



Εύρηκα

視覺化模擬平台 -Edu-Talk的應用

22606 吳翊綸

22616 陳奕安

指導老師 賴奕帆

指導教授 鄭昌杰



Εύρηκα

教授

- 鄭昌杰教授
 - 交大
 - 資訊系統研究所



Εύρηκα

目錄

- 簡介
- 研究問題
- 理論
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- 討論與未來展望



Εύρηκα

目錄

- 簡介
- 研究問題
- 理論
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- 討論與未來展望



研究目標


- 使用Edu-Talk平台，推廣數位化物理實驗至高中教學之中。
- 由Edu-Talk為基礎，設計須由數位化實驗方能取得精美數據並分析的扭擺實驗。
- 在扭擺實驗中，我們改變了長度、初始角度等變因，觀察阻尼比、固有頻率、剪切模量等數據間的關係。



平台簡介

Εύρηκα

Lecture Program Animation

扭力擺 

[Go to URL](#)



Program Name

tourism Acceleration_O Gyroscope_O Orientation_O


Lecture Program Animation Save Reset Set as Default

Example:

```
1 acceleration = vec(0,0,0)
2 acceleration_time = 'acceleration_time'
3 def Acceleration_0(data):
4     global acceleration
5     global acceleration_time
6     if data != None:
7         acceleration.x = data[0]
8         acceleration.y = data[1]
9         acceleration.z = data[2]
10        acceleration_time = data[3]
11
12 gyroscope = vec(0,0,0)
13 gyroscope_time = 'gyroscope_time'
14 def Gyroscope_0(data):
15     global gyroscope
16     global gyroscope_time
17     if data != None:
18         gyroscope.x = data[0]
19         gyroscope.y = data[1]
20         gyroscope.z = data[2]
21         gyroscope_time = data[3]
22
23 orientation = vec(0,0,0)
24 orientation_time = 'orientation_time'
25 def Orientation_0(data):
26     global orientation
27     global orientation_time
28     if data != None:
```

Lecture Program Animation  

torsion pendulum

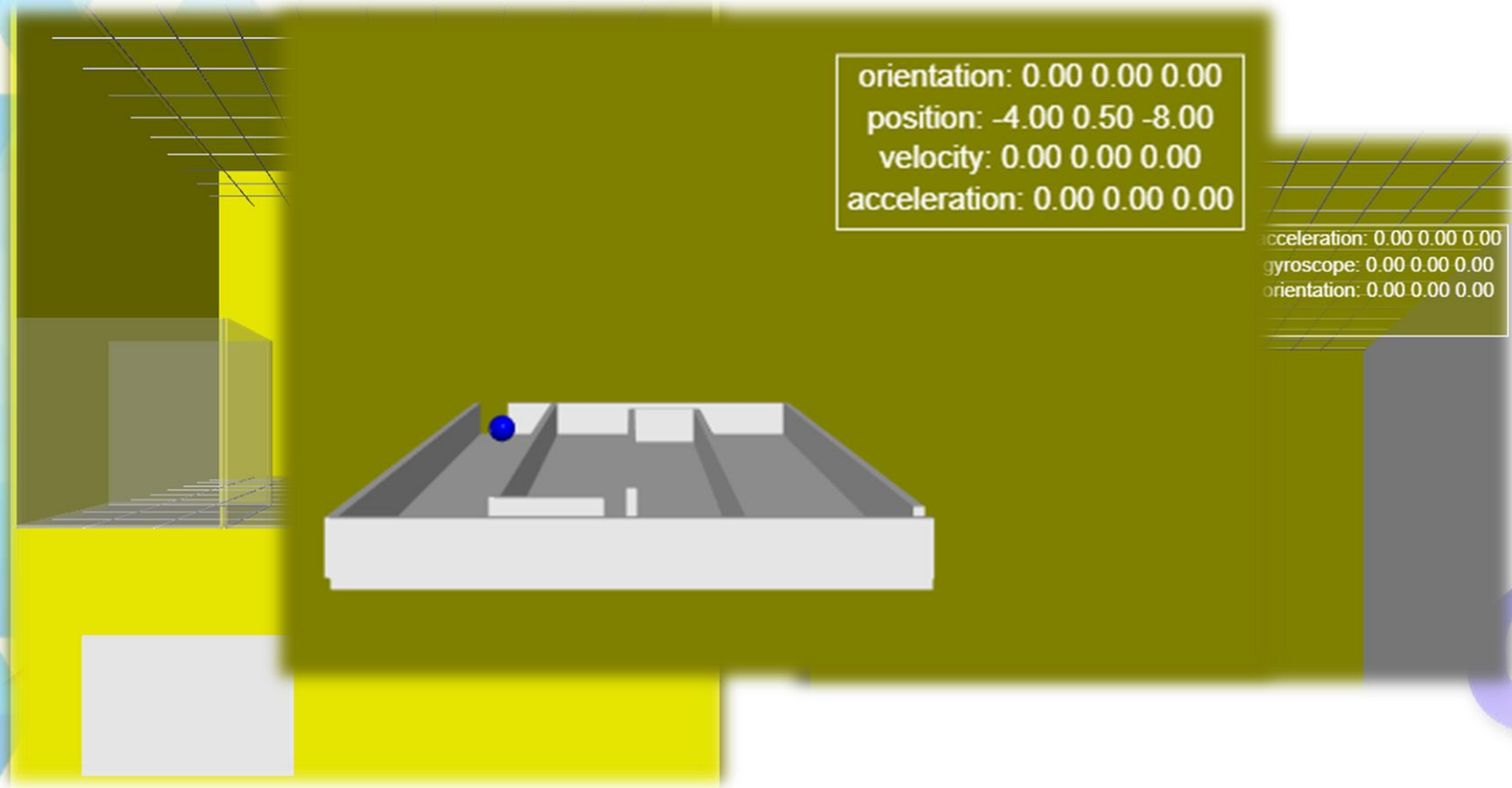


acceleration: 0.87 0.68 9.80
orientation: 273.14 4.02 -6.04
gyroscope: 0.16 0.53 -0.33

