

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

030104

白浪滔滔我不晃-船隻阻尼器研究

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

作者： 國二 邱冠逸 國二 徐胤宸 國二 李亦洵	指導老師： 陳亮竹 邱昱智
---	-----------------------------

關鍵詞：船、阻尼、角動量

摘要

本實驗以指尖陀螺與馬達製作阻尼器，利用角動量的原理來平衡船隻的晃動程度。從實驗結果發現有裝阻尼器的船隻，震動的波形相對較為穩定，表示阻尼器對於穩定船隻有實質上的效果。而改變指尖陀螺的質量和轉速，也驗證了角動量越大穩定的效果越好。希望未來能進行更大的實驗模型，進而實際應用在一般船隻上。

壹、前言

一、研究動機

在現在運輸業發展進步的現在，由其又於船運為最為多寡，船隻運行中總是會遇到海浪的拍打還一些因素的撞擊，造成船隻晃動，晃動不僅會造成貨物損壞更有可能造成駕駛和乘客的不適。為此我們想到台北101大樓有裝設可以減震的阻尼器，要是能把這個阻尼器裝在船隻上，是否也能產生同樣的效果呢?為了驗證此問題我們就此展開研究。

二、研究目的

- (1) 探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱
- (2) 探討阻尼器的重量是否會影響晃動強弱
- (3) 探討阻尼器的旋轉速度是否會影響晃動強弱

三、 文獻探討

(1) 阻尼器:

阻尼器是一種用於減少或吸收機械系統振動和震動的裝置。它們通常應用於各種機械設備和結構中，以確保系統的穩定性和可靠性。以下是阻尼器的一些常見類型和應用：

1. **液壓阻尼器**：液壓阻尼器利用流體的阻力來減緩或吸收機械系統的運動。它們通常由液壓缸和阻尼流體（通常是油）組成，當機械系統運動時，阻尼器內的流體會產生阻力，減緩系統的運動速度。
2. **彈簧阻尼器**：彈簧阻尼器使用彈簧的彈性來吸收系統的振動能量。當系統受到外部振動或震動時，彈簧會彎曲或壓縮，從而減緩系統的運動。
3. **摩擦阻尼器**：摩擦阻尼器通常由摩擦材料（如橡膠或塑料）製成，當系統運動時，摩擦阻尼器會產生摩擦力，從而減緩或吸收系統的振動。
4. **空氣阻尼器**：空氣阻尼器利用空氣的壓縮性來減緩系統的振動。當系統運動時，空氣阻尼器內的空氣會壓縮，從而吸收振動能量。

阻尼器的選擇取決於特定應用的要求，例如所需的阻尼效果、工作環境條件以及系統的運動特性。通常會根據這些因素來選擇適合的阻尼器，以確保系統的穩定性和性能。

(二) 角動量守恆:

角動量守恆是物理學中一個重要的原理，它描述了一個系統在沒有外部扭力作用下，其總角動量保持不變的現象。這個原理可以用數學形式來表示：

$$L_i = L_f$$

其中， L_i 是系統在初始狀態下的總角動量， L_f 是系統在最終狀態下的總角動量。

這個原理通常應用於描述各種物理系統，例如剛體轉動、行星運動、原子核物理等等。在這些系統中，即使有些部分的角動量發生變化，但整個系統的總角動量仍然保持不變。

例如，當一個剛體在沒有外部扭力作用下轉動時，其角動量守恆的數學表示為：

$$L_i = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f = L_f$$

其中， I_i 和 I_f 分別是剛體在初始和最終狀態下的轉動慣量， ω_i 和 ω_f 分別是初始和最終狀態下的角速度。

角動量守恆原理是物理學中一個非常重要的基本原理，它在解釋和預測許多自然現象和工程應用中起著關鍵作用。

(三) 測量軟體(phyphox):

Phyphox是一個用於科學實驗和教育的免費開源移動應用程式，可在iOS和Android平台上使用。它提供了各種用於數據收集、處理和分析的傳感器功能，例如加速度計、陀螺儀、磁力計、麥克風等等。所以可以利用Phyphox進行各種實驗，從基本的運動學和動量實驗，到聲音和光學實驗，甚至包括量子物理學和天文學。它的界面直觀易用，並且具有豐富的實驗模板，也支持用戶自定義實驗。

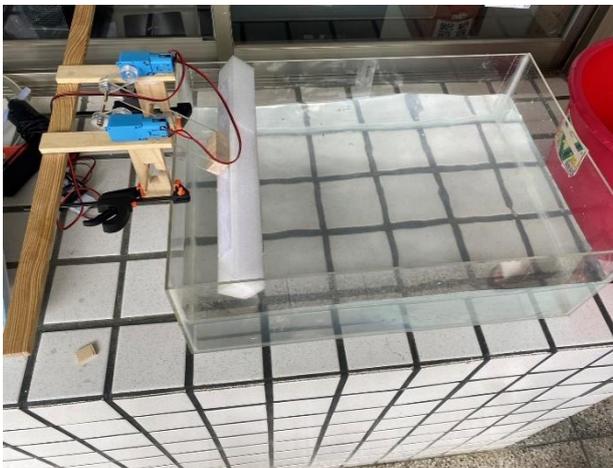
此外，Phyphox還提供了將數據導出到電子表格軟件（如Excel）或者進行實時數據共享的功能，這讓它成為一個非常實用的科學教學和研究工具。

貳、研究設備及器材

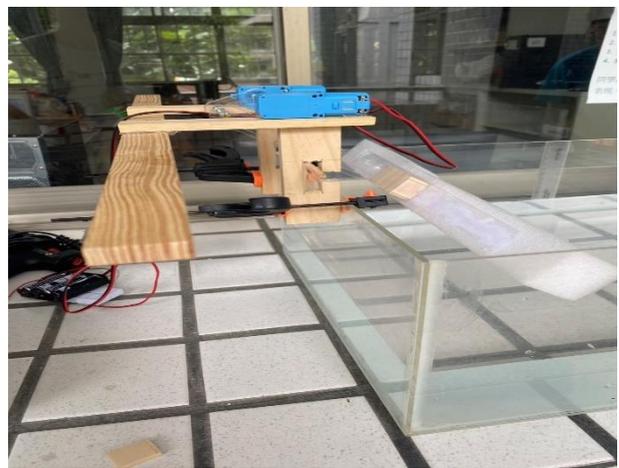
一、實驗設備:

電烙鐵、烙鐵架、熱熔膠槍、熱熔膠條、塑膠盤兩個、指尖陀螺、扭蛋殼、電池、馬達、斜口鉗、水管、焊錫、手機、APP(phyphox)。

二、自製起波器



圖(一)起波器俯視圖(研究團隊拍攝)



圖(二)起波器前視圖(研究團隊拍攝)

三、 自製阻尼器(扭蛋殼+指尖陀螺+四驅車馬達+智高積木)

(1) 三環阻尼器



圖(三)三環阻尼俯視圖(研究團隊拍攝)



圖(四)三環阻尼前視圖(研究團隊拍攝)

