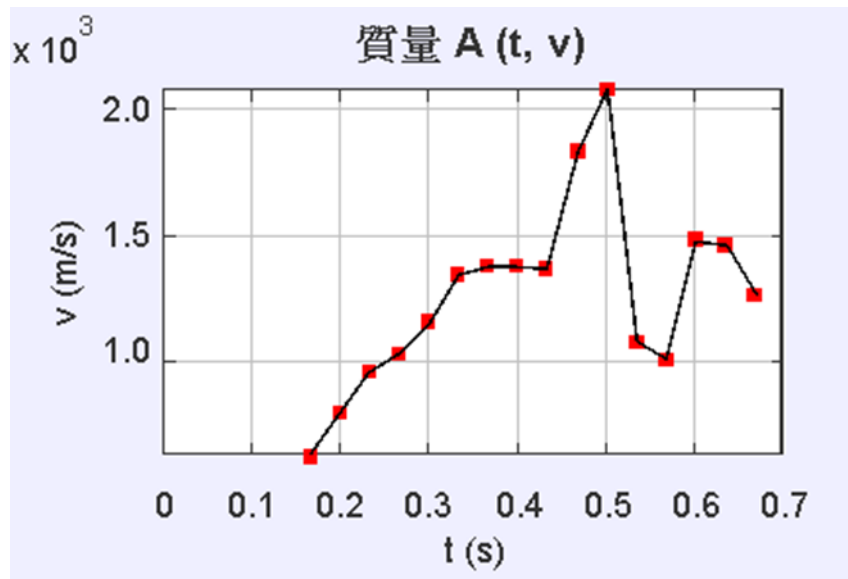
一、不同截面積的碟狀物體降落所需時間比較

半徑大小(cm)↻	4↻	6↻	8↻	10↻
降落所需時間↻	0.635↻	0.902↻	1.167↻	1.568↻

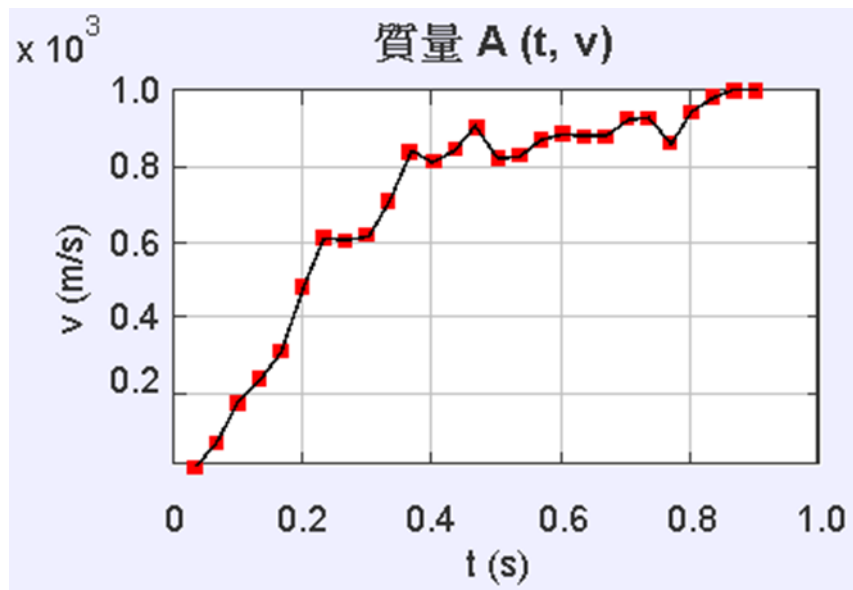
▲表一 半徑大小與降落所需時間之比較表 (研究者自行繪製)