gyroscope: 2.46 2.55
gyroscope: 2.51 2.65
gyroscope: 2.61 -0.20
gyroscope: 2.76 0.50
gyroscope: 2.82 0.60
gyroscope: 2.84 -1.61
gyroscope: 3.04 -0.84
gyroscope: 3.07 -0.16
gyroscope: 3.36 1.51
gyroscope: 3.54 -0.47
gyroscope: 3.62 -0.47
gyroscope: 3.69 1.09
gyroscope: 3.82 -0.17
gyroscope: 3.97 1.08
gyroscope: 4.06 0.17
gyroscope: 4.14 0.17
gyroscope: 4.27 0.20
gyroscope: 4.29 1.15

遊戲上的應用

Εύρηκα



Εύρηκα

目錄

- 簡介
- **研究問題**
- 理論
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- 討論與未來展望



研究問題

- 利用Edu-Talk平台，做出可以重現實驗過程，採集數據，並對其進行初步分析的系統。
- 利用上述系統，進一步探討扭擺實驗。
- 改變不同變因，如長度、初始角度等，觀察阻尼比和固有頻率的變化。



Εύρηκα

目錄

- 簡介
- 研究問題
- **理論**
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- 討論與未來展望



理論要點

• 根據阻尼震盪： $\ddot{\theta} + \frac{c}{I}\dot{\theta} + \frac{k}{I}\theta = 0$

(c is labeled 阻尼係數)

角度

衰減速率

角頻率

微分

$\theta = Ae^{-\zeta\omega_n t} \cos(\omega_d t + \phi)$

(θ is labeled 角度, ζ is labeled 阻尼比, ω_n is labeled 固有頻率, ω_d is labeled 角頻率)

阻尼比

固有頻率

$\dot{\theta} = -Be^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_d t + \phi)$

(θ̇ is labeled 角速度)

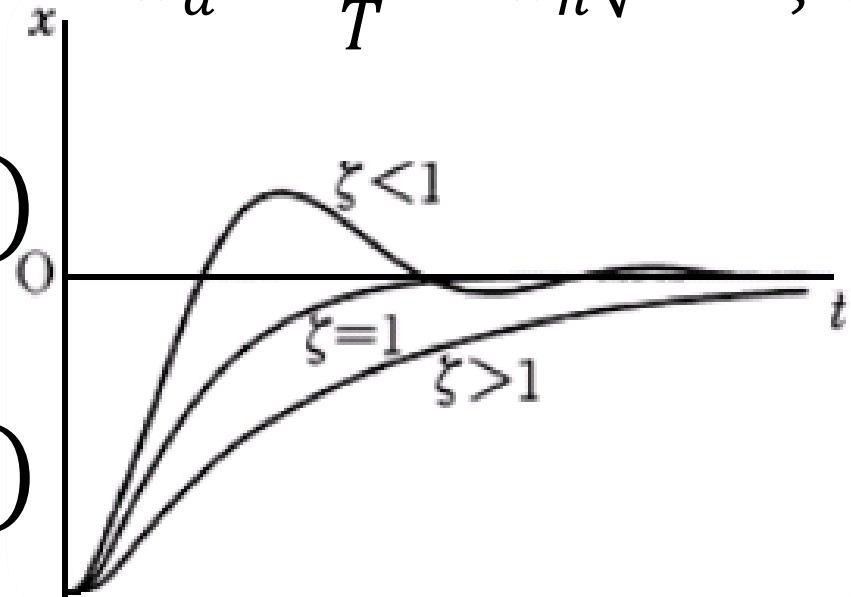
角速度

$\dot{\theta} = \pm Be^{-\zeta\omega_n t}$

(θ̇ is labeled 角速度)