(2) 六環阻尼器

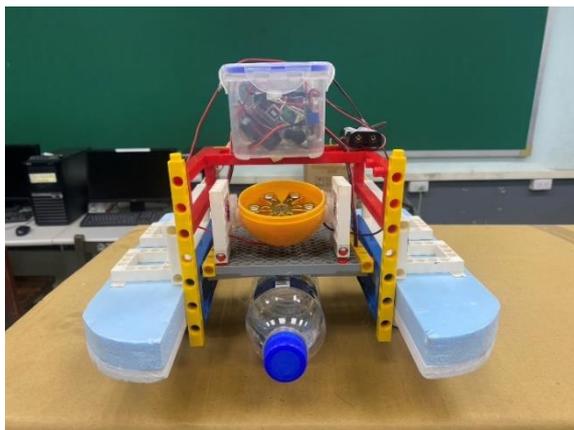


圖(五)六環阻尼俯視圖(研究團隊拍攝)



圖(六)六環阻尼前視圖(研究團隊拍攝)

四、自組動力小船



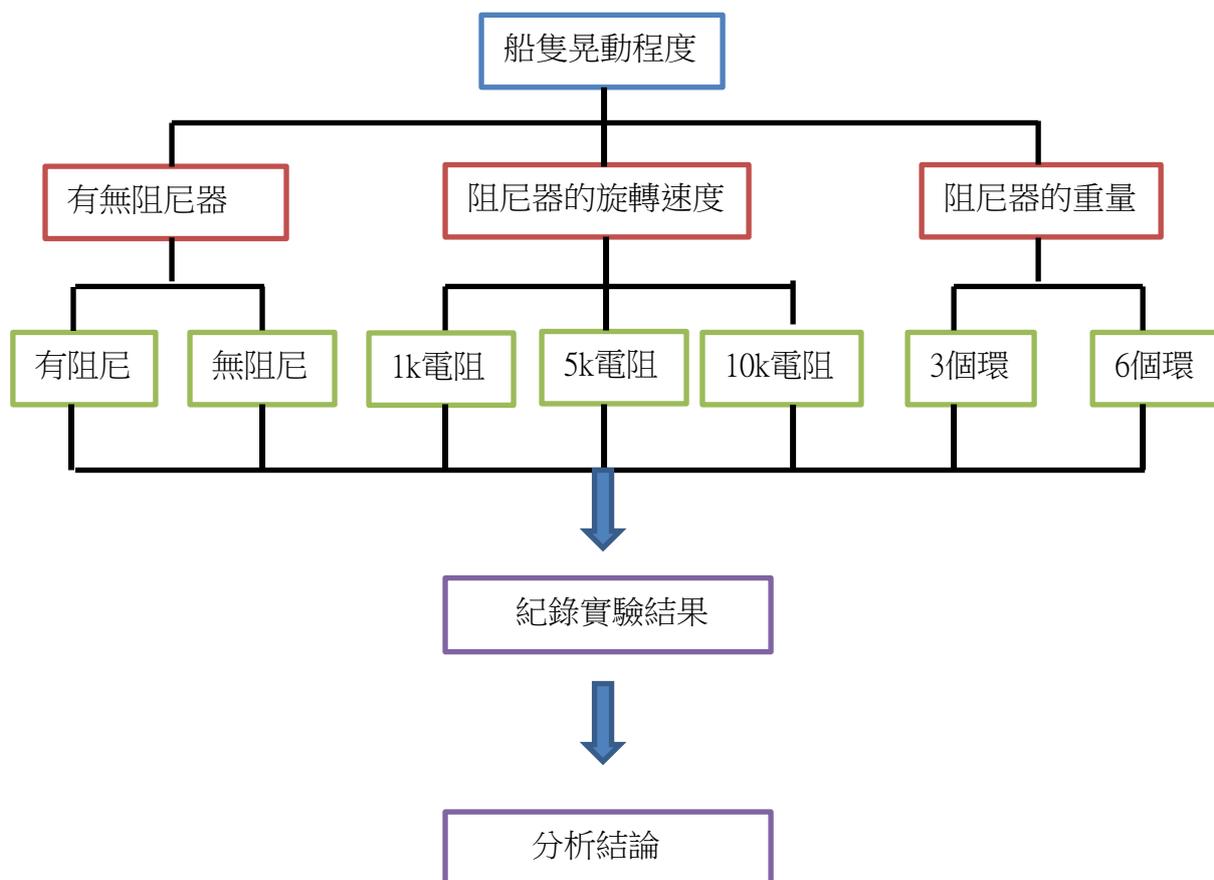
圖(七)動力小船俯視圖(研究團隊拍攝)



圖(八)動力小船前視圖(研究團隊拍攝)

參、研究過程與方法

一、研究架構:



二、實驗步驟:

實驗一、探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱

- (1)架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2)放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3)放入有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4)紀錄實驗數據並分析。

實驗二、探討探討阻尼器的旋轉速度不同時船隻的晃動強弱

- (1)架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2)放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3)放入有裝阻尼器的船隻，使用1k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4)放入有裝阻尼器的船隻，使用5k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (5)放入有裝阻尼器的船隻，使用10k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (6)紀錄實驗數據並分析。