*由於研究時間不足，此為單一測量結果，並非平均

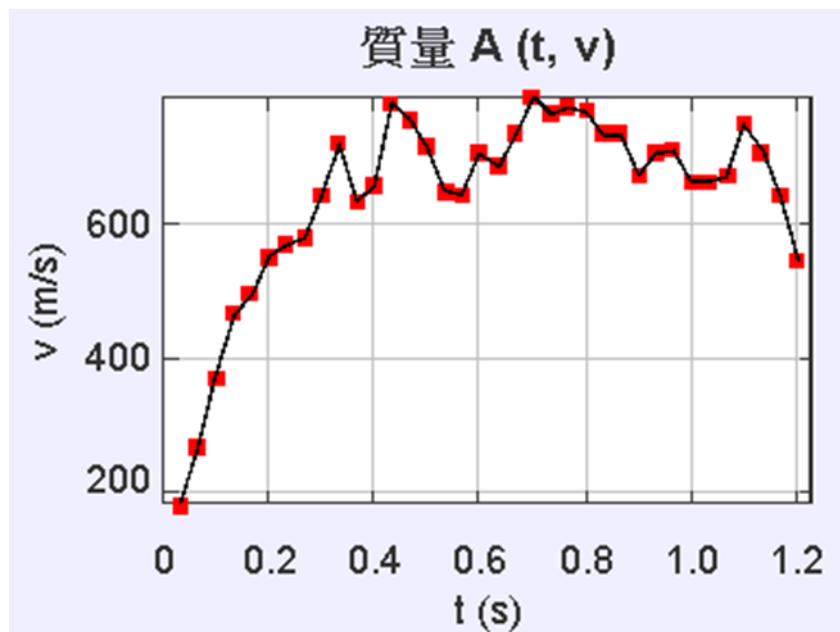
二、不同截面積的物體速度與時間關係圖



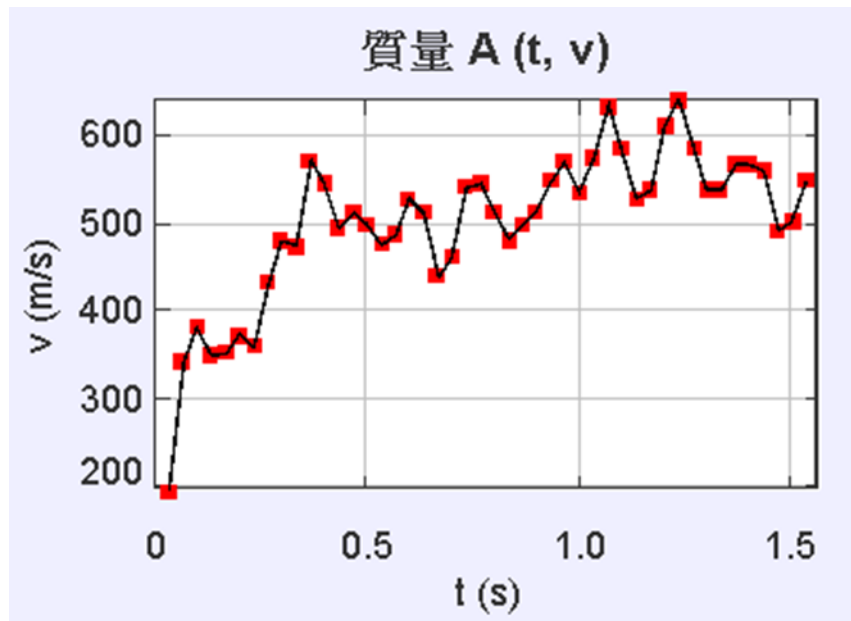
▲圖三 r=4 時的速度與時間關係圖 (研究者自行繪製)



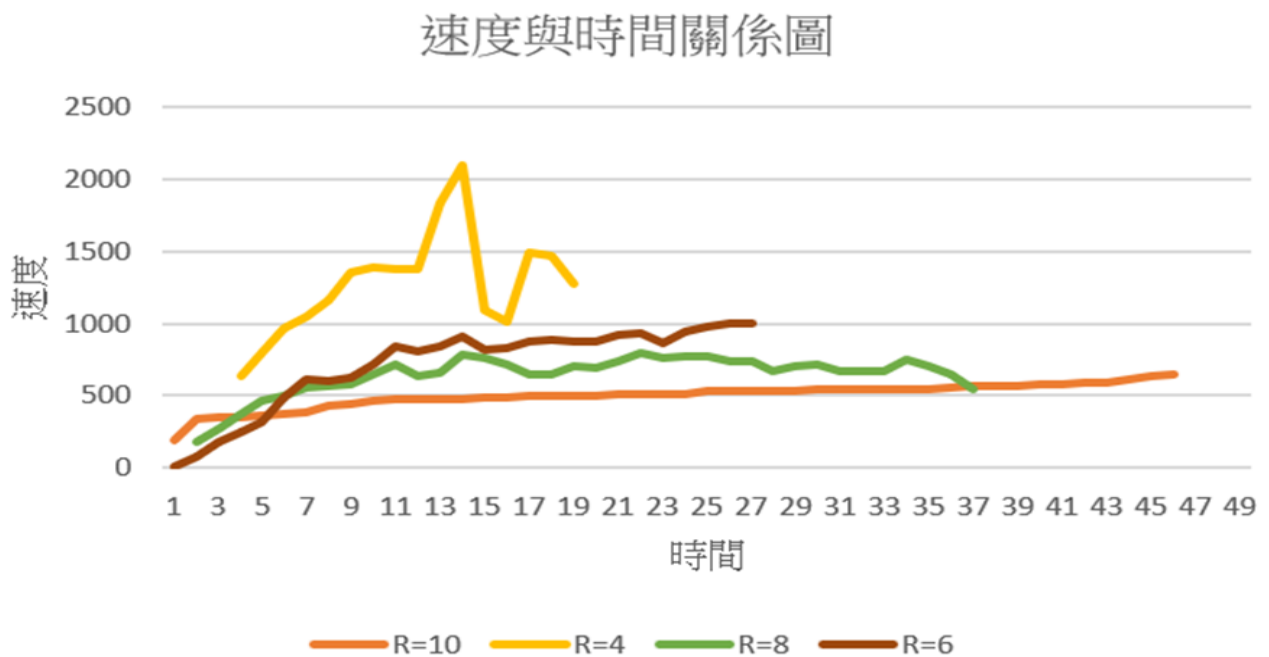
▲圖四 r=6 時的速度與時間關係圖 (研究者自行繪製)