取極值

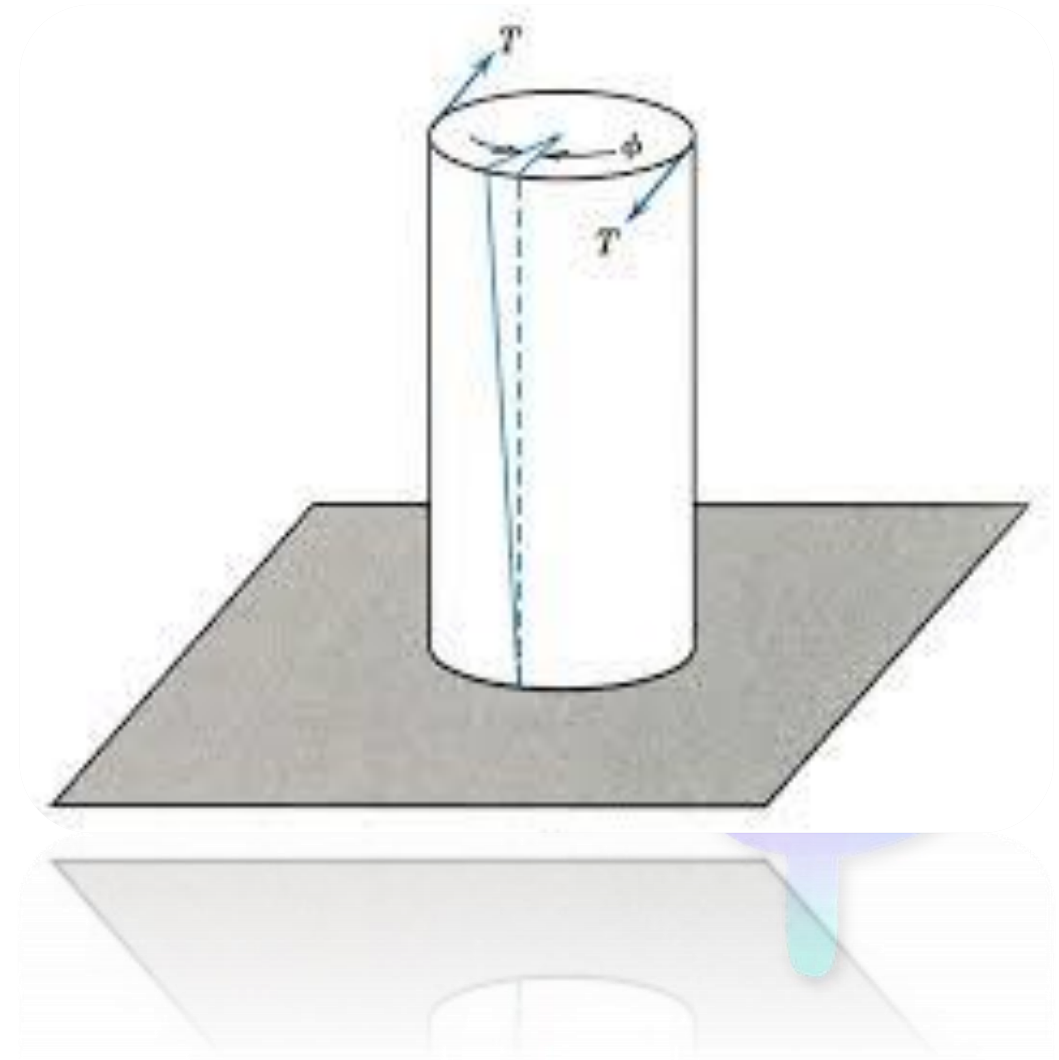
$$\omega_d = \frac{2\pi}{T} = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$$



Εύρηκα

理論要點

- $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{k}}$
 - 轉動慣量
 - 扭轉勁度
- 根據柱的旋轉理論：
- $\tau = -k\theta = -\frac{G\pi R^4}{2L}\theta$
 - 剪切模量
- $G = \frac{2Lk}{\pi R^4} = \frac{8\pi IL}{R^4 T^2}$
 - 已知
 - 測量
 - 已知
 - 所得



Εύρηκα

目錄

- 簡介
- 研究問題
- 理論
- **實驗方法**
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- 討論與未來展望



Εύρηκα

角速度的極值點

- **15點紀錄法**
 - 角速度、時間存入陣列
 - 右邊label
- 時間間隔
 - 週期、平均週期
 - 左上角label
- 分正負兩個圖表



極值點的趨近線

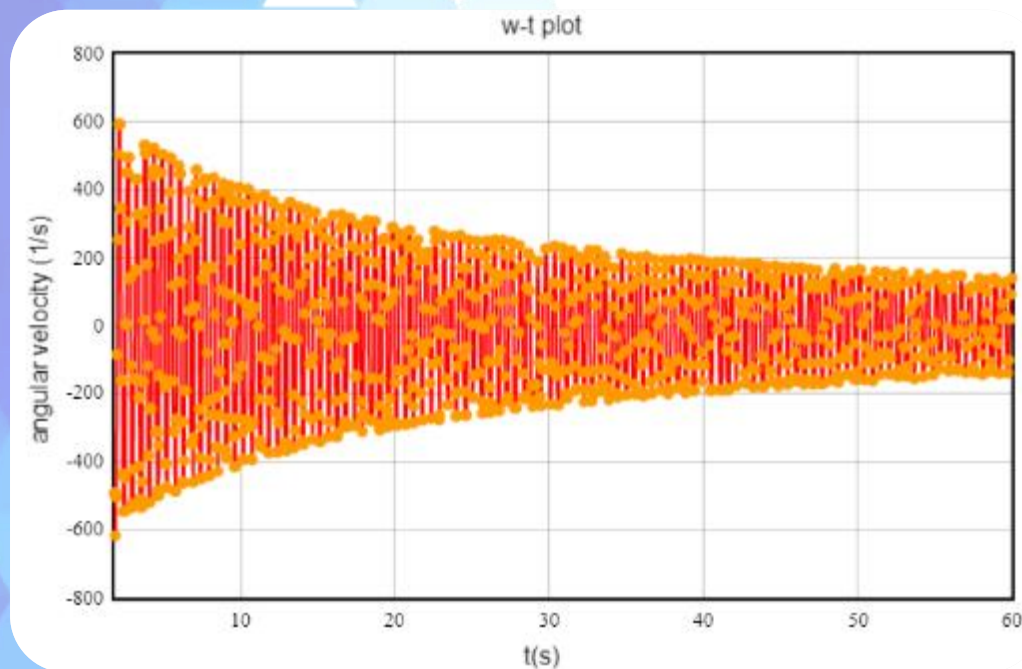
- $\dot{\theta} = \pm B e^{-\zeta \omega_n t}$
- $\ln(\dot{\theta}) = at + b$
 - $a = -\zeta \omega_n$ 、 $b = \ln(|\pm B|)$
- $\ln(|\dot{\theta}|)$ 與 t 做線性回歸
 - 還原方程式
 - 左上角label
 - 極值點圖表 + 回歸曲線