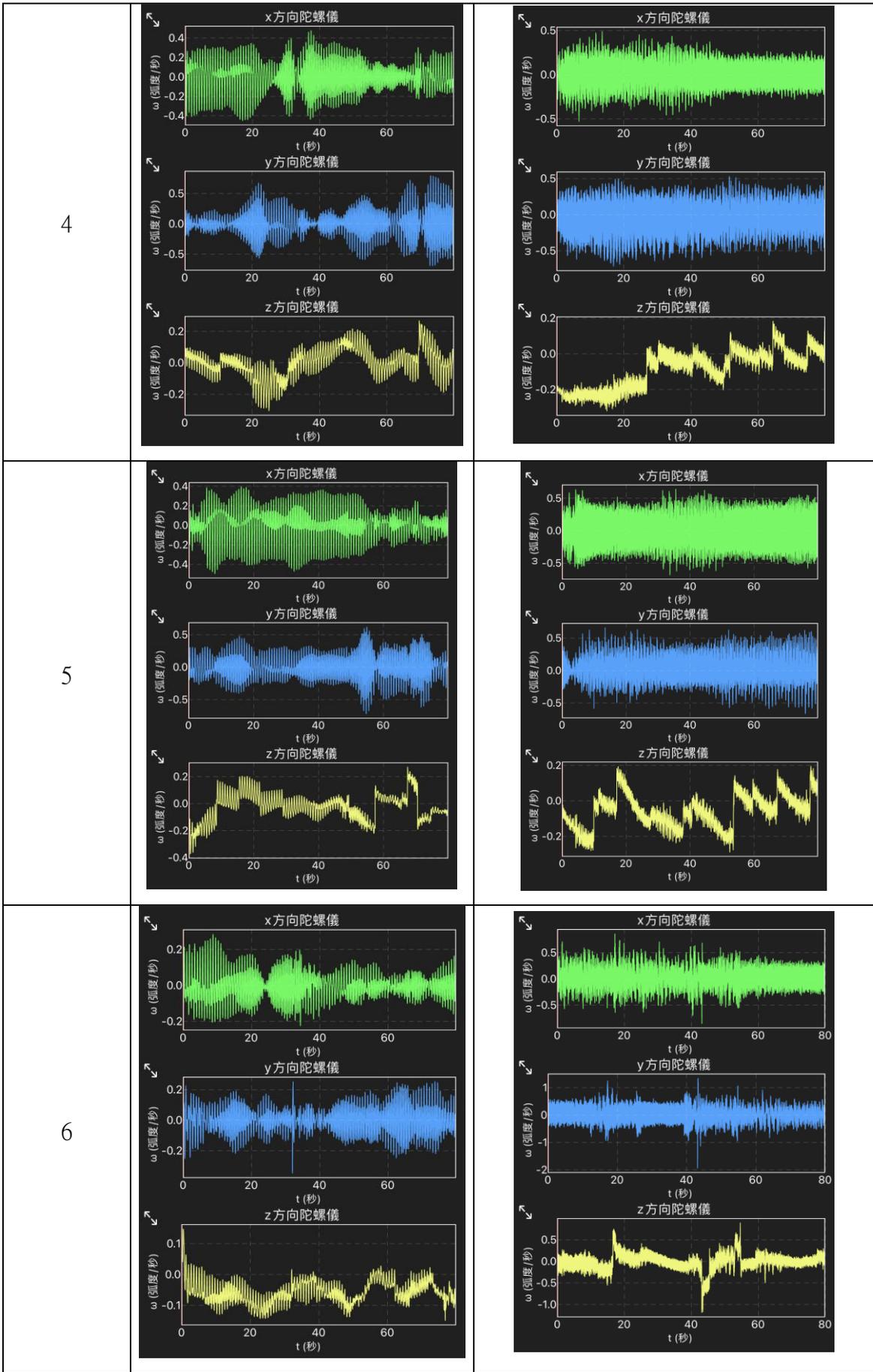
實驗三、探討增加指尖陀螺的重量不同時船隻的晃動強弱

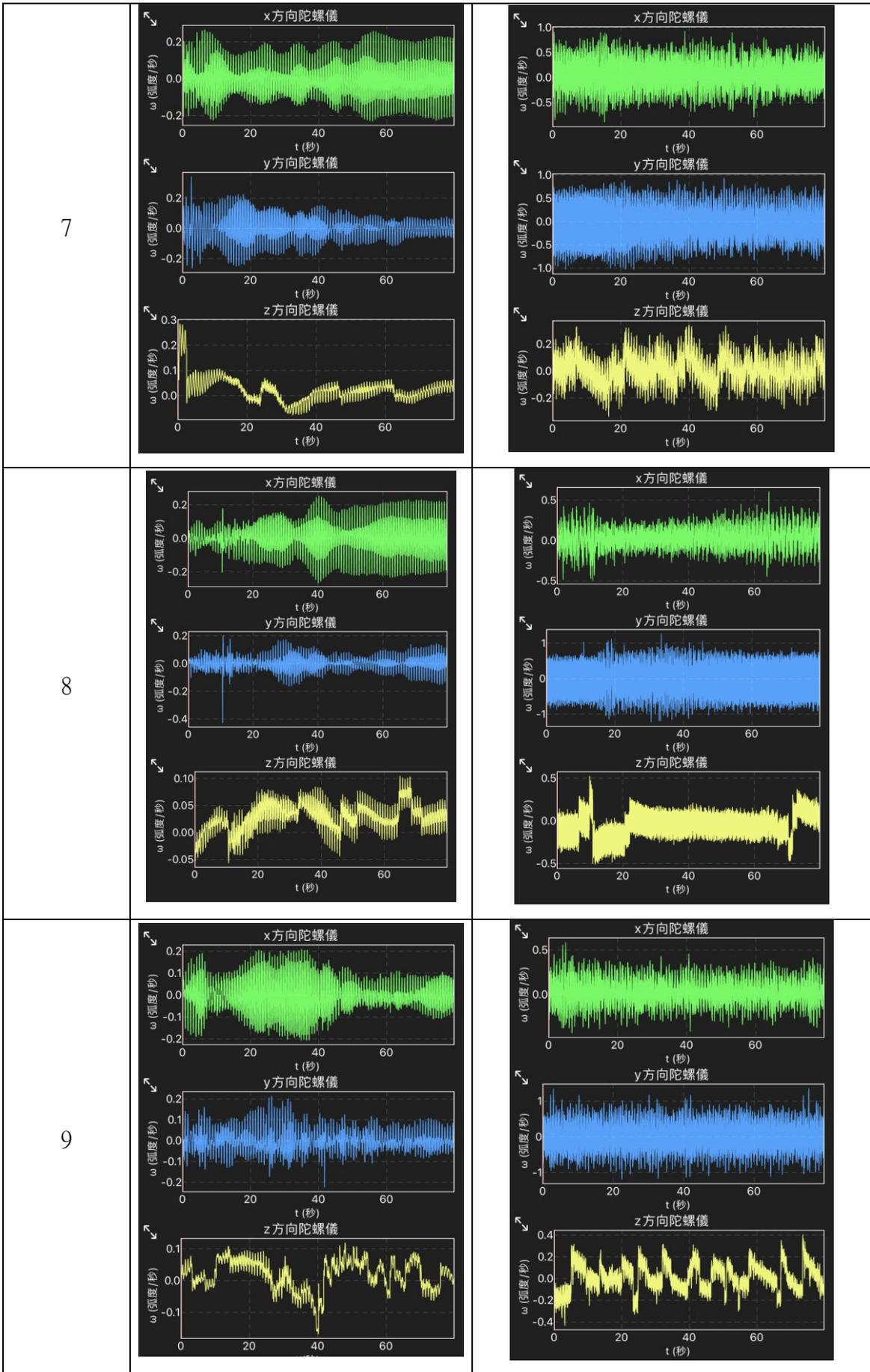
- (1)架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2)放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3)放入有裝阻尼器的船隻，使用3個金屬環的指尖陀螺，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4)放入有裝阻尼器的船隻，使用6個金屬環的指尖陀螺，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (5)紀錄實驗數據並分析。

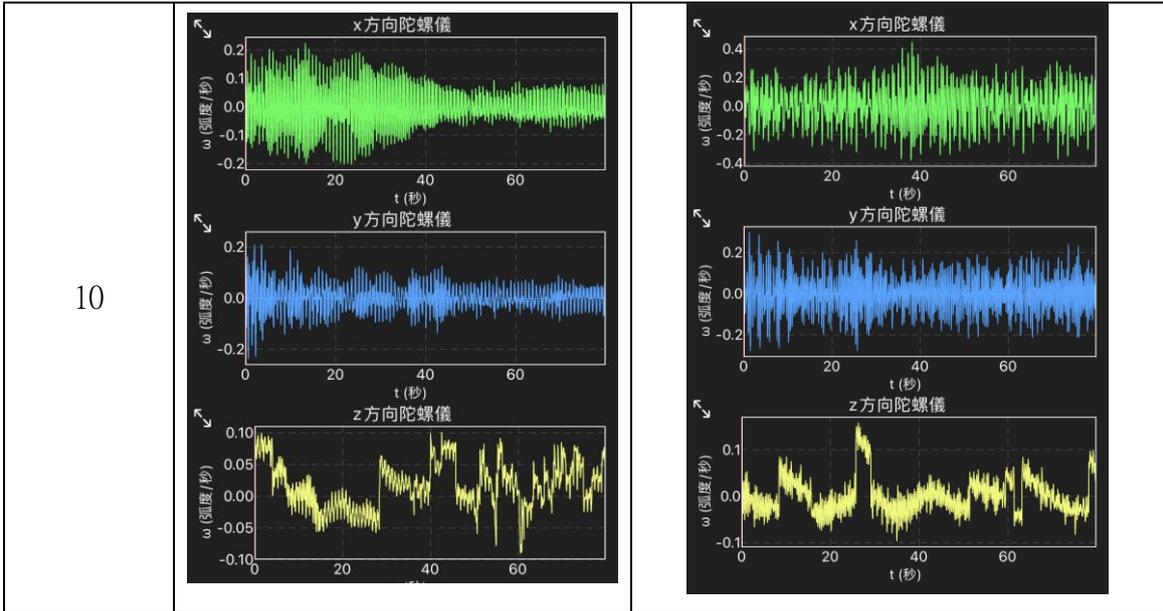
肆、研究結果

實驗一: 探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱(由phyphox軟體輸出圖片)

