

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

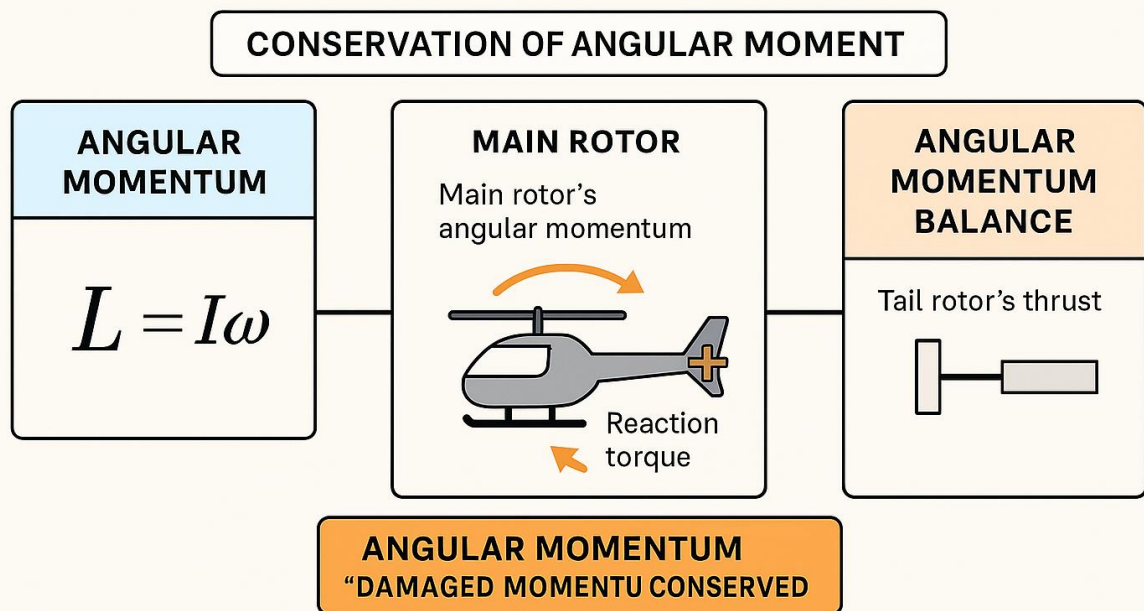
☐國中組 ☐普高組 ☒技高組 成果報告格式

題目名稱：角動量守恆從陀螺儀到直升機的飛行智慧

一、摘要

角動量是描述旋轉系統中物體狀態的重要物理量，具有守恆性。透過本研究，我們了解角動量的基本概念與守恆原理，並延伸至直升機螺旋槳在飛行時如何透過設計來維持穩定性。我們設計簡單的旋轉裝置模型與思考實驗，結合科學理論與真實科技應用，讓角動量這個抽象概念更具體可理解。

Spin without Twisting—The Secret of Angular Momentum and Helicopter Flight



圖一

二、探究題目與動機

曾經看過直升機起飛或在空中懸停嗎？你是否想過：當螺旋槳快速旋轉推動直升機向上，為什麼整架機體不會一起轉圈圈？這是我們的疑問起點。進一步了解後，我們發現背後其實隱藏著角動量守恆的物理原理，而這與工程設計息息相關。我們希望透過這個主題，讓大家了解飛行器背後的物理智慧。