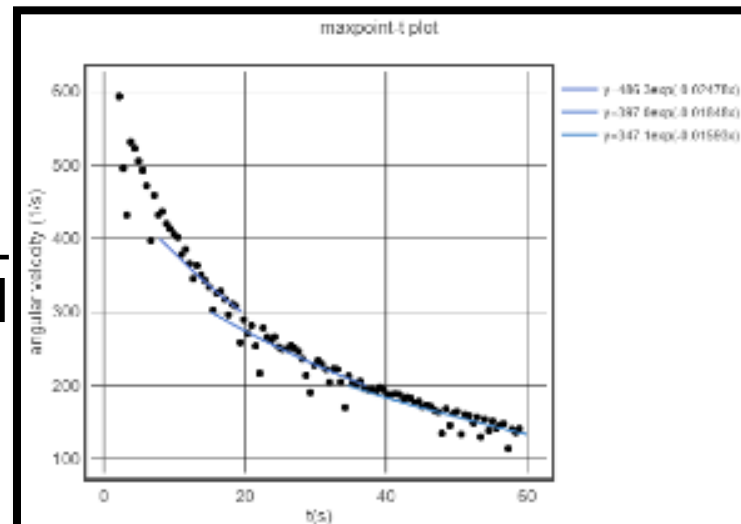
Εύρηκα

實驗原始數據

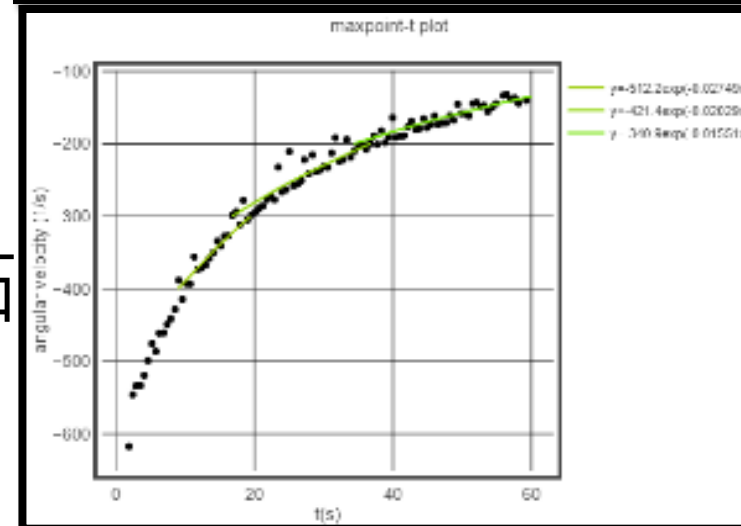
角速度 (度)



正極值點



負極值點



研究設計

- 變因
 - 五種不同長度鐵絲（一組五次）
 - 不同粗度鐵絲（未進行）
 - 改變轉動慣量（未進行）
- 測量數據
 - 角速度 時間關係圖
 - 平均週期、平均角頻率
 - 固有頻率、衰減速率、阻尼比



Εύρηκα

目錄

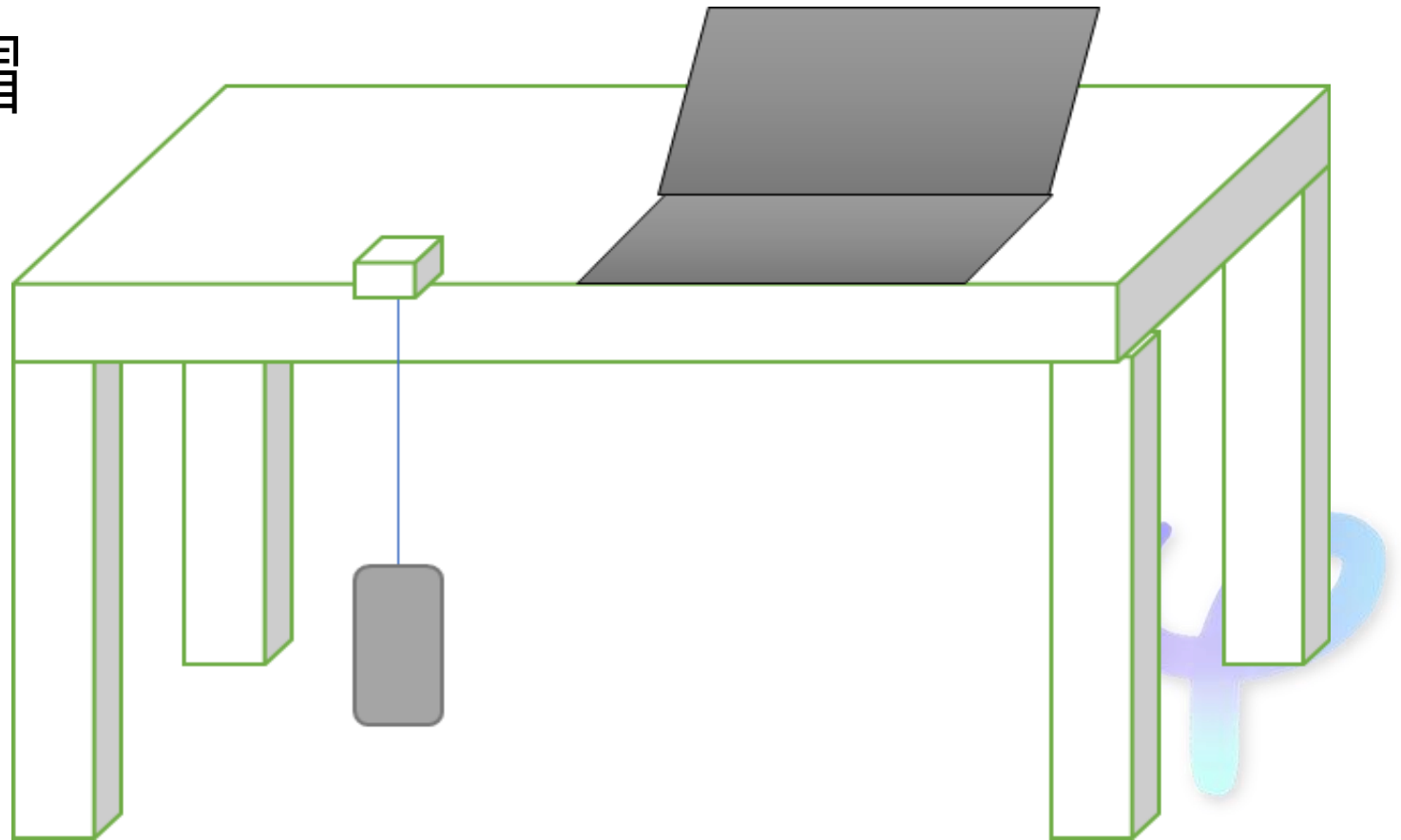
- 簡介
- 研究問題
- 理論
- 實驗方法
- **實驗設備、架設**
- 實驗結果
- 討論與未來展望