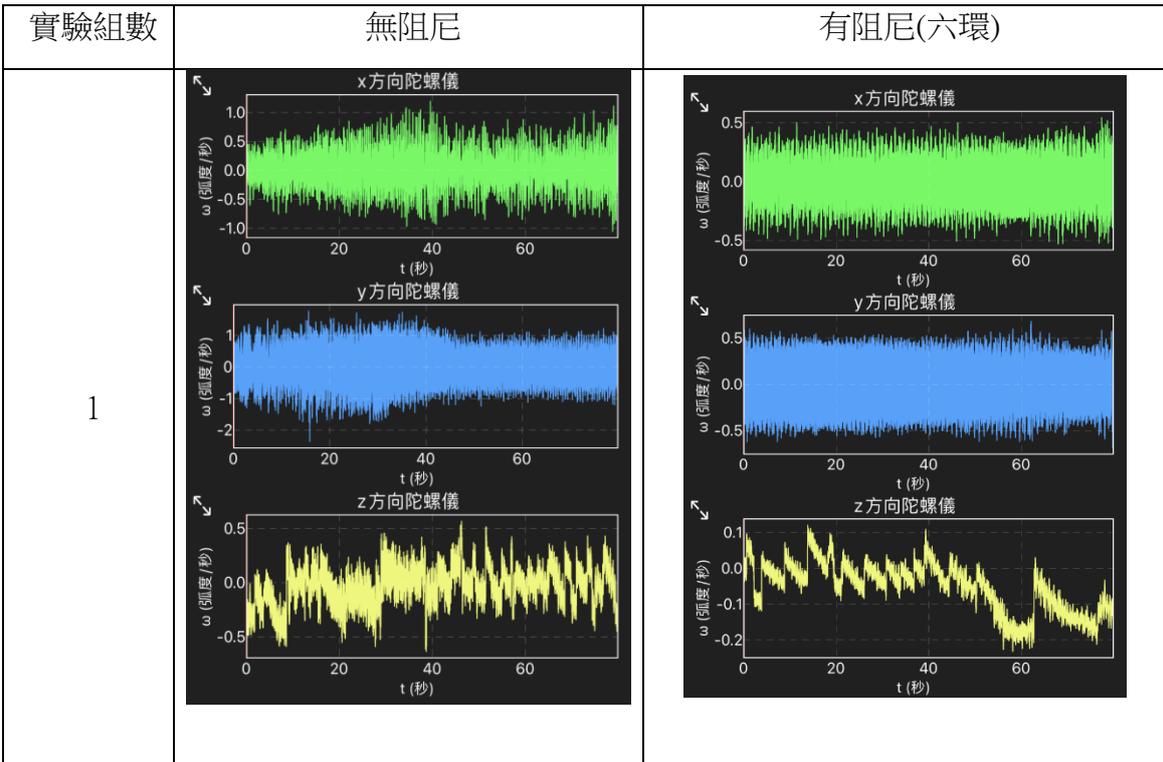
實驗組數	無阻尼	有阻尼(3環)
1		
2		
3		

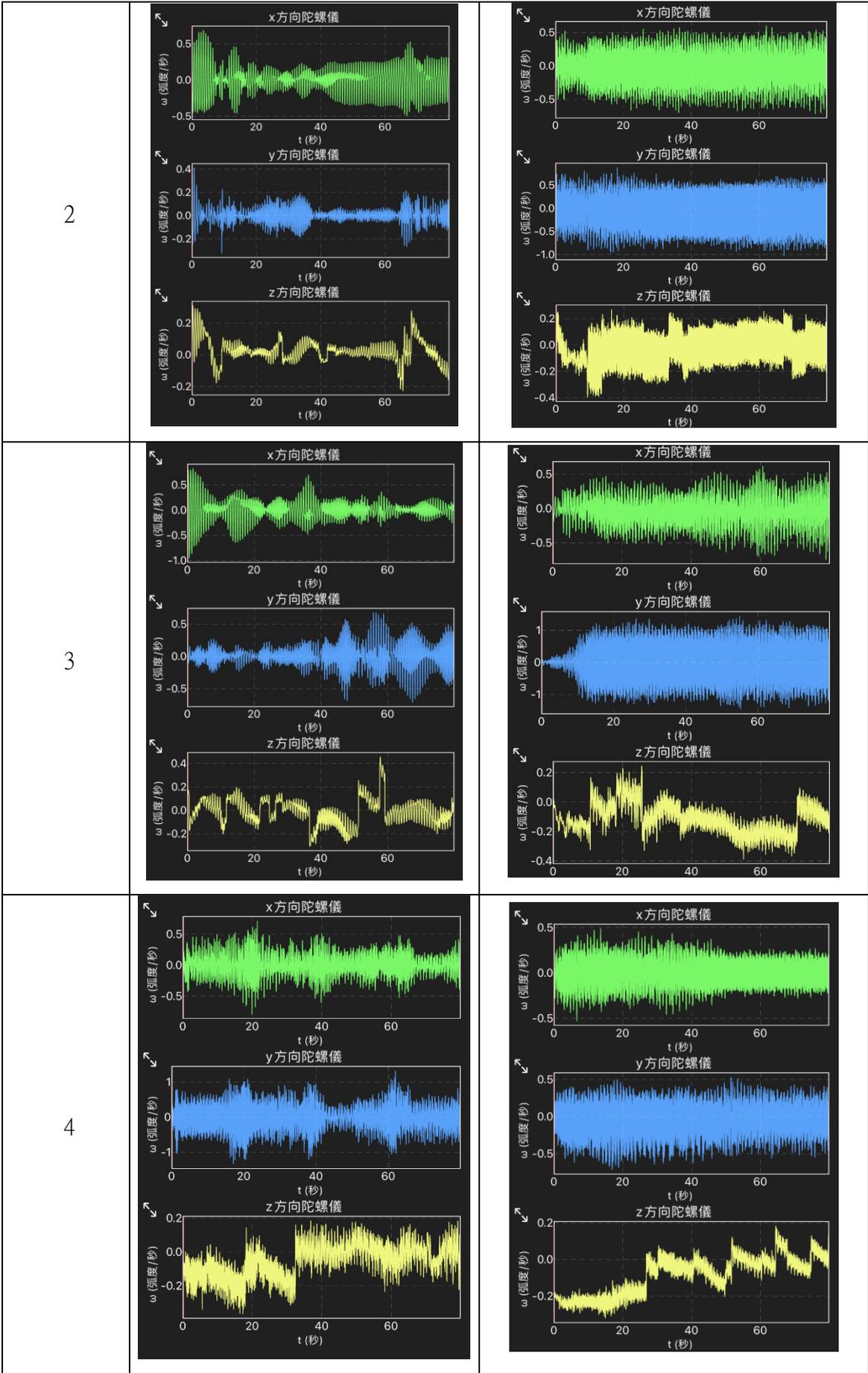


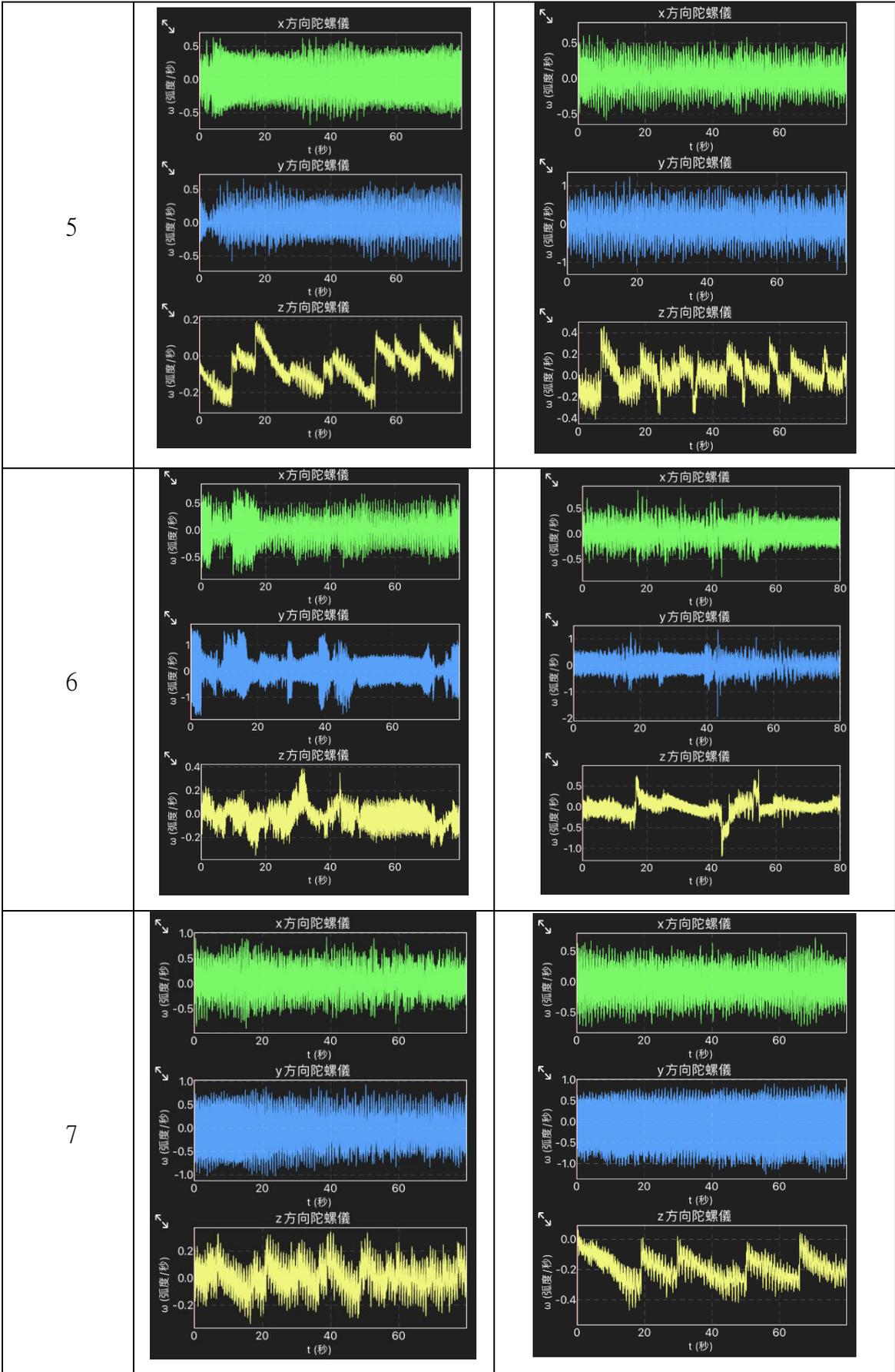


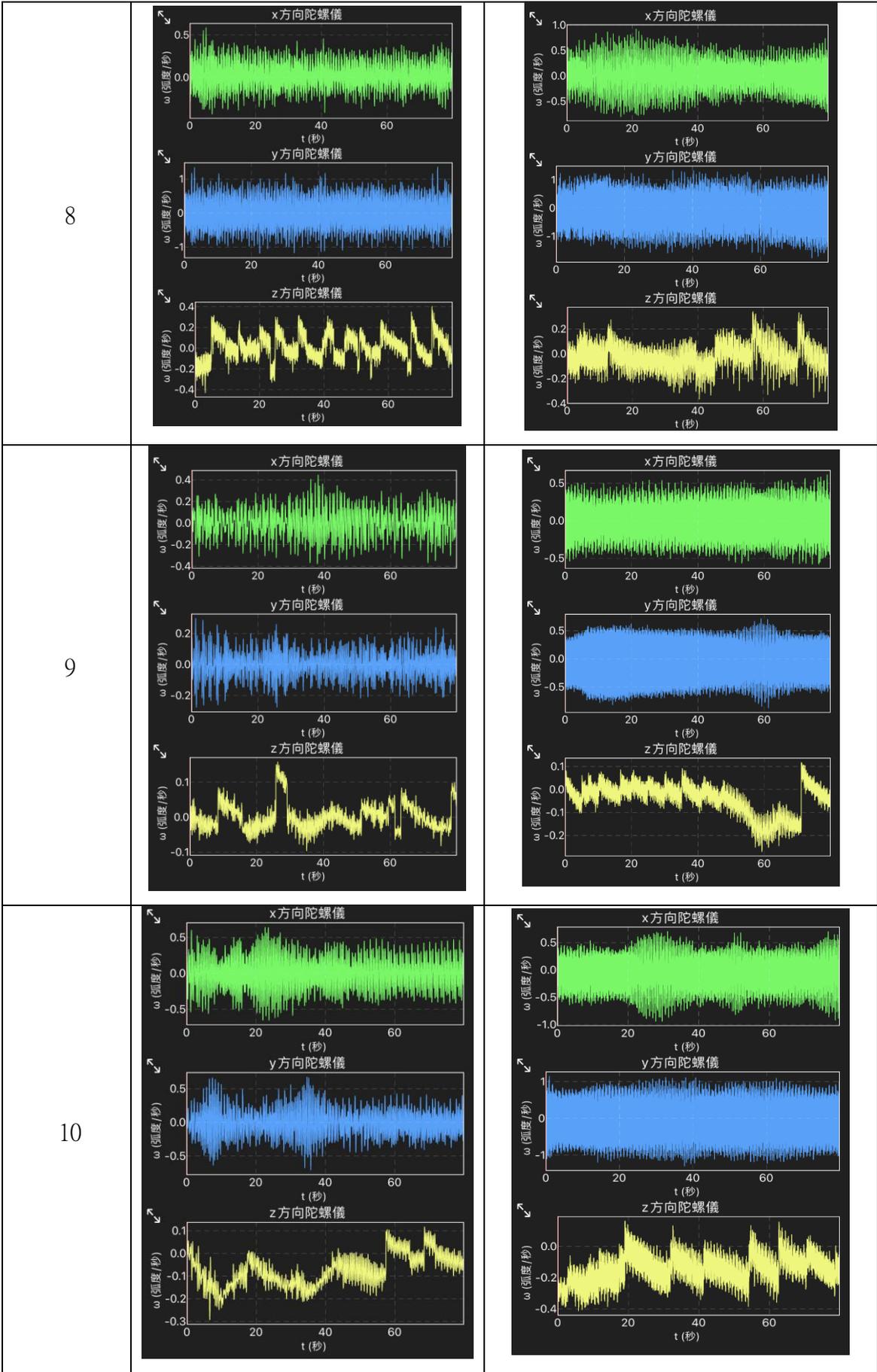


實驗二: 探討增加指尖陀螺的重量不同時船隻的晃動強弱(由phyphox軟體輸出圖片)

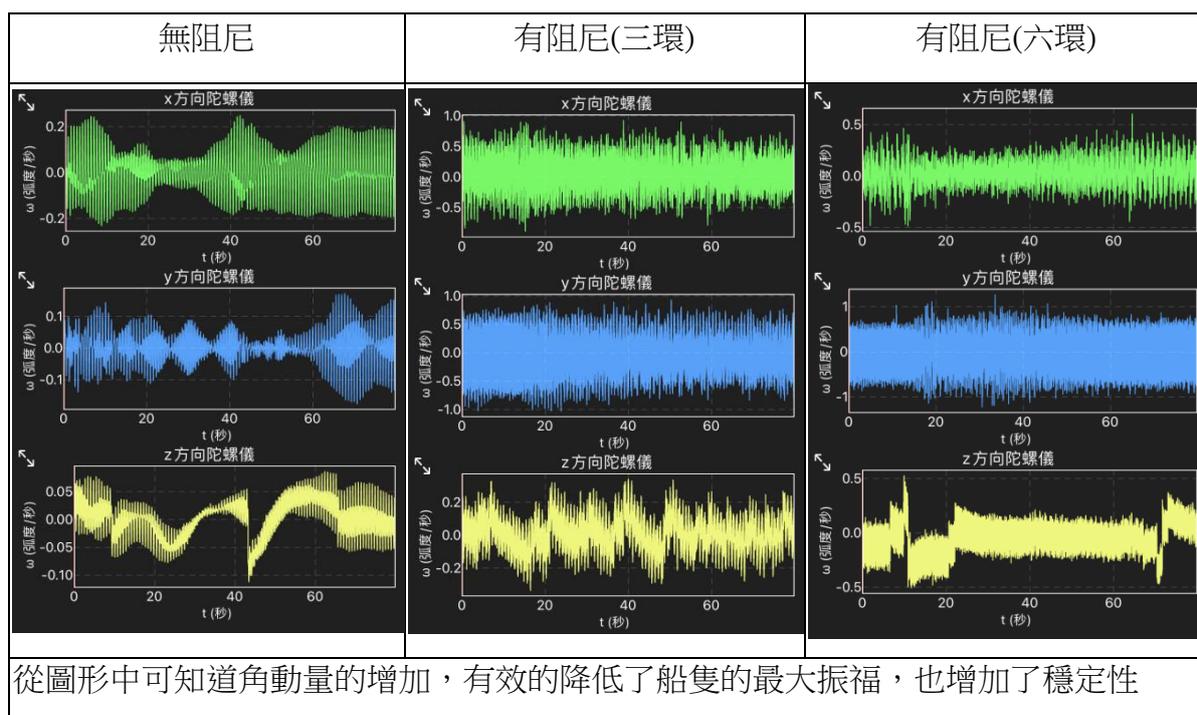








結果比較: (由phyphox軟體輸出圖片)



伍、討論

- 一、一開始使用手動的方式製造水的波動，但穩定性實在太差，於是我們就尋求學校生科老師的協助，教我們製作簡易的起波裝置。
- 二、本來想以水波的振幅當作船隻晃動的標準，但考慮船隻實際上遇到的狀況都是三度空間的搖晃，於是在網路上搜尋適合測量的軟體，最後找到phyphox。
- 三、一般阻尼器的設計大多利用彈簧減震，考慮到船隻在海上搖晃的特性，我們決定自製以指尖陀螺為主體的旋轉裝置。利用角動量守恆的方式，看看是否能使船隻晃動幅度減少。