▲圖五 r=8 時的速度與時間關係圖 (研究者自行繪製)



▲圖六 r=10 時的速度與時間關係圖 (研究者自行繪製)



▲圖七 不同截面積的碟狀物體速度與時間關係圖 (研究者自行繪製)

三、結論

由表一可知，截面積最大的碟狀物體(半徑為十公分)的所需的落地時間最長，因此我們推論它的空氣阻力最大。

而由圖七綜合比較可知，r=4 時的速度有明顯的波動。我們推測是因為 r=4 時的半徑最小，容

易受空氣阻力影響左右搖晃，因此速度變化幅度最大。截面積較大的碟狀物體速度的變動幅度較小，因此在降落時較截面積小的碟狀物體穩定。

此外，可用 $v-t$ 圖斜率回推加速度，再由加速度回推所受的合力，可知合力大小 $r=4 > r=6 > r=8 > r=10$ ，且四種碟狀物體的質量相同，所受重力相等，可推論所受的阻力大小為 $r=4 < r=6 < r=8 < r=10$ ，符合我們當時的假設。(參考資料二支研究結果六：若各球速度約相等時，空氣阻力約和半徑 R 平方成正比)

四、實驗改進

由於這次我們不會設定空間座標軸，所以分析出的 $v-t$ 圖的單位並非我們平常使用的 m/s 和 s ，最後只能看出 $v-t$ 圖的趨勢。因此，若未來有機會再次使用 Tracker，希望能夠正確的設定時空座標，讓分析出來的數值能夠和我們平常接觸的單位相同。

五、研究延伸及未來應用

透過分析不同截面積的碟狀物體在空氣中下降的速度變化與受力情況，我們推測，風力發電機的葉片若設計成適當的截面積與形狀，能夠有效減少風阻，並提升風能轉換效率。此外，生活應用中，風力發電機葉片的設計需要考量流體力學與材料科學，我們的**研究結果能作為基礎參考**，幫助測試不同葉片截面積對風阻的影響，進一步開發出更高效的葉片設計。這不僅能提升再生能源的發電量，也能減少對傳統燃煤與天然氣發電的依賴，促進潔淨能源的發展，符合 SDG 7：可負擔的潔淨能源。未來，我們的研究可以進一步與計算流體力學 (CFD) 模擬等技術結合，透過風洞實驗模擬不同風速下的表現 (參考資料一)，開發具適應性的葉片，根據風速自動調整葉片角度與截面積，減少空氣阻力，最大化發電效率。對不同葉片結構進行更深入的測試，幫助開發出低風阻、高效能的風力發電機，提高全球對綠能的使用率，促進永續發展。(SDG 11：永續城鄉、SDG 13：氣候行動)

參考資料

- 1.黃慧珠等 (1987)。球狀落體運動速度的測定與空氣阻力的探討。臺灣省立彰化女子高級中學。此為國立臺灣科學教育館網站提供。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/27/pdf/27h/010.pdf> 檢索日期：2024/11/20
- 2.李怡玟 (1998)。速率越大阻力就越大嗎？流體阻力的探討。省立台中女中高級中學。此為國立臺灣科學教育館網站提供。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/34/pdf/34h/027.pdf> 檢索日期：2024/11/20
- 3.中原大學物理系楊仲準教授的「Tracker 軟體 安裝與使用教學」