三、探究目的與假設

探究目的：

- 了解角動量與角動量守恆的物理原理。
- 探討旋轉系統中角動量變化的情形與平衡方式。
- 分析直升機設計如何應用角動量守恆來維持穩定飛行。

探究假設：

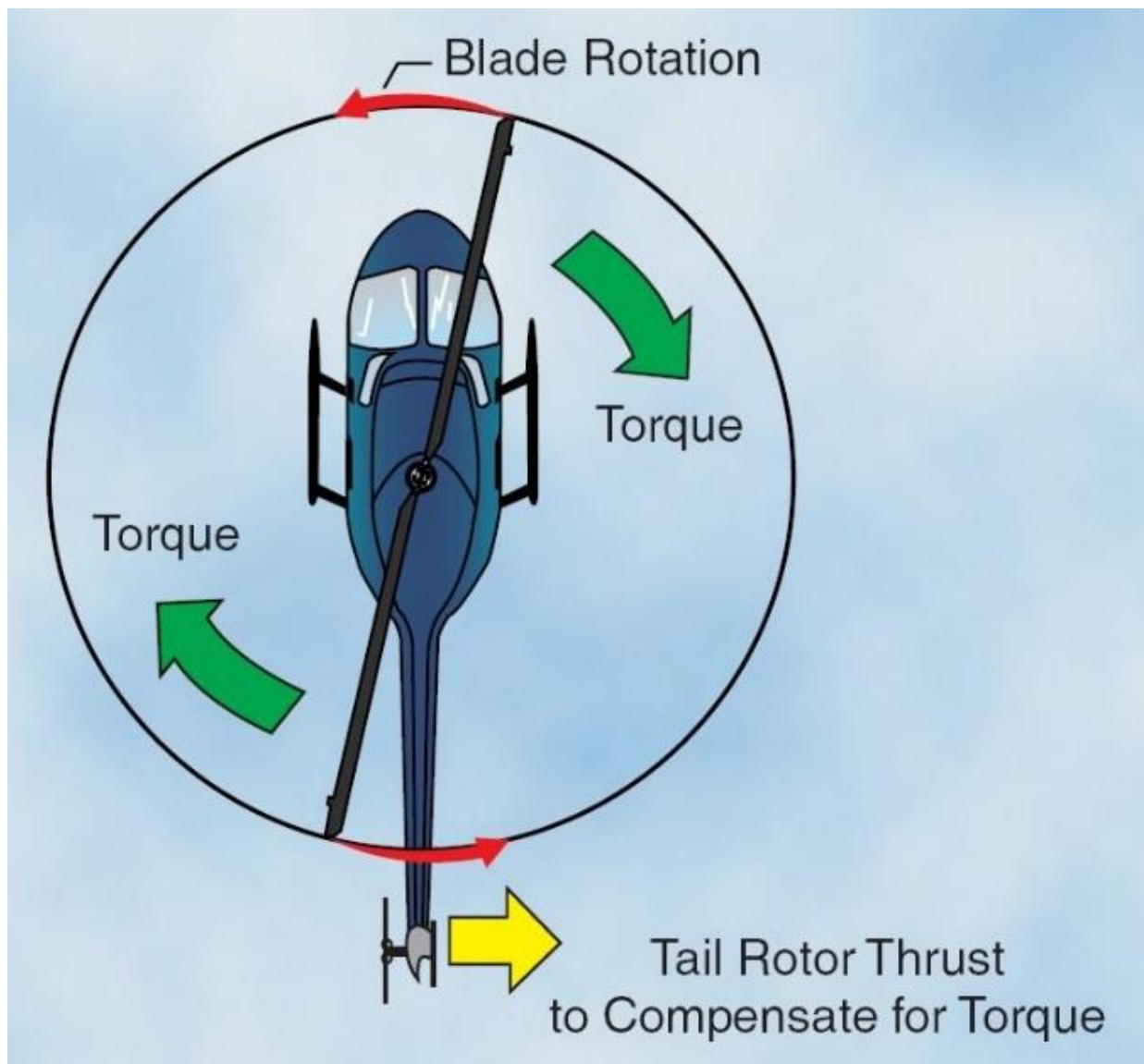
在無外力矩作用下，旋轉系統的總角動量應保持不變。

當系統一部分產生角動量時，其他部分會產生反向角動量以維持整體平衡。

直升機透過尾旋翼可有效抵銷主旋翼所造成的反作用旋轉。

例如：直升機上透過反作用槳*有效抵銷主螺旋槳帶來的角動量反作用。

*反作用槳，又常被稱作「尾旋翼 (Tail Rotor) 」，是直升機上專門用來抵消主螺旋槳旋轉所造成的反作用力的小型螺旋槳。



圖二

四、探究方法與驗證步驟

- 製作簡單模型：使用小風扇或陀螺儀模擬旋轉體，觀察本體是否會反方向轉動。
- 觀察影片資料：分析直升機起飛過程中的螺旋槳與機體運動。

- 探討不同設計的角動量抵銷機制。

五、結論與生活應用

透過實驗與觀察可以證實，角動量在封閉系統中具有守恆性。當物體旋轉時，為了維持角動量守恆，系統會產生反作用力。若缺乏適當的平衡機制，整體系統將容易出現不穩定的情況。例如直升機在飛行時，會利用尾旋翼或特殊槳葉設計來平衡角動量，進而實現穩定飛行。故我們在實驗中驗證了小風扇為順時針旋轉的時候，本體則為逆時針旋轉。同理，若把小風扇改為逆時針旋轉，則本體變為順時針旋轉。若把小風扇加上負重，此時本體的轉動會更加明顯。此時本體的轉動會更加明顯。

在航太科技領域中，不論是直升機、無人機，還是太空探測器，都必須仔細考慮角動量的平衡問題，以確保其運作的穩定性與安全性。像是智慧型手機與 VR 眼鏡等裝置，內建的陀螺儀能夠感測角動量的變化，使得畫面能隨使用者的動作而即時轉動。



圖三

參考資料

1. 高中物理教材 – 轉動運動單元
2. NASA - Helicopter Aerodynamics Basics
3. 《認識角動量與陀螺儀的日常應用》，Physics Today 專題
4. 圖二：維基百科 – 角動量、直升機尾旋翼設計 From the FAA Rotorcraft Flying Handbook
5. YouTube 科學頻道 - 直升機為什麼不會轉圈圈？

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。若把小風扇增加重量此時本體的速度會增加這就是角動量守恆
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，**將不予審查**。建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