- 四、為了能到實際水域(河川、海洋)測試，我們利用智高積木和保麗龍製作了一艘動力小船，結果將阻尼器及遙控裝置安裝上去後浮力不足，所以在加裝空寶特瓶增加浮力。
- 五、船隻的慣性會隨著其質量增加，希望有機會能做更大型的裝置來驗證是否能實際應用在大型船隻上。

陸、結論

- 一. 有裝阻尼器的船隻，震動的波形相對較為穩定，表示阻尼器對於穩定船隻有發揮了一定效果。
- 二. 6個金屬環的穩定效果優於3個金屬環，符合質量較大的物體角動量較大的規律，且相同轉速下較多環數應該會調整的頻率增加。
- 三. 轉速越快的穩定效果也優於轉速較慢的，也符合角動量公式。
- 四. 我們製作的裝置只有單一軸向的旋轉，希望未來能改良成多軸向的旋轉，如此應能更有效的平衡船隻。

柒、參考資料

1. 劉芊妤、歐東霖、吳奕廷(2021) 地動山不搖—隔震裝置在建築物之應用與探究
2. 黃子齊、陳玉芳、戴端儀(2012) 「震不震」的住
3. 王紫楹、鄭芷庭、張芷軒、劉志煦、王識傑(2015) 震不震阻了就知道—從阻尼器看地震對鋼骨大樓的影響
4. 阻尼器 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%98%BB%E5%B0%BC%E5%99%A8> -維基百科
5. 角動量 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A7%92%E5%8A%A8%E9%87%8F> -維基百科

【評語】 030104

本作品以探討如何利用阻尼器來穩定船隻的晃動為主題，題目具有實用意義。研究使用指尖陀螺作為阻尼器，設計改變結構進行系統化實驗，以簡易軟體量測得到實驗數據，具實驗科學方法。

建議對實驗數據進行物理原理的深入討論，並更系統化地改變結構進行分析探討，例如量化指尖陀螺能提供的角動量與實際穩定船隻的效果，以提升實用性價值。

作品簡報

白浪滔滔我不晃

船隻阻尼器研究



壹、研究動機

在現在運輸業發展進步的現在，由其又於船運為最為多寡，船隻運行中總是會遇到海浪的拍打還一些因素的撞擊，造成船隻晃動，晃動不僅會造成貨物損壞更有可能造成駕駛和乘客的不適。為此我們想到台北101大樓有裝設可以減震的阻尼器，要是能把這個阻尼器裝在船隻上，是否也能產生同樣的效果呢？為了驗證此問題我們就此展開研究。