Εύρηκα

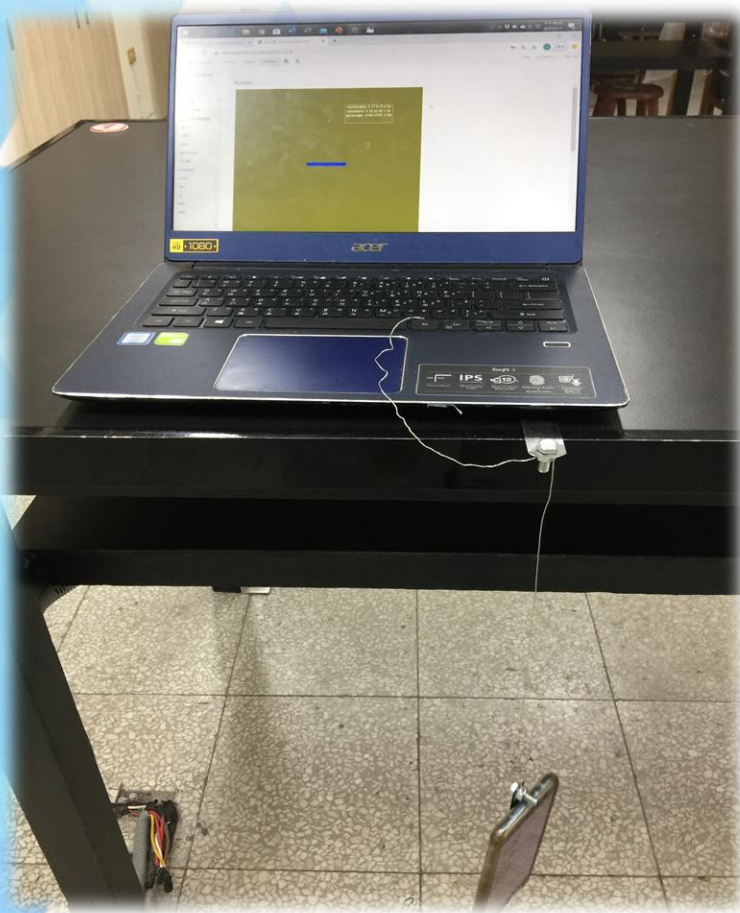
設備

- 電腦、手機、兩支直尺
- 鐵絲、螺絲、螺帽



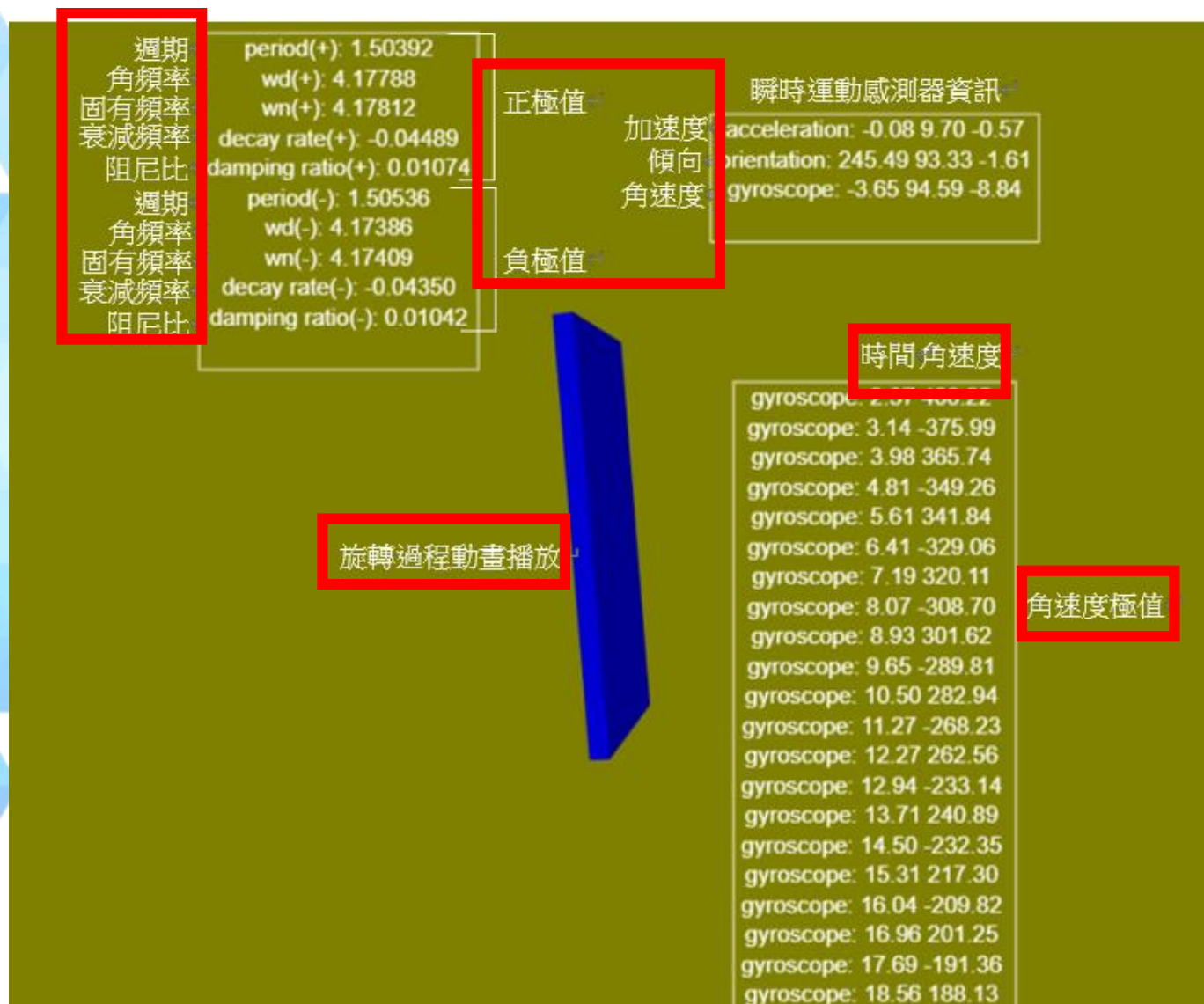