貳、研究目的

- (1) 探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱
- (2) 探討阻尼器的重量是否會影響晃動強弱
- (3) 探討阻尼器的旋轉速度是否會影響晃動強弱

參、文獻探討

阻尼器是一種用於減少或吸收機械系統振動和震動的裝置。它們通常應用於各種機械設備和結構中，以確保系統的穩定性和可靠性。以下是阻尼器的一些常見類型和應用：

液壓阻尼器：液壓阻尼器利用流體的阻力來減緩或吸收機械系統的運動。它們通常由液壓缸和阻尼流體（通常是油）組成，當機械系統運動時，阻尼器內的流體會產生阻力，減緩系統的運動速度。

彈簧阻尼器：彈簧阻尼器使用彈簧的彈性來吸收系統的振動能量。當系統受到外部振動或震動時，彈簧會彎曲或壓縮，從而減緩系統的運動。

摩擦阻尼器：摩擦阻尼器通常由摩擦材料（如橡膠或塑料）製成，當系統運動時，摩擦阻尼器會產生摩擦力，從而減緩或吸收系統的振動。

空氣阻尼器：空氣阻尼器利用空氣的壓縮性來減緩系統的振動。當系統運動時，空氣阻尼器內的空氣會壓縮，從而吸收振動能量。

阻尼器的選擇取決於特定應用的要求，例如所需的阻尼效果、工作環境條件以及系統的運動特性。通常會根據這些因素來選擇適合的阻尼器，以確保系統的穩定性和性能。

(二) 角動量守恆:

角動量守恆是物理學中一個重要的原理，它描述了一個系統在沒有外部扭力作用下，其總角動量保持不變的現象。這個原理可以用數學形式來表示：

$$L_i = L_f$$

其中， L_i 是系統在初始狀態下的總角動量， L_f 是系統在最終狀態下的總角動量。

這個原理通常應用於描述各種物理系統，例如剛體轉動、行星運動、原子核物理等等。在這些系統中，即使有些部分的角動量發生變化，但整個系統的總角動量仍然保持不變。

例如，當一個剛體在沒有外部扭力作用下轉動時，其角動量守恆的數學表示為：

$$L_i = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f = L_f$$

其中， I_i 和 I_f 分別是剛體在初始和最終狀態下的轉動慣量， ω_i 和 ω_f 分別是初始和最終狀態下的角速度。

角動量守恆原理是物理學中一個非常重要的基本原理，它在解釋和預測許多自然現象和工程應用中起著關鍵作用。

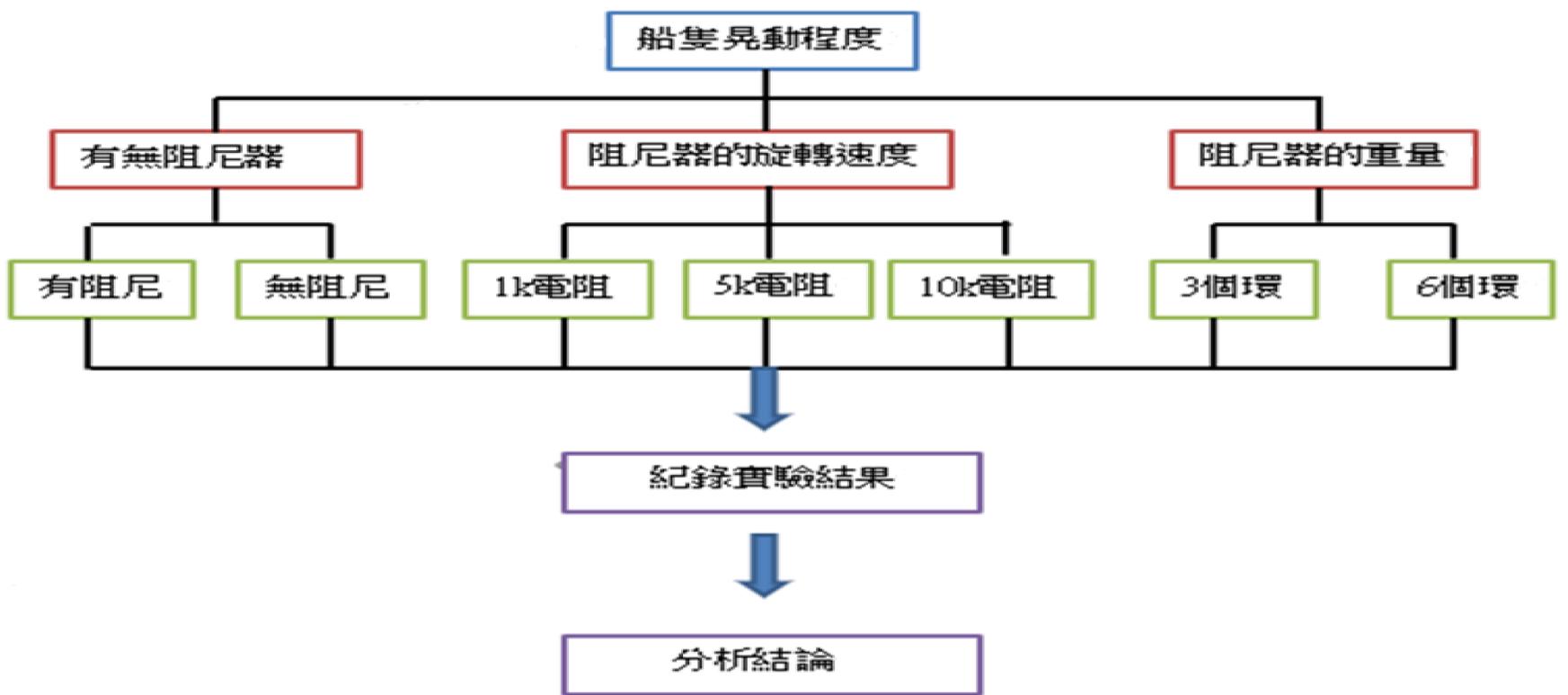
(三) 測量軟體(Phyphox):

Phyphox是一個用於科學實驗和教育的免費開源移動應用程序，可在iOS和Android平台上使用。它提供了各種用於數據收集、處理和分析的傳感器功能，例如加速度計、陀螺儀、磁力計、麥克風等等。Phyphox的名字是來自於物理實驗室和手機的組合。

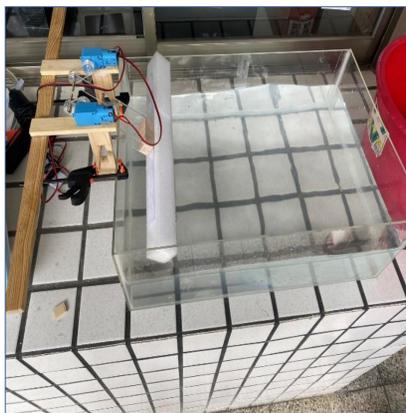
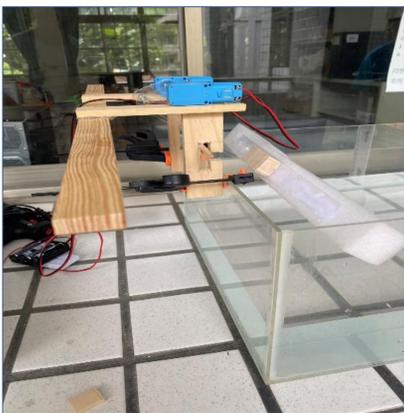
使用Phyphox，你可以進行各種實驗，從基本的運動學和動量實驗，到聲音和光學實驗，甚至包括量子物理學和天文學。它的界面直觀易用，並且具有豐富的實驗模板，也支持用戶自定義實驗。