架設

Εύρηκα



實驗步驟

Εύρηκα



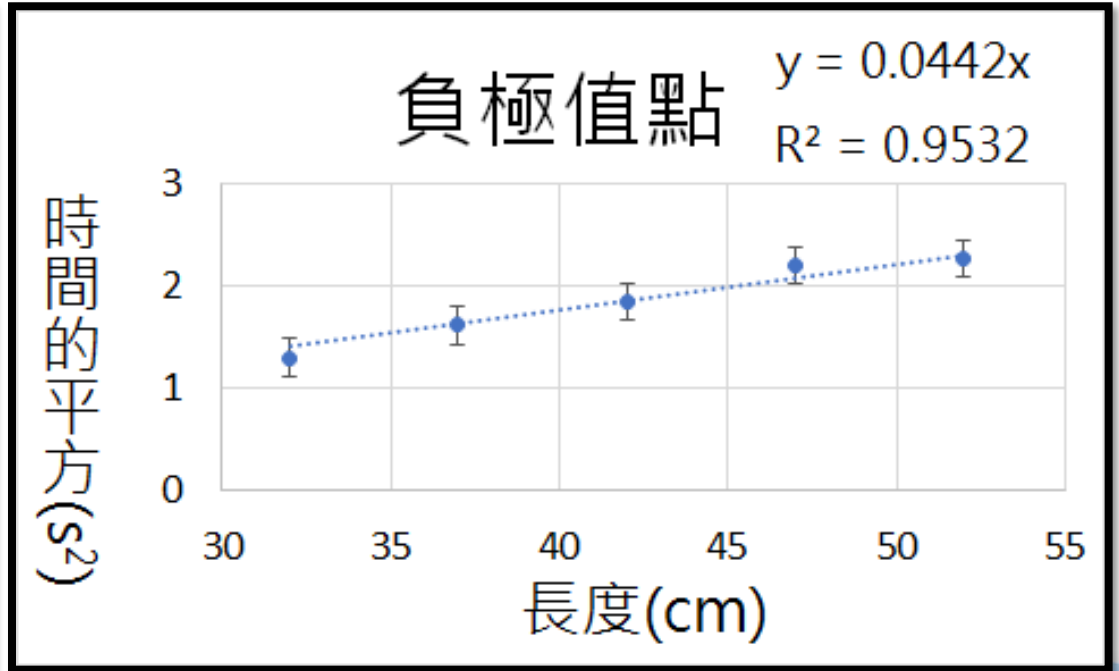
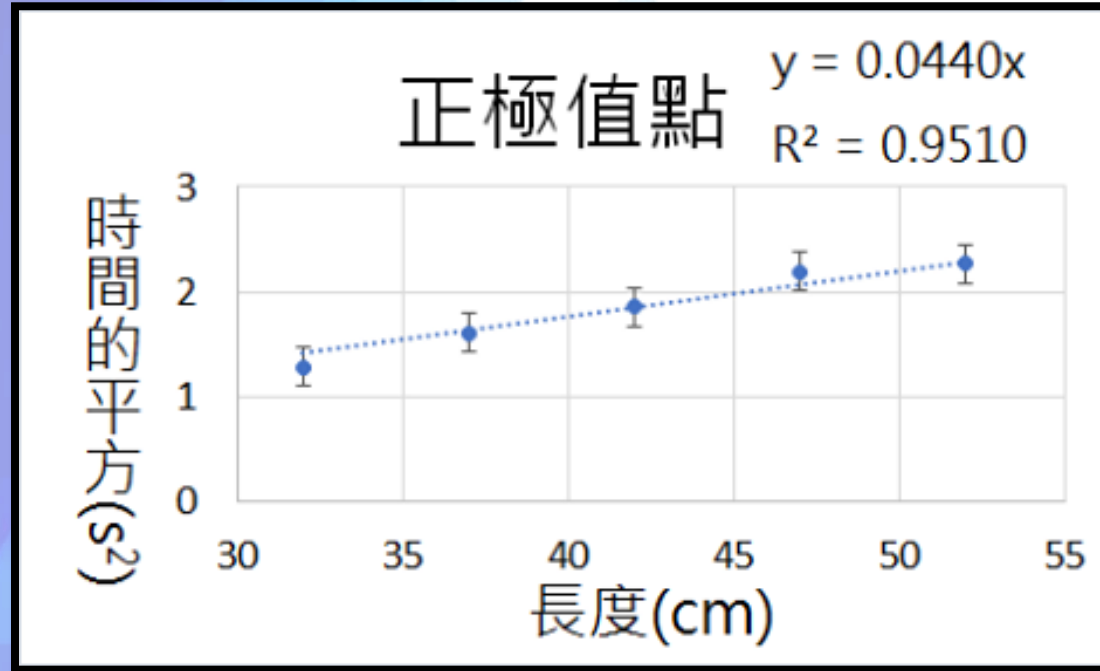
Εύρηκα

目錄

- 簡介
- 研究問題
- 理論
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- **實驗結果**
- 討論與未來展望



週期與剪切模量



- $T^2 = 0.0440L$

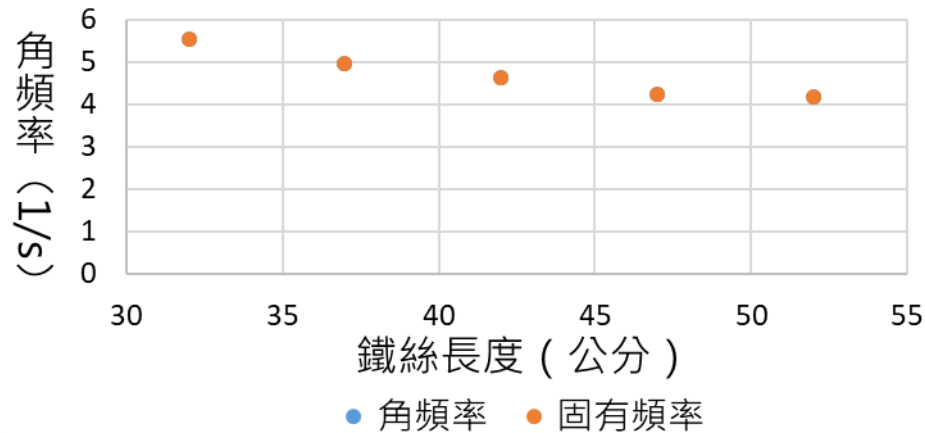
- $T^2 = 0.0442L$

- $G = \frac{8\pi IL}{R^4 T^2} \cong 6.17 \times 10^9 \text{ pa}$

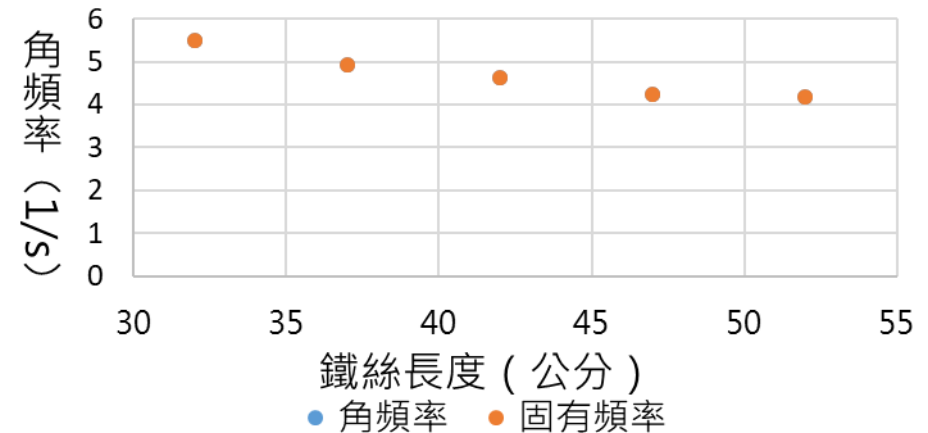
- $G = \frac{8\pi IL}{R^4 T^2} \cong 6.14 \times 10^9 \text{ pa}$