此外，Phyphox還提供了將數據導出到電子表格軟件（如Excel）或者進行實時數據共享的功能，這讓它成為一個非常實用的科學教學和研究工具。

肆、研究過程與器材



一、自製起波器



二、自組動力小船

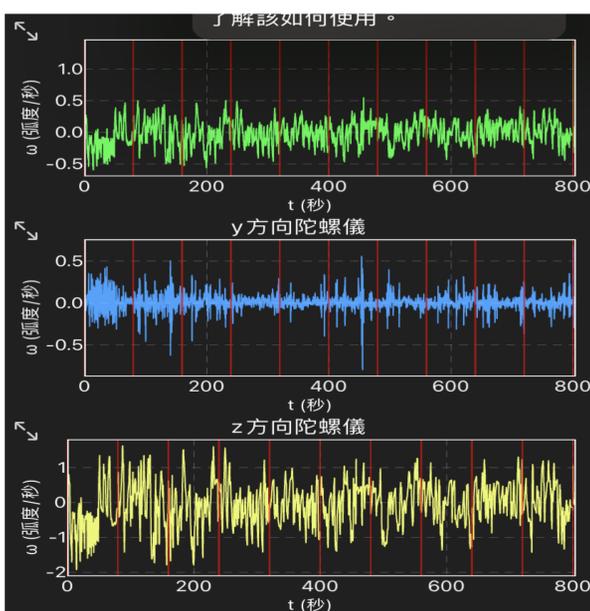


三、自製阻尼器



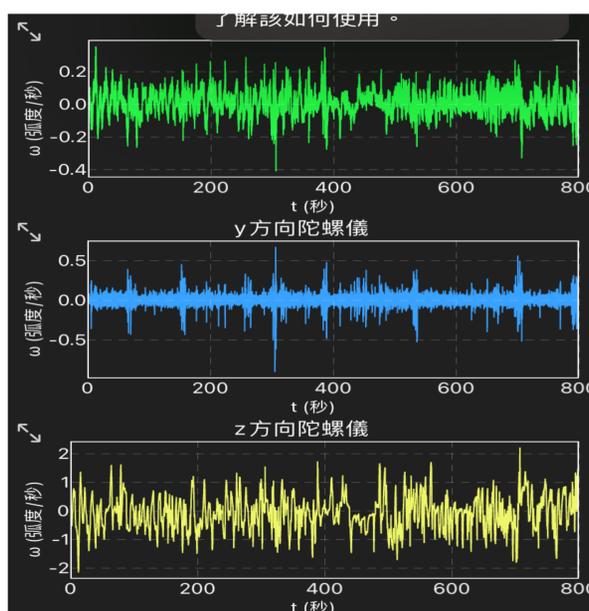
伍、研究結果

(1) 無阻尼測試



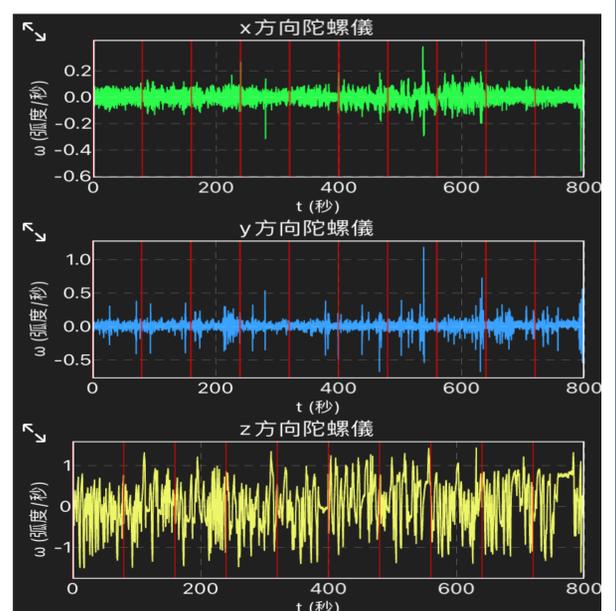
x方向陀螺儀 **0.161** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.245** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.050** 弧度/秒
 絕對值 **0.298** 弧度/秒

(2) 有阻尼三輪測試



x方向陀螺儀 **-0.137** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.059** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **1.597** 弧度/秒
 絕對值 **1.604** 弧度/秒

(3) 有阻尼六輪測試



x方向陀螺儀 **-0.023** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.084** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **1.029** 弧度/秒
 絕對值 **1.032** 弧度/秒

伍、討論

- 一、開始使用手動的方式製造水的波動，但穩定性實在太差，於是我們就尋求學校生科老師的協助，教我們製作簡易的起波裝置。
- 二、本來想以水波的振幅當作船隻晃動的標準，但考慮船隻實際上遇到的狀況都是三度空間的搖晃，於是在網路上搜尋適合測量的軟體，最後找到phyphox。
- 三、一般阻尼器的設計大多利用彈簧減震，考慮到船隻在海上搖晃的特性，我們決定自製以指尖陀螺為主體的旋轉裝置。利用角動量守恆的方式，看看是否能使船隻晃動幅度減少。
- 四、為了能到實際水域(河川、海洋)測試，我們利用智高積木和保麗龍製作了一艘動力小船，結果將阻尼器及遙控裝置安裝上去後浮力不足，所以在加裝空寶特瓶增加浮力。
- 五、船隻的慣性會隨著其質量增加，希望有機會能做更大型的裝置來驗證是否能實際應用在大型船隻上。

陸、結論

- 一、有裝阻尼器的船隻，震動的波形相對較為穩定，表示阻尼器對於穩定船隻有發揮了一定效果。
- 二、6個金屬環的穩定效果優於3個金屬環，符合質量較大的物體角動量較大的規律，且相同轉速下較多環數應該會調整的頻率增加。
- 三、轉速越快的穩定效果也優於轉速較慢的，也符合角動量公式。
- 四、我們製作的裝置只有單一軸向的旋轉，希望未來能改良成多軸向的旋轉，如此應能更有效的平衡船隻。

柒、參考資料

- 一、劉芊妤、歐東霖、吳奕廷 (2021) 地動山不搖—隔震裝置在建築物之應用與探究
- 二、黃子齊、陳玉芳、戴端儀(2012) 「震不震」的住
- 三、王紫楹、鄭芷庭、張芷軒、劉志煦、王識傑(2015) 震不震阻了就知道—從阻尼器看地震對鋼骨大樓的影響
- 四、阻尼器 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%98%BB%E5%B0%BC%E5%99%A8> -維基百科
- 五、角動量<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A7%92%E5%8A%A8%E9%87%8F> -維基百科

仈、未來展望

- 一、我們未來想實際到海上做實驗，看看我們自製的主尼器面動不穩定的波效果會如何。
- 二、我們未來想把每個變因都分別測試自製阻尼器直向跟橫向的效果變化如何。