固有頻率與角頻率

正極值點



負極值點

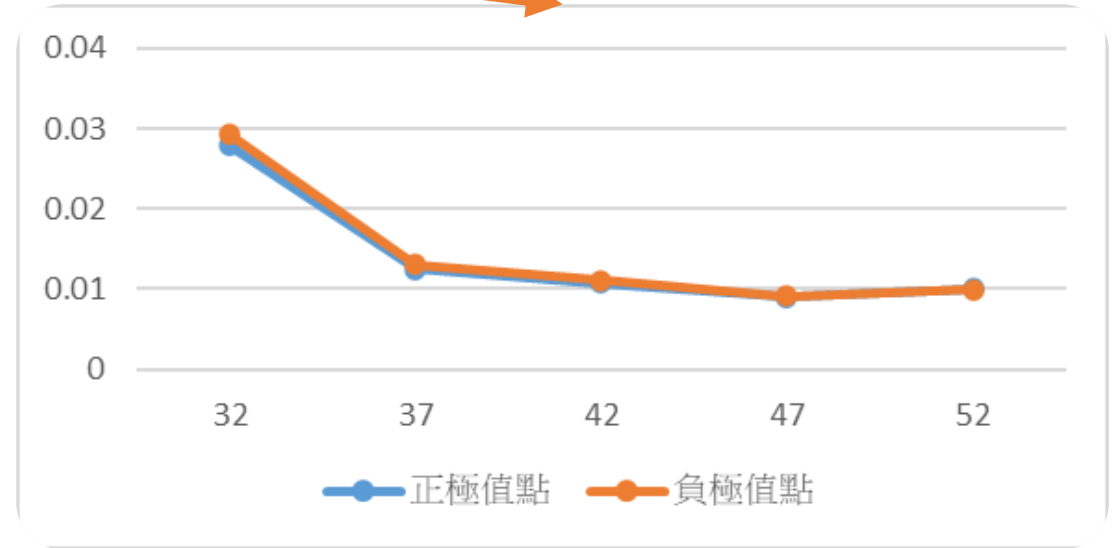
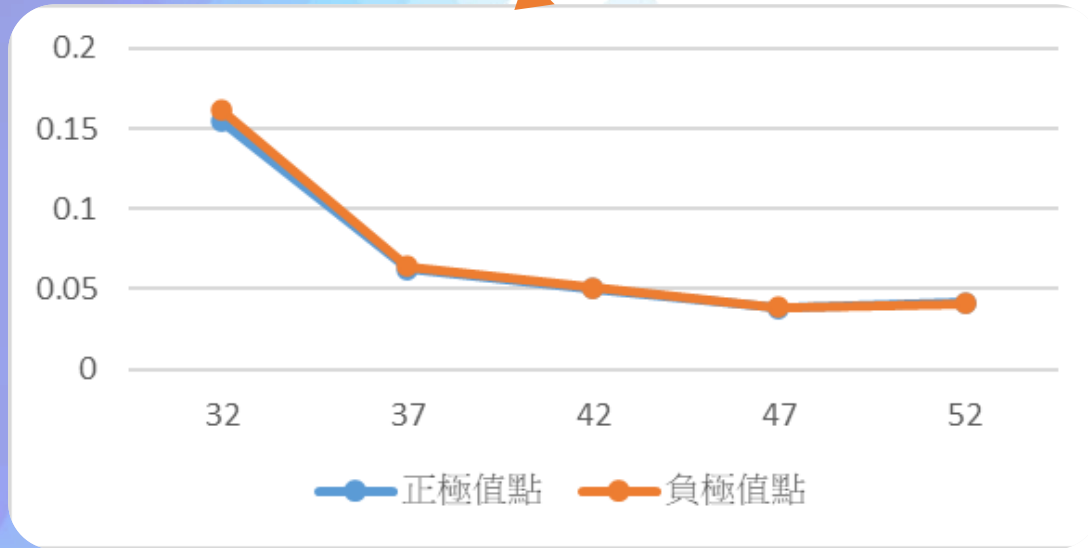


- $\omega_d = \frac{2\pi}{T} = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$
- 阻尼比很小 $\rightarrow \omega_d \cong \omega_n$



Εύρηκα

衰減速率與阻尼比



- $\alpha = -\zeta \omega_n$
- 兩者趨勢相同

- 32公分相對大
- 超過彈性限度



Εύρηκα

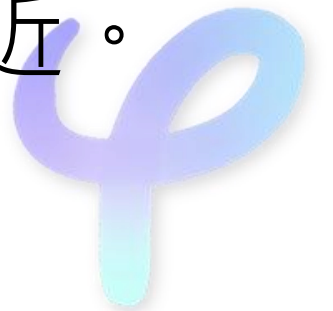
目錄

- 簡介
- 研究問題
- 理論
- 實驗方法
- 實驗設備、架設
- 實驗結果
- **討論與未來展望**



問題與討論

- 同樣狀況下，衰減速率差異甚大
→ 分不同振幅區間作趨近線。
- 旋轉不穩定，易造成渾沌，甚至超過彈性限度
→ 更換更粗更長的鐵絲、減小初始角度。
- 數據點出現雜訊或是沒傳到，影響實驗結果
→ 重新過濾訊號，將不合理的點刪除，再趨近。



結論與未來展望

做到的事

- 能利用平台取出資料並繪製圖表分析。
- 利用角速度、加速度資料，可以重現實驗過程。
- 利用週期與其他已知條件，可以求出剪切模量。

要做的事

- 精確衰減速率的測定
- 討論週期和粗度、轉動慣量、擺繩材質之關係
- 將此系統推廣至單擺、複擺等物理實驗



Εύρηκα

致謝

- 交大 資訊系統研究所 鄭昌杰教授
- 台大 物理系 石明豐教授
- 建中 物理科 賴奕帆老師
- 建中 物理科 高君陶老師
- 建中 數學科 姚志鴻老師
- 特教組 設備組
- 家人的陪伴和協助

